

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

Г. Э. АТРАХИМОВИЧ, Л. И. ПАНСЕВИЧ

# УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ХИМИИ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

Учебно-методическое пособие

*8-е издание, переработанное*



Минск БГМУ 2011

УДК 54(075.8)  
ББК 24 я73  
П16

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

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

**Атрахимович, Г. Э.**

П 16 Учебные материалы по химии для абитуриентов : учеб.-метод. пособие /  
Г. Э. Атрахимович, Л. И. Пансевич. – 8-е изд., перераб. – Минск : БГМУ, 2011. –  
92 с.

ISBN 978-985-528-389-9.

В издании весь учебный материал разделен по 9-ти учебным заданиям, каждое из которых включает контрольные тестовые задания с одним или множественными ответами, задачи, цепочки химических превращений. Приведены эталоны решения типовых задач, а также тестовые задания и задачи для самостоятельного решения, для которых даны ответы. Первое издание вышло в 2002 году.

Предназначено для учащихся заочных подготовительных курсов.

**УДК 54(075.8)**  
**ББК 24 я 73**

**ISBN 978-985-528-389-9**

© Оформление. Белорусский государственный  
медицинский университет, 2011

## **Объяснительная записка к учебным заданиям по подготовке к централизованному тестированию по химии**

### **I. Требования, предъявляемые к знаниям абитуриентов**

Химия как основа всех биологических процессов входит в число наук, составляющих фундамент медицины. Поэтому будущие студенты медицинского университета должны иметь хорошую базовую подготовку по химии в объеме программы средней школы.

Программа вступительного экзамена по химии предъявляет к абитуриенту следующие требования:

1. Осмысленное знание основных законов, понятий, теорий химии и прочные навыки в химическом языке.
2. Знание свойств основных классов неорганических и органических соединений и генетической связи между ними.
3. Знание физического смысла Периодического закона и умение пользоваться периодической системой химических элементов для анализа зависимости свойств веществ от строения входящих в их состав атомов.
4. Знание свойств химических элементов, а также свойств и областей применения в народном хозяйстве и быту простых веществ и важнейших соединений элементов (в пределах программы).
5. Знание научных принципов важнейших химических производств (без углубления в детали устройств различной химической аппаратуры).
6. Умение применять знания теоретических основ химии к решению типовых задач и составлению уравнений реакций различных химических превращений в молекулярной и ионной (для реакций в растворах электролитов) формах.

### **2. Содержание учебных заданий**

Цель настоящих учебных заданий — помочь абитуриентам и учащимся заочных подготовительных курсов БГМУ самостоятельно подготовиться к централизованному тестированию по химии с учетом перечисленных выше требований к их знаниям и умениям.

Данное учебно-методическое пособие включает 9 учебных заданий, из которых 7 — по общей и неорганической химии и 2 — по органической.

Учебные задания построены следующим образом. В начале каждого задания приведен объем материала, включенного в него.

Каждая контрольная работа включает в себя 4 типа заданий:

- 1) тестовое задание части А с одним или множественным вариантами ответов, состоящее из 40 тестов по теоретическому материалу темы;
- 2) задания части Б, состоящие из 10 вопросов, для которых надо дать ответ самостоятельно;

- 3) 7 расчетных задач;
- 4) 5 цепочек химических превращений.

### **3. Общие методические указания по подготовке и оформлению контрольных работ для учащихся заочных подготовительных курсов бгму**

В процессе самостоятельной подготовки к централизованному тестированию и вступительному экзамену по химии нужно строго придерживаться предлагаемой в настоящем сборнике последовательности выполнения учебных заданий и не приступать к изучению следующей темы, не усвоив предыдущей.

При изучении каждой темы рекомендуется соблюдать следующий порядок:

- ознакомьтесь с объемом материала по данной теме;
- прочитайте материал темы по школьным учебникам и пособиям (см. список рекомендуемой ниже литературы), кратко конспектируя его в рабочей тетради;

- аккуратно выполните контрольную работу в отдельной ученической тетради, оставляя на страницах поля и 2 см свободного от записей места после каждой решенной задачи и цепочки превращений для замечаний и указаний рецензента. **Текст должен быть написан разборчивым почерком, яркими чернилами (или шариковой ручкой), через строчку (если тетрадь в клетку).**

#### **Тестовое задание**

Все вопросы тестовых заданий составлены по тексту школьных учебных пособий.

Отвечать на них следует **в своей рабочей тетради** так, как это показано в разделе «Решение типовых задач» (см. задание 17). Только такая серьезная и кропотливая работа над тестами обеспечит глубокое усвоение теоретического материала каждой темы и облегчит его повторение перед экзаменом.

*В материалы контрольной работы, которые вы присылаете для проверки, условия тестов не переписываются. В вертикальном столбце (на расстоянии 2 см друг от друга) следует указать только номера тестов и буквы, соответствующие правильным ответам в части А. Например, для тестового задания 17, приведенного в разделе «Решение типовых задач», ответ должен быть оформлен следующим образом:*

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1 — б       | 6 — б, в  |
| 2 — б, г    | 7 — а, г  |
| 3 — г       | 8 — в, г  |
| 4 — а, б    | 9 — б     |
| 5 — а, б, г | 10 — а, в |

В ответах на тестовые задания части Б следует указать номер задания и численное значение ответа или химическую формулу вещества (**без записи решения**).

### Задачи

Задачи, предлагаемые в заданиях, охватывают все вопросы, связанные с материалом, который требуется для поступления в ВУЗ. При решении задач обычно берутся округленные до целых значения относительных атомных масс элемента (относительную атомную массу хлора считают равной 35,5). Решение задачи должно содержать:

- а) запись необходимых уравнений реакций;
- б) само решение задачи по четко сформулированным вопросам;
- в) ответ.

Для проверки правильности решения ко всем расчетным задачам даны ответы. **Если при решении задач у вас возникают затруднения, то обратитесь к разделу «Решение типовых задач» настоящего учебно-методического пособия.**

### Химические превращения

При осуществлении химических превращений, включенных в задания контрольных работ, вы должны показать знания химических свойств основных классов неорганических и органических соединений и генетической связи между ними, а также лабораторных и промышленных способов получения веществ в соответствии с программой по химии средней школы. Поэтому не старайтесь выискивать какие-то особые способы осуществления превращений в специальной химической литературе. Требования, предъявляемые к оформлению выполнения химических превращений, изложены в разделе «Решение типовых задач» (см. задачу 16).

### Критерии оценки

Выполнение вами химических превращений и решения задач проверяется и корректируется преподавателем, но оценивается работа только по выполнению тестовых заданий (часть А и часть Б).

Максимальная сумма баллов за выполнение тестовой части контрольной работы — 100.

Оценка	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество баллов	1	2–10	11–20	21–35	36–45	46–55	56–65	66–75	76–89	90–95	96–100

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Шиманович, И. Е. Химия : учеб. для 8 кл. общеобразоват. шк. / И. Е. Шиманович, О. И. Сечко, А. С. Тихонов, В. Н. Хвалюк. Минск, 2006 и более позд. изд.

Шиманович, И. Е. Химия : учеб. для 9 кл. общеобразоват. шк. / И. Е. Шиманович, Е. И. Василевская, О. И. Сечко. Минск, 2007 и более позд. изд.

Ельницкий, А. П. Химия : учеб. для 10 кл. общеобразоват. шк. / А. П. Ельницкий, Е. И. Васелевская, Е. И. Шарапа, Е. И. Шиманович, Минск, 2007 и более позд. изд.

Ельницкий, А. П. Химия : учеб. для 11 кл. общеобразоват. шк. / А. П. Ельницкий, Е. И. Васелевская, Е. И. Шарапа, Е. И. Шиманович. Минск, 2008 и более позд. изд.

Ельницкий, А. П. Номенклатура органических соединений. Сборник упражнений Минск, 2003.

Резяпкин, В. И. Сборник задач по химии/ В. И. Резяпкин. Минск : Изд. ИП «Экоперспектива», 2000 и более позд. изд.

## **Учебное задание № 1**

### **Тема: Основные законы и понятия химии. Основные классы неорганических соединений**

#### **Объем учебного материала**

Предмет химии. Явления физические и химические.

Атомно-молекулярное учение. Атомы. Молекулы. Ионы. Относительная атомная и относительная молекулярная и формульная массы. Закон сохранения массы, его значение в химии. Моль — единица количества вещества. Молярная масса. Закон Авогадро, следствия из него. Молярный объем газа. Объединенный газовый закон.

Химический элемент. Простые и сложные вещества. Химические формулы. Молекулярное и немолекулярное строение вещества. Валентность. Составление химических формул по валентности.

Классификация химических реакций по различным признакам. Типы химических реакций: соединения, разложения, замещения, обмена.

Классификация неорганических веществ. Оксиды. Состав, номенклатура и физические свойства оксидов. Классификация оксидов. Способы получения и химические свойства оксидов.

Основания. Состав, номенклатура и физические свойства оснований. Способы получения и химические свойства. Взаимодействие с кислотами, кислотными оксидами, солями. Щелочи и нерастворимые основания. Разложение оснований при нагревании.

Кислоты, их классификация. Состав, номенклатура и физические свойства кислот. Общие свойства и способы получения. Взаимодействие кислот с металлами, оксидами, основаниями и солями.

Соли. Состав, номенклатура и физические свойства солей. Понятие о кислых и основных солях. Получение солей различных типов. Химические свойства солей. Взаимодействие с кислотами и основаниями. Отношение различных солей к нагреванию.

Взаимосвязь между классами неорганических соединений.

# КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

## I. Тестовое задание

### Часть А

**1. Выберите группу процессов, протекание которых НЕ сопровождается химическими реакциями:**

- а) превращение кислорода в озон, плавление алюминия в атмосфере кислорода, образование инея на деревьях;
- б) плавление алюминия в атмосфере инертного газа, возгонка йода, выделение кислорода из жидкого воздуха;
- в) измельчение сахара в пудру, обжиг пирита, фракционная перегонка нефти;
- г) гниение древесины, процесс фотосинтеза, образование росы на солнце.

**2. Атом сохранит свою принадлежность к данному химическому элементу:**

- а) при удалении из его ядра одного протона;
- б) удалении из ядра одного нейтрона;
- в) добавлении в ядро одного нейтрона;
- г) при удалении из внешней электронной оболочки одного электрона.

**3. Выберите свойства, которые присущи и молекуле и веществу, состоящему из этих молекул:**

- а) качественный состав;
- б) температура плавления;
- в) температура кипения;
- г) цвет;
- д) агрегатное состояние.

**4. Укажите вещества, к которым понятие «молекула» не применимо:**

- а) белый фосфор;
- б) кальций гидроксид;
- в) аммиак;
- г) натрий карбонат;
- д) угарный газ;
- е) натрий оксид.

**5. Какие из следующих утверждений верны?**

- а) масса нуклида  $^{16}_8\text{O}$  равна 16 г;
- б) масса нуклида  $^{16}_8\text{O}$  равна  $2,66 \cdot 10^{-23}$  г;
- в) единицей размерности относительной атомной массы является а.е.м.;
- г) масса нуклида  $^{16}_8\text{O}$  равна 16 а. е. м.;
- д) атомная единица массы равна  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г;
- е) масса  $6,02 \cdot 10^{26}$  атомов  $^{16}_8\text{O}$  равна 16 кг.

**6. Для химического элемента фосфор применимы следующие характеристики:**

- а)  $A_r = 31$ ;
- б)  $M_r = 124$ ;
- в) твердое вещество;
- г) химическая формула –  $\text{P}_4$ ;
- д) существует в виде различных аллотропных модификаций.

**7. Кислород как простое вещество входит в состав:**

- а) молекулы воды;
- б) песка;

- в) пероксида водорода; г) воздуха.
- 8. Выберите верные утверждения. Моль — это:**
- а) масса  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул;
  - б) количество вещества, содержащее столько же частиц, сколько атомов содержится в  $0,012$  кг нуклида  $^{12}_6\text{C}$ ;
  - в) масса одной молекулы;
  - г) количество вещества в  $22,4$  дм<sup>3</sup> любого газа при нормальных условиях;
  - д) количество вещества в любом агрегатном состоянии, содержащее  $6,02 \cdot 10^{23}$  структурных единиц;
  - е) количество вещества в  $1$  дм<sup>3</sup> газа при нормальных условиях.
- 9. Относительная атомная масса элемента — это:**
- а) масса 1 моль вещества;
  - б) масса атома, выраженная в граммах;
  - в) отношение массы атома к массе 1 а. е. м.;
  - г) отношение массы вещества к его количеству.
  - д) средняя величина массовых чисел всех природных изотопов элемента с учетом распространенности каждого.
- 10. Выберите верные утверждения. Молярная масса вещества — это:**
- а) масса одной его молекулы;
  - б) отношение массы вещества к количеству вещества;
  - в) безразмерная величина;
  - г) масса  $1$  дм<sup>3</sup> газа при н. у.;
  - д) масса вещества в любом агрегатном состоянии, содержащая  $6,02 \cdot 10^{23}$  структурных единиц;
- 11. Определите, какие пары веществ содержат одинаковое число молекул (формульных единиц):**
- а)  $10$  г водорода и  $10$  г кислорода;
  - б)  $4$  моль водорода и  $4$  моль белого фосфора;
  - в)  $1$  дм<sup>3</sup> азота (н. у.) и  $1$  дм<sup>3</sup> воды при  $20^\circ\text{C}$ ;
  - г)  $15$  дм<sup>3</sup> водорода (н. у.) и  $15$  дм<sup>3</sup> кислорода (н. у.);
  - д)  $1$  кг натрий хлорида и  $1$  кг хлороводорода.
- 12. Относительная атомная масса показывает, во сколько раз:**
- а) атом самого распространённого нуклида элемента тяжелее  $^{1/12}$  атома  $^{12}\text{C}$ ;
  - б) средняя масса атома элемента больше  $^{1/12}$  массы атома  $^{12}\text{C}$ ;
  - в) средняя масса атома элемента больше средней массы атома углерода;
  - г) масса атома элемента больше массы атома  $^{12}\text{C}$ .
- 13. Укажите, какие из следующих веществ, взятых в количестве 1 моль, занимают одинаковый объем при  $40^\circ\text{C}$  и давлении  $1,3$  атм:**
- а) вода; б) азот; в) калий-хлорид;
  - г) хлороводород; д) аммиак; е) сера пластическая.



**14. Наименьший объем при одинаковых массах и внешних условиях (температуре и давлении) занимает:**

- а) водород; б) кислород; в) азот; г) хлор; д) аммиак.

**15. Укажите справедливые утверждения для газа, плотность которого равна  $1,965 \text{ г/дм}^3$  (н. у.):**

- а) этот газ легче воздуха;  
б) плотность газа по водороду равна 22;  
в)  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул газа имеют массу 1,965 г;  
г) этим газом может быть углерод (IV)-оксид.

**16. Химический символ элемента показывает:**

- а) молярную массу атомов элемента;  
б) количество вещества — 1 моль атомов;  
в) относительную молекулярную массу;  
г) название элемента;  
д) относительную атомную массу.

**17. Химическая формула  $\text{H}_2\text{SO}_4$  показывает:**

- а) одну молекулу серной кислоты;  
б) относительную атомную массу серной кислоты;  
в) соотношение количеств атомов в веществе;  
г) агрегатное состояние вещества;  
д) молярную массу серной кислоты;  
е) пространственное строение молекулы серной кислоты.

**18. 1 моль аммоний нитрита содержит:**

- а) 2 моль атомов азота; б) 1 моль атомов кислорода;  
в) 28 г атомов азота; г)  $1,204 \cdot 10^{24}$  атомов азота;  
д) 32 г атомов кислорода.

**19. Для озона и кислорода одинаковы:**

- а) физические свойства; б) качественный состав молекул;  
в) химические свойства; г) количественный состав молекул;  
д) агрегатное состояние при н. у.

**20. Масса молекулы  $\text{O}_3$  равна:**

- а) 16 а. е. м; б) 32 а. е. м; в) 48; г)  $7,97 \cdot 10^{-23}$  г.

**21. При  $950^\circ\text{C}$  плотность паров серы по воздуху равна 2,207. Из какого числа атомов состоит молекула серы в этих условиях?**

- а) 2; б) 4; в) 6; г) 8.

**22. Атом какого элемента имеет массу  $2,66 \cdot 10^{-23}$  г?**

- а) серы; б) кислорода; в) азота; г) неона.

**23. Определите простейшую формулу вещества, в котором массовые доли (%) натрия, серы и кислорода соответственно равны 29,1; 40,5 и 30,4:**

- а)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; б)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ; г)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ .

**24. Масса  $11,2 \text{ дм}^3$  (н. у.) смеси газов  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2$  равна 20,75 г. Определите химическое количество вещества (моль)  $\text{H}_2$  в смеси:**

- а) 0,5;            б) 0,25;            в) 0,03;            г) 0,47;
- 25. Какой минимальный объем воздуха (дм<sup>3</sup>, н. у.) нужен для полного окисления 10 дм<sup>3</sup> (н. у.) сероводорода (сера(VI)-оксид не образуется)?  
Смотри решение типовой задачи № 2:**
- а) 70,0;            б) 71,4;            в) 15,0;            г) 80,0.
- 26. Выберите ряды, в которых указаны формулы только кислотных оксидов:**
- а) CaO, ZnO, NO;            б) SO<sub>3</sub>, CrO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  
в) Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;            г) CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O;  
д) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub>.
- 27. Укажите вещества, которые реагируют с оксидом алюминия:**
- а) вода;            б) соляная кислота;  
в) раствор натрия гидроксида;            г) кристаллический натрий гидроксид;  
д) натрий оксид.
- 28. Отметьте символы элементов, образующих как основные, так и кислотные и амфотерные оксиды:**
- а) Cl;            б) Cr;            в) Al;            г) Mn;            д) Cu.
- 29. Укажите формулы кислот, которым соответствует фосфор (V)-оксид:**
- а) HPO<sub>2</sub>;            б) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>;            в) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>;            г) H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>;            д) HPO<sub>3</sub>.
- 30. В каких парах обе схемы описывают реакции обмена?**
- а) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + NaOH →            и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + HCl →;
- б) H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{t^0}$  SiO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O            и NaOH + HNO<sub>3</sub> →;
- в) Fe + HCl →            и Ca(OH)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →;
- г) CuO + HCl →            и CaCO<sub>3</sub> + HNO<sub>3</sub> →;
- д) NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →            и NaNO<sub>3</sub>(тв) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц) →.
- 31. С соляной кислотой реагирует каждое из веществ в рядах:**
- а) Zn, Fe(OH)<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>;            б) CuO, Ba(OH)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;  
в) CO, K<sub>2</sub>O, Ag;            г) AgNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>;  
д) AgNO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CuOHCl.
- 32. Выберите ряды, в которых каждое из веществ реагирует с водным раствором натрия гидроксида:**
- а) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, HCl;            б) CO<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;  
в) Zn(OH)<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;            г) SO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl.  
д) CuCO<sub>3</sub>, AgNO<sub>3</sub>, ZnO;
- 33. Из оксида железа (II) получить соответствующий гидроксид можно:**
- а) растворением оксида железа (II) в воде;  
б) обработкой оксида железа (II) соляной кислотой с последующим взаимодействием продукта со щелочью;  
в) обработкой оксида железа (II) щелочью;

г) восстановлением оксида железа (II) водородом и растворением продукта в воде.

**34. Укажите схемы реакций, в результате которых образуются соли:**

- а)  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ ;                      б)  $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$ ;  
в)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow$ ;                      г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaCl} \rightarrow$ ;  
д)  $\text{SiO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$ ;                      е)  $\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{t^0}$ .

**35. С водным раствором медь (II) хлорида реагируют:**

- а) серебро нитрат;    б) азотная кислота;    в) ртуть;  
г) железо;              д) натрий сульфид;    е) магний гидроксид.

**36. Получить кальций дигидроортофосфат из кальций гидроортофосфата можно добавляя к кальций гидроортофосфату:**

- а) кальций гидроксид;    б) кальций хлорид;    в) ортофосфорную кислоту;  
г) калий гидроксид;        д) серную кислоту.

**37. Выберите схемы реакций, при протекании которых в водном растворе образуются средние соли (учтите данные количества реагентов):**

- а) 6 моль  $\text{KOH} + 1$  моль  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$ ;    б) 8 моль  $\text{NaOH} + 0,5$  моль  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$ ;  
в) 1 моль  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 1$  моль  $\text{SO}_2 \rightarrow$ ;    г) 2 моль  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 1$  моль  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$ ;

**38. Укажите пары металлов, в которых каждый вытесняет медь из водного раствора медь(II)-хлорида:**

- а)  $\text{Zn}, \text{Fe}$ ;              б)  $\text{Ca}, \text{Mg}$ ;              в)  $\text{Cr}, \text{Cd}$ ;              г)  $\text{Hg}, \text{K}$ .

**39. Укажите пары схем осуществимых реакций:**

- а)  $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                       и  $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
б)  $\text{CaCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$                       и  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow$                       и  $\text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
г)  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow$                       и  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
д)  $\text{NaCl}(\text{тв}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow$                       и  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ .

**40. К раствору, содержащему 0,01 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$  по каплям добавляют раствор, содержащий 0,03 моль  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Определите ряд, в котором правильно указана последовательность образования солей:**

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

### Часть Б

1. Рассчитайте абсолютную массу (г) одной молекулы хлороводорода.
2. Определите число формульных единиц в 60 г натрий гидроксида.
3. Определите число атомов кислорода в 125 г медного купороса.
4. Рассчитайте объем (н. у.,  $\text{дм}^3$ ) газообразного водорода, если в нем содержится  $2 \cdot 10^{24}$  атомов.
5. Определите плотность газа по водороду, если масса 2-х литров (н. у.) его составляет 2,5 г.

**В следующих заданиях в качестве ответа запишите формулу вещества X в соответствующей схеме превращений:**

6.  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{A}$ ;  $\text{CO}_2 + \text{A} \rightarrow \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ .
7.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{A}$ ;  $\text{KOH} + \text{A}(\text{изб.}) \rightarrow \text{X}$ .
8.  $\text{P} + \text{O}_2(\text{изб.}) \rightarrow \text{A}$ ; 1 моль A + 4 моль NaOH  $\rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{X}$ .
9.  $\text{SiO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{A}$ ;  $\text{A} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{B}$ ;  $\text{B} \xrightarrow{t^0} \text{H}_2\text{O} + \text{X}$ .
10.  $\text{NaN} + \text{A} \rightarrow \text{NaOH} + \text{B}$ ;  $\text{B} + \text{CuO} \xrightarrow{t^0} \text{H}_2\text{O} + \text{B}$ ;  $\text{B} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{X}$ .

## II. ЗАДАЧИ

1. Смесь водорода и кислорода имеет плотность (н. у.)  $0,357 \text{ г/дм}^3$ . Чему равна объемная доля водорода в ней? (Типовая задача 15).

**Ответ:** 80 %

2. При взаимодействии 25 г мела, содержащего 95 % кальций карбоната, с раствором серной кислоты массой 150 г с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  33,33 % получили  $5 \text{ дм}^3$  (н. у.)  $\text{CO}_2$ . Определите выход продукта реакции (в %). (Типовая задача 6).

**Ответ:** 94 %

3. В результате горения соединения неизвестного состава массой 13,6 г образовалось 10,6 г натрий карбоната,  $6,72 \text{ дм}^3$  (н. у.) углерод (IV)-оксида и 9 г воды. Определите химическую формулу вещества, если известно, что его молярная масса равна 68 г/моль. (Типовая задача 3, 4).

**Ответ:**  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$

4. Определите степень чистоты (в %) мрамора (природного карбоната кальция), если при термическом разложении его навески массой 7,35 г выделилось 1,52 л (н.у.) углекислого газа. Примеси разложению не подвергаются.

**Ответ:** 92,3 %

5. К раствору, содержащему 8 г натрий гидроксида, прибавили 7,84 г ортофосфорной кислоты. Найдите массы образовавшихся солей. (Типовая задача 8).

**Ответ:** 6,56 г  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ; 5,68 г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

6. Из 28,4 г смеси карбонатов кальция и магния при взаимодействии с соляной кислотой получено  $6,72 \text{ дм}^3$   $\text{CO}_2$  (н. у.). Вычислите количественное соотношение солей в смеси. (Типовая задача 7).

**Ответ:** 0,2 моль  $\text{CaCO}_3$ ; 0,1 моль  $\text{MgCO}_3$

7. Имеется раствор, содержащий одновременно серную и азотную кислоты. При добавлении к этому раствору избытка барий хлорида получили 9,32 г осадка. Для нейтрализации оставшегося раствора затрачено 5,184 г натрий гидроксида. Найти массы кислот в исходном растворе

**Ответ:** 3,124 г и 3,92 г.

### III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (правила оформления ответа см. в решении типовой задачи 16). Вещества, формулы которых указаны в цепочках 2–4, назовите по международной номенклатуре.

1. натрий оксид → натрий гидроксид → натрий карбонат → натрий гидрокарбонат → натрий хлорид → натрий нитрат
2.  $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow ZnO$
3.  $H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow Ca(HSO_3)_2 \rightarrow CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2$
4.  $CuO \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow Cu \rightarrow CuCl_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuS$
5. Фосфор (V) оксид → ортофосфорная кислота → натрий гидроортофосфат → натрий ортофосфат → кальций ортофосфат → ортофосфорная кислота.

### Учебное задание № 2

**Тема: Растворы. Электролитическая диссоциация.  
Окислительно-восстановительные реакции.  
электролиз расплавов и растворов**

#### Объем учебного материала

Смеси веществ. Дисперсные системы.

Растворы. Вода как универсальный растворитель. Строение молекулы воды. Растворимость веществ в воде. Качественные и количественные характеристики растворимости веществ. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Растворимость (коэффициент растворимости). Начальные представления о коллоидных растворах.

Тепловые эффекты при растворении.

Качественные и количественные характеристики состава растворов. Концентрированные и разбавленные растворы.

Массовая доля растворенного вещества в растворе. Молярная концентрация вещества в растворе.

Электролиты и неэлектролиты. Зависимость электропроводности растворов от концентрации веществ электролитов. Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Механизм диссоциации веществ с различными видами химических связей. Диссоциация кислот, оснований и солей в водных растворах. Ступенчатая диссоциация. Катионы и анионы. Состояние ионов в растворе.

Реакции ионного обмена. Условия протекания реакций ионного обмена.

Понятие о гидролизе солей.

Значение воды и растворов в промышленности сельском хозяйстве, быту. Значение воды для живых организмов.

Охрана водоемов от загрязнений.

Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Окислитель. Восстановитель. Электролиз расплавов и растворов солей.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

### I. Тестовое задание

#### Часть А

**1. Выберите пары буква-номер так, чтобы буквенное обозначение термина соответствовало номеру того, что этот термин обозначает:**

*Термин:*

*Дисперсная система, в которой:*

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| а) суспензия          | 1) газообразные частицы распределяются в жидкости;             |
| б) коллоидный раствор | 2) газообразные частицы распределяются в газе;                 |
| в) эмульсия           | 3) жидкость раздроблена в другой, не растворяющей ее жидкости; |
| г) аэрозоль           | 4) твердые частицы распределяются в жидкости;                  |
| д) пена               | 5) мельчайшие частицы жидкости                                 |

**2. Укажите правильные утверждения:**

а) изменение агрегатного состояния кристаллического вещества при растворении — физическое явление;

б) химические явления при растворении — это гидратация ионов и диффузия;

в) растворение может быть как эндо-, так и экзотермическим процессом;

г) электропроводность любого водного раствора много больше, чем электропроводность воды в тех же условиях.

**3. Растворение 1 моль декагидрата натрий сульфата идет с поглощением 78,7 кДж теплоты, а его дегидратация – с поглощением 81,6 кДж теплоты. Тепловой эффект растворения (кДж/моль) безводного натрий сульфата равен:**

- а) +2,9;      б) +160,3;      в) –2,9;      г) –160,3

**4. В отличие от твердых веществ и жидкостей на растворимость газов очень сильно влияет:**

а) температура;

б) присутствие катализатора;

в) давление, под которым находится газ;      г) природа растворителя

**5. На растворимость  $\text{CO}_2$  в воде не влияет:**

а) давление;

б) температура;

в) скорость пропускания газа через растворитель;

г) химическое взаимодействие газа с водой.

**6. Растворимость  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при  $20^\circ\text{C}$  равна 21,8 г на 100 г воды. Массовая доля (%) вещества в насыщенном растворе составляет:**

- а) 8,7;      б) 17,8;      в) 10,6;      г) 21,8

**7. Электролиты — это вещества, которые:**

- а) обладают электропроводностью;      б) растворимы в воде;  
в) не растворимы в органических растворителях;  
г) диссоциируют в расплаве или в растворе на ионы.

**8. Электролитами могут быть вещества:**

- а) только с ионным типом химической связи;  
б) только с ковалентным полярным типом химической связи;  
в) только с ковалентным неполярным типом химической связи;  
г) с ионным и ковалентным полярным типом химической связи;

**9. Ступенчато в водном растворе диссоциируют вещества:**

- а) калий гидрокарбонат;      б) алюминий хлорид;      в) сероводород;  
г) алюминий сульфат;      д) фосфорная кислота

**10. Укажите группы веществ, в которых все три электролита являются сильными:**

- а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{KOH}$ ;      б)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
в)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{HJ}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;      г)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  
д)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

**11. В каких растворах содержится столько же ионов, сколько их в 0,1 М растворе  $\text{CaCl}_2$  (объемы растворов одинаковы)?**

- а) 0,1М  $\text{CuSO}_4$ ;      б) 0,1М  $\text{AlCl}_3$ ;  
в) 0,1М  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ;      г) 0,1М  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

**12. Сколько ионов образуется при растворении в воде 1 моль уксусной кислоты, если степень ее диссоциации равна 2 %:**

- а)  $1,2 \cdot 10^{24}$ ;      б)  $2,4 \cdot 10^{22}$ ;      в)  $2,4 \cdot 10^{23}$ ;  
г)  $12,2 \cdot 10^{21}$ ;      д)  $4 \cdot 10^{-2}$ .

**13. Какие ионы электролитов не участвуют в реакции взаимодействия натрия карбоната с кальций хлоридом в водном растворе?**

- а)  $\text{Ca}^{2+}$ ;      б)  $\text{Na}^+$ ;      в)  $\text{Cl}^-$ ;      г)  $\text{CO}_3^{2-}$ .

**14. Какие пары ионов можно использовать при составлении молекулярных уравнений, которым соответствует сокращенное ионное  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ?**

- а)  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$ ;      б)  $\text{K}^+$  и  $\text{S}^{2-}$ ;      в)  $\text{Na}^+$  и  $\text{NO}_3^-$ ;  
г)  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ;      д)  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Cl}^-$ ;      е)  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ .

**15. Укажите электролиты, которые могут диссоциировать по типу кислоты:**

- а) барий гидроксид;      б) ортофосфорная кислота;  
в) алюминий гидроксид;      г) уксусная кислота;  
д) натрий гидрокарбонат;      е) цинк гидроксид.

16. Даны вещества:  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MgOHCl}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ,  $\text{Cl}_2$ . Среди них число веществ, в водных растворах которых присутствуют ионы  $\text{Cl}^-$ , равно:

- а) 3; б) 4; в) 5; г) 6.

17. Укажите гидроксид с наиболее выраженными основными свойствами:

- а)  $\text{NaOH}$ ; б)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ; в)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; г)  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ; д)  $\text{CsOH}$ .

18. Укажите, с помощью каких реактивов можно распознать растворы хлороводородной и серной кислот, находящиеся в пробирках без этикеток?

- а) лакмус и фенолфталеин;  
б) серебро(I) нитрат и натрий карбонат;  
в) алюминий гидроксид и аммиак;  
г) серебро(I) нитрат и барий хлорид.

19. Из предложенных схем и уравнений реакций выберите ту пару, которая характеризует свойства нерастворимых оснований:

- а)  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$  и  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^0} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
в)  $\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 \rightarrow$  и  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^0} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ;

20. Укажите группы схем осуществимых реакций:

- а)  $\text{KNO}_3 + \text{BaSO}_4 \rightarrow$  б)  $\text{HCl} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
 $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   $\text{HNO}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
 $\text{CuSO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$   $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 \rightarrow$  г)  $\text{MgSO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$   
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$   $\text{NaNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$   
 $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$   $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ .

21. Какие пары ионов не могут находиться совместно в водном растворе в значительных количествах?

- а)  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ ; б)  $\text{H}^+$  и  $\text{Br}^-$ ; в)  $\text{H}^+$  и  $\text{NO}_3^-$ ;  
г)  $\text{Ag}^+$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ ; д)  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{H}^+$ ; е)  $\text{Na}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ ; ж)  $\text{HS}^-$  и  $\text{OH}^-$ .

22. Укажите схемы реакций, характеризующие общие свойства кислот в свете теории электролитической диссоциации:

- а)  $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow$ ; б)  $\text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
в)  $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ .

23. Концентрация какого иона наибольшая в растворе натрий гидрокарбоната?

- а)  $\text{Na}^+$ ; б)  $\text{HCO}_3^-$ ; в)  $\text{CO}_3^{2-}$ ; г)  $\text{H}^+$ .



24. Даны вещества: KOH, H<sub>2</sub>O, MgOHCl, Ca(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Среди них число веществ, при диссоциации которых в водных растворах образуются гидроксид-ионы, равно:

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

25. Наименьшее значение pH в растворе:

- а) 0,1M CH<sub>3</sub>COOH;    б) 0,1M HCl;    в) 0,1M NaCl;    г) 0,1M NaOH.

26. Укажите вещества, водный раствор которых приготовить нельзя:

- а) CuS;    б) Na;    в) CaO;    г) Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.

27. Лакмус приобретает красный цвет в водных растворах:

- а) NaCl;    б) HCl;    в) NH<sub>4</sub>OH;    г) ZnCl<sub>2</sub>;    д) NaHCO<sub>3</sub>;    е) CH<sub>3</sub>COOH.

28. Укажите схемы окислительно-восстановительных реакций:

- а) SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O →;                      б) NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O →;                      в) KClO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{t^0}$  →;                      г) CaCO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{t^0}$  →;                      д) ZnS + HCl →;                      е) CuS + HNO<sub>3</sub> →;                      ж) CuO + CO  $\xrightarrow{t^0}$  →;                      з) CaO + CO<sub>2</sub>  $\xrightarrow{t^0}$  →.

29. Укажите схемы процессов окисления:

- а) 2 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → N<sub>2</sub>;                      д) H<sub>2</sub>S → SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;                      б) H<sub>2</sub> → 2H<sup>-</sup>;                      е) 2IO<sub>3</sub><sup>-</sup> → I<sub>2</sub>;                      в) NO<sub>2</sub><sup>-</sup> → NO<sub>3</sub><sup>-</sup>;                      з) Cl<sup>-</sup> → HClO;                      г) 2CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>;                      ж) Cu → Cu<sup>2+</sup>.

*Примечание:* при ответе следует определить степени окисления атомов элементов в обеих частях схемы (см. решение типовой задачи 1), над стрелкой указать число отданных или принятых электронов и сделать вывод о характере процесса. Например:



30. Укажите формулы веществ, которые проявляют двойственные ОВ свойства:

- а) S;    б) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;    в) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;    г) SO<sub>2</sub>;    д) KNO<sub>2</sub>;    е) HNO<sub>3</sub>.

31. Составьте уравнение следующей ОВ реакции и найдите сумму стехиометрических коэффициентов в нем S + HNO<sub>3</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O:

- а) 14;    б) 16;    в) 18;    г) 20.

32. Укажите схемы реакций, в которых SO<sub>2</sub> проявляет восстановительные свойства:

- а) SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> →;                      б) SO<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> →;                      в) SO<sub>2</sub> + NaOH →;                      г) SO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S →.

33. Укажите схемы ОВР, в которых вода является окислителем:

- а) CaO + H<sub>2</sub>O →;                      б) H<sub>2</sub>O + Cl<sub>2</sub>  $\rightleftharpoons$  HCl + HClO;                      в) K + H<sub>2</sub>O →;                      г) KH + H<sub>2</sub>O →.

34. Укажите схемы окислительно-восстановительных реакций, в которых окислитель является и солеобразователем:

- а) Cu + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к) →;                      б) C + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к) →;                      в) CuO + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к) →;                      г) Zn + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к) →;

- д)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3(\text{p}) \rightarrow$ ; е)  $\text{Zn} + \text{HNO}_3(\text{p}) \rightarrow$ .
- 35. Укажите, сколько моль окислителя расходуется на солеобразование при окислении 3 моль меди разбавленной азотной кислотой:**  
а) 8; б) 2; в) 4; г) 6.
- 36. Выберите ряд, в котором каждая из частиц в химических реакциях может быть только восстановителем:**  
а)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$ ; б)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ; в)  $\text{S}^{-2}$ ,  $\text{H}^-$ ,  $\text{Cu}$ ; г)  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{H}^+$ .
- 37. Выберите ряд, в котором каждое вещество может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства:**  
а) вода, литий, азотная кислота;  
б) перекись водорода, сернистый газ, азотистая кислота;  
в) фтор, фтороводород, хлорноватистая кислота;  
г) натрий, неон, озон.
- 38. В окислительно-восстановительной реакции, схема которой  $\text{KI} + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , сумма коэффициентов перед формулами продуктов реакции равна:**  
а) 7; б) 9; в) 11; г) 14.
- 39. Превращение  $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$  является процессом:**  
а) окисления; б) восстановления;  
в) без изменения степени окисления; г) образования катиона аммония.
- 40. Электролизом водного раствора хлорида натрия получают одновременно:**  
а) кислород и хлор; б) натрий и водород;  
в) водород, хлор и гидроксид натрия; г) натрий, хлор и водород.

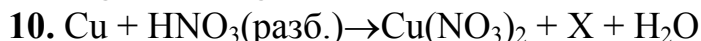
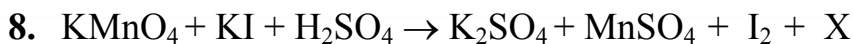
### Часть Б

1. Сколько атомов кислорода приходится на 1 атом калия в 40,0%-ном растворе калий хромата?
2. Требуется приготовить 500 см<sup>3</sup> 0,05 М раствора  $\text{MnSO}_4$ . Определить необходимую для этого массу (г) кристаллогидрата  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Ответ округлить до целого числа.
3. В 0,5 дм<sup>3</sup> 0,01 М раствора слабой кислоты  $\text{HA}$  содержится  $2,4 \cdot 10^{20}$  ионов  $\text{A}^-$ . Вычислите степень диссоциации кислоты (%).
4. Чему равен водородный показатель рН при молярной концентрации ионов водорода  $10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>?

**В заданиях 5–7 запишите формулы солей, образующихся в указанных условиях.**

5. Растворение 560 см<sup>3</sup>  $\text{SO}_2$  (у. н.) в растворе  $\text{KOH}$  массой 150 г и массовой долей  $\text{KOH}$  3 %.
6. Растворение 5,6 дм<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  в растворе, содержащем 18,5 г  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
7. Растворение 35,5 г  $\text{P}_2\text{O}_5$  в растворе  $\text{NaOH}$  массой 200 г с массовой долей  $\text{NaOH}$  20 %.

**В заданиях 8–10 укажите значение коэффициента перед веществом, обозначенным в схеме ОВР «X».**



## II. ЗАДАЧИ

1. Раствор с массовой долей  $\text{AgNO}_3$  0,82 является насыщенным при 60 °С. При охлаждении этого раствора массой 140 г до 10 °С в осадок выпала соль массой 71,2 г. Определите коэффициент растворимости  $\text{AgNO}_3$  при 10 °С. (Типовая задача 14)

**Ответ:** 173 г на 100 г воды

2. Какие массы гексагидрата кальций хлорида  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и воды нужно взять для приготовления 250 г раствора с массовой долей  $\text{CaCl}_2$  равной 10 %?

**Ответ:** 49,3 г  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; 200,7 г воды

3. Какую массу 32,0%-ного раствора азотной кислоты следует добавить к 500 см<sup>3</sup> 80,0%-ного раствора той же кислоты с плотностью 1,45 г/см<sup>3</sup> для получения 65%-ного раствора?

**Ответ:** 330 г

4. В одном объеме воды растворили 80 объемов серы (IV)-оксида (н.у.). Определите массовую долю (%) образовавшейся в растворе кислоты.

**Ответ:** 23,8 %

5. Углекислый газ, образовавшийся при сжигании 112 см<sup>3</sup> этана (н. у.), пропустили через 9,6 см<sup>3</sup> раствора натрий гидроксида с массовой долей  $\text{NaOH}$  4 % (пл. 1,04 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю (%) образовавшейся в растворе соли. (Типовая задача 8)

**Ответ:** 8,05%

6. К 150 см<sup>3</sup> раствора кальций хлорида с массовой долей  $\text{CaCl}_2$  10,6 % (пл. 1,05 г/см<sup>3</sup>) добавили 30 см<sup>3</sup> раствора натрий карбоната с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  38,55 % (пл. 1,1 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю натрий хлорида в растворе, оставшемся после отделения осадка. (Типовая задача 5)

**Ответ:** 7,9 %.

7. Как изменится масса 10-граммовой железной пластинки при выдерживании ее в растворе, содержащем 5 г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ? (Типовая задача 9)

**Ответ:** увеличится на 0,16 г.

## III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (типовая задача 16). Вещества, формулы

которых указаны в цепочках 2, 3, 5, назовите по международной номенклатуре.

1. Калий → калий гидроксид → алюминий гидроксид → натрий гексагидроксоалюминат → натрий хлорид → хлороводород;
2.  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
3.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3$ ;
4. Фосфор(V)-оксид → метафосфорная кислота → ортофосфорная кислота → кальций дигидроортофосфат → кальций гидроортофосфат → ортофосфорная кислота;
5.  $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$ .

### Учебное задание № 3

#### Тема: Строение атомов. Периодический закон и периодическая система Д.И.Менделеева. Водород. Галогены

##### Объем учебного материала

Строение атома. Состав атомных ядер. Физический смысл атомного номера химического элемента. Нуклиды и изотопы. Явление радиоактивности.

Состояние электронов в атоме. Понятие об электронном облаке. Строение электронных оболочек атомов. Электронное строение атомов первых трех периодов.

Современная формулировка периодического закона. Физический смысл номера группы и номера периода.

Радиус атома: закономерности изменения по группам и периодам. Металлические и неметаллические свойства простых веществ. Изменение свойств атомов и их соединений. Физический смысл периодического закона. Характеристика элемента по его положению в периодической системе. Значение периодического закона для развития знаний человечества о природе.

Химическая связь. Природа химической связи, условия ее образования.

Ковалентная химическая связь, обменный механизм ее образования. Электронные и графические формулы веществ. Валентность. Одинарные и кратные связи.

Электроотрицательность атомов химических элементов. неполярная и полярная ковалентная связь. Ионная связь. Металлическая связь. Понятие о межмолекулярном взаимодействии. Кристаллическое состояние вещества: атомные, ионные, металлические и молекулярные кристаллы.

**Водород** как химический элемент и простое вещество. История открытия водорода. Физические свойства водорода.

Химические свойства водорода: взаимодействие с простыми веществами неметаллами (кислород, сера, хлор) и сложными веществами (оксид меди (II)). Взаимодействие водорода с оксидами металлов как пример реакции восстановления. Получение водорода в лаборатории и промышленности. Применение водорода.

**Галогены.** 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.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

### I. ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

#### Часть А

**1. Выберите ряд, в котором элементы указаны в порядке увеличения числа протонов в ядрах их атомов:**

- а) кислород, неон, алюминий, бериллий;
- б) сера, кальций, алюминий, хлор;
- в) скандий, хром, железо, никель;
- г) калий, аргон, кальций, титан.

**2. Сумма протонов, нейтронов и электронов в атоме  $^{197}\text{Au}$  равна:**

- а) 79;                      б) 276;                      в) 118;                      г) 197.

**3. Число нейтронов в ядрах каждого из нуклидов  $^{27}\text{Э}$ ,  $^{28}\text{Э}$ ,  $^{26}\text{Э}$  равно 14. Этими элементами являются соответственно:**

- а) кремний, фосфор, алюминий;    б) алюминий, магний, кремний;
- в) кремний, магний, алюминий;    г) алюминий, кремний, магний.

**4. Элемент хлор представляет смесь изотопов с массовыми числами 35 и 37. Средняя относительная масса элемента хлора равна 35,5. Оп-**

ределите содержание атомов хлора — 35 (%) в природной смеси изотопов:

- а) 75; б) 64,5; в) 50; г) 35,5; д) 25.

5. Укажите заряд ядра атома, у которого конфигурация валентных электронов в основном состоянии ...3d<sup>5</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>0</sup>:

- а) 20; б) 25; в) 30; г) 35.

6. Укажите элемент, в атоме которого на третьем энергетическом уровне в основном состоянии находится девять электронов:

- а) калий; б) кальций; в) скандий; г) медь.

7. Укажите электронные конфигурации, которые соответствуют возбужденному состоянию атомов:

- а) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>2</sup>; б) ...3s<sup>1</sup>3p<sup>3</sup>; в) ...3s<sup>1</sup>3p<sup>3</sup>3d<sup>3</sup>; г) ...3d<sup>5</sup>4s<sup>1</sup>; д) ...3d<sup>5</sup>4s<sup>1</sup>4p<sup>1</sup>.

8. Признак, по которому элементы объединяются в одну группу периодической системы:

- а) число энергетических уровней электронов в атомах элементов;  
б) число валентных электронов в атомах;  
в) число электронов на внешнем энергетическом уровне атома;  
г) число электронов на предвнешнем энергетическом уровне атома;  
д) сумма электронов на внешнем и предвнешнем энергетических уровнях атома.

9. Периодически изменяющиеся характеристики атомов:

- а) радиус атома; б) масса атома; в) заряд ядра;  
г) электроотрицательность; д) высшая степень окисления элемента.

10. Укажите последовательность элементов, которая соответствует увеличению радиуса их атомов:

- а) K<Ca<Zn<Rb; б) Ca<Zn<K<Rb; в) Zn<Ca<K<Rb; г) K<Zn<Ca<Rb.

11. В ряду элементов Na→Mg→Al→Si→P→S→Cl слева направо:

- а) увеличивается электроотрицательность;  
б) уменьшается энергия ионизации;  
в) увеличивается число валентных электронов;  
г) уменьшаются металлические свойства.

12. Для атомов хлора и марганца одинаково:

- а) число валентных электронов; б) число энергетических уровней;  
в) высшая валентность; г) формула высшего оксида.

13. Укажите частицы, имеющие электронную конфигурацию, одинаковую с атомом аргона:

- а) K<sup>0</sup>; б) Ca<sup>2+</sup>; в) Sc<sup>+</sup>; г) S<sup>2-</sup>.

14. Какие из следующих элементов проявляют в своих соединениях высшую валентность, равную номеру группы?

- а) бор; б) углерод; в) кислород; г) фтор; д) хлор.

15. С увеличением кратности связи:

- а) энергия и длина связи возрастают;

- б) энергия и длина связи уменьшаются;  
 в) энергия связи возрастает, а длина связи уменьшается;  
 г) энергия связи уменьшается, а длина связи возрастает;  
 д) обе величины не изменяются.
- 16. Выберите пару атомов, между которыми химическая связь имеет наиболее выраженный ионный характер:**  
 а) O – F; б) K – F; в) F – F; г) P – F.
- 17. Укажите вещества, молекулы которых имеют линейное строение:**  
 а) вода; б) этин; в) углерод(IV)-оксид; г) метан; д) этен.
- 18. Выберите пары элементов с указанными ниже электронными формулами атомов, которые образуют друг с другом кристаллические вещества с молекулярной решеткой:**  
 а)  $1s^1$  и ...  $2s^2 2p^4$ ;  
 б) ...  $2s^2 2p^4$  и ...  $2s^2 2p^2$  (в высшей степени окисления);  
 в) ...  $2s^2 2p^4$  и ...  $3s^2 3p^2$  (в высшей степени окисления);  
 г) ...  $3s^2 3p^0$  и ...  $3d^{10} 4s^2 4p^5$ ;  
 д) ...  $3d^{10} 4s^1 4p^0$  и ...  $3d^{10} 4s^2 4p^0$ .
- 19. неполярными являются молекулы:**  
 а) хлороводорода; б) метана; в) аммиака; г) углерод(IV)-оксида.
- 20. Водородные связи могут образовываться между молекулами веществ:**  
 а) водород; б) уксусная кислота; в) вода; г) этиловый спирт.
- 21. Выберите общие характеристики для водорода и щелочных металлов:**  
 а) число валентных электронов в атоме;  
 б) возможность проявления восстановительных свойств в химических реакциях;  
 в) возможность проявлять в соединениях степень окисления +1;  
 г) число электронов, недостающих до завершения внешнего энергетического уровня.
- 22. Укажите пару соединений, в которых степень окисления водорода равна соответственно +1 и –1:**  
 а)  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{NaNH}_2$ ; б)  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{HF}$ ; в)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KH}$ ; г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_3$ .
- 23. Гидрид-ион и атом водорода не отличаются:**  
 а) числом протонов; б) размерами; в) числом электронов;  
 г) окислительно-восстановительными свойствами.
- 24. 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)  $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0, \text{kat.}}$ .
- 25. Кальций гидрид при взаимодействии с водой проявляет свойства:**  
 а) окислителя; б) восстановителя;

в) ни окислителя, ни восстановителя;

г) вещества, отдающего электроны.

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

а)  $\text{KH} \xrightarrow{t}$ ; б)  $\text{CH}_4 \xrightarrow{t}$ ; в)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t}$ ;

г)  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{kat}, t^0}$ ; д)  $\text{Zn} + \text{NaOH}_{(\text{p-p})} \rightarrow$ ; ж)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow$ .

**27. Укажите схемы реакций, лежащих в основе лабораторных способов получения водорода:**

а)  $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow$ ; б)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб})} \rightarrow$ ; в)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^0}$ ;

г)  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^0}$ ; д)  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб})} \rightarrow$ ; е)  $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow$ .

**28. Укажите области практического использования водорода:**

а) восстановитель при получении металлов;

б) гидрогенизация растительных масел;

в) получение воды;

г) синтез хлороводорода.

**29. Выберите правильные утверждения. У водорода и галогенов:**

а) равное число валентных электронов;

б) равное число электронов на внешнем энергетическом уровне;

в) одинаковое значение минимальной степени окисления;

г) одинаково число электронов, недостающих до полного завершения внешнего энергетического уровня.

**30. Выберите утверждения, справедливые для всех галогенов:**

а) молекулы при н. у. двухатомны;

б) высшая валентность атомов всех галогенов равна семи;

в) в соединениях с кислородом степень окисления атомов всех галогенов положительна;

г) на внешнем энергетическом уровне в атомах всех галогенов в основном состоянии находится 7 электронов.

**31. Хлор при обычных условиях:**

а) жидкость темно-бурого цвета;

б) газ желто-зеленого цвета;

в) легче воздуха;

г) тяжелее углекислого газа;

д) отравляющее вещество.

**32. Отметьте схемы реально протекающих реакций:**

а)  $\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow$ ;

б)  $\text{KBr} + \text{I}_2 \rightarrow$ ;

в)  $\text{NaCl}(\text{кр.}) + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow$ ; г)  $\text{NaCl}(\text{p-p}) + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})} \rightarrow$ .



**33. Выберите вещества, с которыми реагирует хлор (при необходимых условиях):**

- а) вода; б) водород; в) железо; г) кальций гидроксид;  
д) аммиак; е) медь.

**34. Укажите схемы, которые соответствуют процессу восстановления атома хлора:**

- а)  $\text{ClO}_4^- \rightarrow \text{Cl}^-$ ; б)  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO}$ ; в)  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ ;  
г)  $2\text{ClO}_3^- \rightarrow \text{Cl}_2$ ; д)  $\text{ClO}_4^- \rightarrow \text{ClO}_3^-$ .

**35. Укажите схемы реакций, в которых соляная кислота является окислителем:**

- а)  $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$ ; б)  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$ ; д)  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{CuO} + \text{HCl} \rightarrow$ ; г)  $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow$ ; е)  $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ .

**36. Укажите вещества, с которыми реагирует бромоводородная кислота:**

- а) калий сульфат; б) натрий карбонат; в) калий иодид;  
г) серебро(I) нитрат; д) хлор; е) медь(II)-оксид; ж) калий перманганат.

**37. Выберите группы, в которых вещества расположены в порядке возрастания восстановительных свойств:**

- а) HI, HBr, HCl; б) HF, HCl, HI; в) Cl<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>; г) KCl, KBr, KI.

**38. Выберите соединения с преимущественно ионной связью:**

- а) хлороводород; б) фтороводород;  
в) калий хлорид; г) натрий фторид.

**39. Оба вещества – водород и хлор – взаимодействуют:**

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

**40. 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, азотная кислота (конц.);  
в) калий гидросульфит, калий бромид, серная кислота (конц.), кальций нитрат;  
г) марганец(II)-оксид; кальций карбонат, натрий силикат, аммиак;  
д) малахит, доломит, бертолетова соль, флюорит.

### **Часть Б**

**1.** Запишите электронную формулу катиона  $\text{Cr}^{3+}$ .

**2.** Укажите химические символы элементов, у которых в основном состоянии на 3d-подуровне находится 10 электронов.

**3.** Укажите частицу, обозначенную «?» в следующей ядерной реакции:



**4.** Укажите число нейтронов в частице  ${}^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ .

5. Период полураспада нуклида  $^{210}\text{Pb}$  равен 19,4 года. Через сколько лет масса свинца, взятого в виде указанного нуклида, равная 2 г, вследствие радиоактивного распада уменьшится до 250 мг?
6. Укажите тип кристаллической решетки со следующими свойствами: низкая температура плавления, склонность к сублимации, хрупкость, отсутствие электрической проводимости.
7. Рассчитайте суммарный объем газов ( $\text{дм}^3$ , н. у.), полученных при электролизе водного раствора, содержащего 2 кг  $\text{NaCl}$ . Практический выход процесса 50 %.

**В заданиях 8–10 запишите формулы веществ, обозначенных «X» в следующих схемах реакций.**

8.  $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{X} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
9.  $\text{KClO}_3 + \text{X} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ .
10.  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{KCl} + \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ .

## II. ЗАДАЧИ

1. При растворении 15,64 г одновалентного металла в  $100 \text{ см}^3$  воды выделилось  $4,48 \text{ дм}^3$  (н. у.) водорода. Определите: а) какой это металл; б) какова массовая доля электролита в полученном растворе. (Типовая задача 10)

**Ответ:** калий; 19,44 %

2. Какой объем водорода ( $\text{дм}^3$ , н. у.) выделится при взаимодействии кальций гидроксида с водой, если для нейтрализации полученного при этом раствора потребовалось  $43,67 \text{ см}^3$  соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$ , равной 29,2 % (пл.  $1,145 \text{ г/см}^3$ ). (Типовая задача 10)

**Ответ:**  $8,96 \text{ дм}^3$ .

3. 68,3 г смеси нитрата, иодида 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.

**Ответ:** 33,2 г, 20,2 г, 14,9 г;

4. Образец железа прореагировал с соляной кислотой. Другой образец железа такой же массы прореагировал с избытком хлора. Оказалось, что масса хлора, вступившего в реакцию, больше массы  $\text{HCl}$  на 3,35 г. Определите массу железа в образце.

**Ответ:** 5,6 г

5. Из 1 т поваренной соли, содержащей 10,5 % примесей, получено  $1250 \text{ дм}^3$  соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$ , равной 37 % (пл.  $1,19 \text{ г/см}^3$ ). Определите практический выход хлороводорода.

**Ответ:** 98,5 %

6. 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%?

Ответ:  $3,03 \text{ дм}^3$ ;

7. В 20 г раствора хлорида металла (II) с массовой долей соли 11,1 % содержится  $0,36 \cdot 10^{23}$  частиц. Считая диссоциацию полной, назовите металл.

Ответ: Ca

### III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (типовая задача 16).

Вещества, формулы которых указаны в цепочках, назовите по международной номенклатуре.

1.  $\text{K} \rightarrow \text{KH} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2$ .
2.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$ .
3.  $\text{H}_2 \rightarrow \text{HI} \rightarrow \text{KI} \rightarrow \text{KBr} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl}$ .
4.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2$ .
5.  $\text{Br}_2 - \text{NaBr} \rightarrow \text{NaCl} - \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3$ .

### Учебное задание № 4

Тема: Подгруппа кислорода

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.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

### І. Тестовое задание

#### Часть А

**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. 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. 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.

**6. 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.

**7. 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)  $\text{SO}_3$ .

**8. При полном превращении 2 моль озона в кислород в закрытом сосуде произошли изменения:**

а) количества вещества; б) массы вещества;

в) числа атомов; г) химической активности;

д) давления.

**9. Количество (моль) кислорода образующегося из 2 моль калий перманганата при его полном химическом разложении равно:**

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4,5.

**10. При окислении 12 г некоторого металла получено 16,8 его оксида. Какой объем ( $\text{дм}^3$ , н. у.) кислорода затрачен на окисление?**

а) 3,36; б) 2,24; в) 4,8; г) 6,72 .

**11. Укажите характер и механизм образования химической связи между атомами водорода и кислорода в молекуле воды:**

а) водородная; б) ионная; в) ковалентная полярная;

г) связь по обменному механизму;

д) связь по донорно-акцепторному механизму.

**12. Укажите вещества, которые реагируют с водой при обычной или повышенной температуре:**

а) уголь; б) хлор; в) медь (II)-оксид;

г) углерод (II)-оксид; д) кремний (IV)-оксид; е) железо.

**13. 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.

**14. Выберите металлы, с которыми вода реагирует только при нагревании:**

а) калий; б) медь; в) железо; г) цинк.

**15. Сера в природе встречается:**

- а) в самородном виде; б) в составе сульфатов;  
в) в составе сульфидов; г) в составе солей минеральных источников;  
д) в виде паров в верхних слоях атмосферы.

**16. Выберите ряд формул, в котором степень окисления серы последовательно возрастает:**

- а)  $S_2O_3^{2-}$ ,  $S_2O_7^{2-}$ ,  $S_8$ ,  $SF_4$ ; б)  $S_8$ ,  $HS^-$ ,  $HS_2^-$ ,  $HSO_4^-$ ;  
в)  $HSO_4^-$ ,  $HSO_3^-$ ,  $S_8$ ,  $HS^-$ ; г)  $S_8$ ,  $HS_2^-$ ,  $HS^-$ ,  $HSO_3^-$ .

**17. Укажите вещества, содержащие  $\pi$ -связи в структуре:**

- а)  $H_2S$ ; б)  $SO_2$ ; в)  $O_2$ ; г)  $S_8$ ; д)  $SO_3$ ; ж)  $H_2SO_4$ ; з)  $Na_2S$ .

**18. Составьте уравнение реакции обжига сульфида железа (II) в кислороде (продукты реакции те же, что и при обжиге пирита, см. решение типовой задачи б). Найдите сумму стехиометрических коэффициентов в этом уравнении:**

- а) 9; б) 12; в) 17; г) 28; д) 36.

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

- а)  $SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_4$ ; б)  $FeS_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ ;  
в)  $ZnS \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ ; г)  $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ .

**20. Какую массу серной кислоты (г) можно получить из 2 моль не содержащего примесей пирита, если потери в производстве составляют 5 %?**

- а) 370,4; б) 372,4; в) 376,0; г) 392,0.

**21. Реакция обжига пирита, используемая при промышленном получении  $H_2SO_4$ :**

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

**22. 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.

**23. Укажите схемы процессов окисления:**

- а)  $HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$ ; б)  $HSO_3^- \rightarrow SO_4^{2-}$ ; в)  $SO_3^{2-} \rightarrow SO_2$ ;  
г)  $SO_2 \rightarrow SO_4^{2-}$ ; д)  $H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$ ; е)  $SO_4^{2-} \rightarrow SO_3^{2-}$ .

**24. Сера образуется в результате реакций:**

- а)  $H_2S + O_2(\text{избыток}) \rightarrow$ ; б)  $H_2S + O_2(\text{недостаток}) \rightarrow$ ;  
в)  $H_2S + SO_2 \rightarrow$ ; г)  $K_2S + HCl \rightarrow$ .

**25. Сера (IV)-оксид является восстановителем, реагируя с веществами, формулы которых:**

- а)  $KMnO_4$ ; б)  $HNO_3$ ; в)  $O_2$ ; г)  $H_2S$ ; д)  $K_2Cr_2O_7$ ; е)  $C$ ; ж)  $H_2$ .

**26. 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.
- 27. 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.
- 28. Укажите схемы реакций, приводящих к образованию сера(IV)-оксида:**  
 а)  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2(\text{недостаток}) \rightarrow$ ;      б)  $\text{CuS} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0}$ ;  
 в)  $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$ ;      г)  $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^0}$ .
- 29. 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)  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ .
- 30. Укажите соединения, водные растворы которых окрашивают лакмус в синий цвет:**  
 а)  $\text{NaHS}$ ;      б)  $\text{CuS}$ ;      в)  $\text{CuSO}_4$ ;      г)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ;      д)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .
- 31. Укажите схемы осуществимых реакций с участием сероводородной кислоты:**  
 а)  $\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;      б)  $\text{H}_2\text{S} + \text{KCl} \rightarrow$ ;  
 в)  $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$ ;      г)  $\text{KHS} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ .
- 32. Выберите факторы, смещающие равновесие процесса  $\text{H}_2\text{S}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г}) + \text{S}(\text{к}) - \text{Q}$  в сторону образования кристаллической серы:**  
 а) повышение температуры;      б) понижение давления;  
 в) повышение концентрации водорода;  
 г) повышение концентрации сероводорода;  
 д) повышение давления.
- 33. Газовая смесь, содержащая кислород и сера(IV)-оксид, имеет плотность по водороду, равную 20. Определите объемную долю (%) оксида серы (IV) в смеси:**  
 а) 20;      б) 25;      в) 50;      г) 75;      д) 80.
- 34. Какой минимальный объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) сера(IV)-оксида нужен для полной нейтрализации раствора, содержащего 14 г калий гидроксида?**  
 а) 2,8;      б) 5,6;      в) 7,2;      г) 1,4.
- 35. Укажите вещества, с которыми реагирует разбавленный раствор серной кислоты:**  
 а) серебро; б) цинк; в) натрий хлорид; г) поташ; д) известковая вода.
- 36. 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  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$ ;



**37. Какие металлы при определенных условиях реагируют с концентрированной серной кислотой, но не реагируют с разбавленной серной кислотой?**

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

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

- а) при обычных условиях реагирует с железом и алюминием;  
 б) вытесняет из кристаллических хлоридов хлороводород;  
 в) окислитель за счет ионов  $\text{H}^+$  ( $\text{H}_3\text{O}^+$ );  
 г) окислитель за счет ионов  $\text{S}^{+6}$  ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

**39. Выберите ряд, в котором каждое вещество может быть окислено концентрированной серной кислотой:**

- а)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$ ; б)  $\text{HBr}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{P}$ ;  
 в)  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{S}$ ; г)  $\text{HF}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ .

**40. 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) к выделению из раствора смеси  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{SO}_2$ ;  
 в) к образованию 100%-ной кислоты;  
 г) к образованию олеума;  
 д) к образованию олеиновой кислоты.

### **Часть Б**

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

**2.** На сжигание 1 л вещества потребовалось 3 л кислорода, при этом получено 1 л  $\text{CO}_2$  и 2 л  $\text{SO}_2$ . Установите формулу вещества.

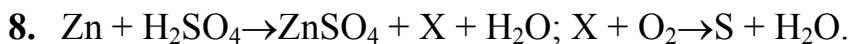
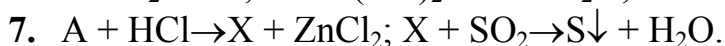
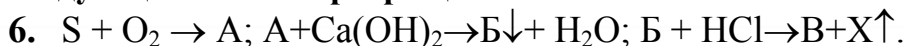
**3.** Рассчитайте массу  $\text{SO}_3$ , которую нужно растворить в воде, чтобы получить раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массой 200 г с массовой долей кислоты 9,8 %.

**4.** Рассчитайте химическое количество  $\text{SO}_3$ , которое должно быть добавлено к 180 г 100%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , для получения олеума с массовой долей  $\text{SO}_3$  10 %.

**5.** В составе водородного соединения халькогена химическим количеством 0,1 моль содержится  $2,17 \cdot 10^{24}$  электронов. Запишите химический символ этого халькогена.



**В заданиях 6–8 запишите формулы веществ, обозначенных «X» в следующих схемах превращений.**



9. Укажите значение коэффициента перед  $H_2SO_4$  в уравнении:



10. Запишите формулу «горькой» (английской) соли.

## II. ЗАДАЧИ

1. Какую массу (в тоннах) раствора серной кислоты с массовой долей  $H_2SO_4$  75 % можно получить из 60 т пирита, содержащего 80 %  $FeS_2$ , если производственные потери составляют 10 %? (Типовая задача 6)

**Ответ: 94 т**

2. Какой объем воды ( $cm^3$ ) надо прибавить к  $100 cm^3$  раствора с массовой долей  $H_2SO_4$ , равной 20 % (пл. 1,14 г/ $cm^3$ ), чтобы получить раствор кислоты с массовой долей  $H_2SO_4$  5 %?

**Ответ: 342 см3**

3. Насыщенный при  $100^\circ C$  раствор сульфата цинка массой 300 г охладили до  $10^\circ C$ . Какая масса  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  выпадет в осадок, если при  $100^\circ C$  в 100 г воды растворяется 60,5 г соли  $ZnSO_4$ , а при  $10^\circ C$  массовая доля насыщенного раствора  $ZnSO_4$  равна 32,2%?

**Ответ: 69,03 г**

4. Какой максимальный объем ( $dm^3$ , н. у.) сера(IV)-оксида может быть поглощен  $800 cm^3$  раствора с массовой долей натрия гидроксида 10 % (пл. 1,11 г/ $cm^3$ )? Определите массовую долю (%) образующейся в растворе соли (см. решение типовой задачи 8).

**Ответ: 49,73 дм3; 22,42 %**

5. При сильном нагревании 4 г смеси натрия хлорида и натрия сульфата с концентрированной серной кислотой получено 4,25 г натрия сульфата. Определите массовую долю натрия хлорида в исходной смеси.

**Ответ: 29,25 %.**

6. Имеется 2  $dm^3$  (н. у.) смеси  $SO_2$  и  $O_2$ . В результате реакции между ними образовалось 0,18 г  $SO_3$ . Определите объемный состав исходной смеси ( $dm^3$ ), учитывая, что  $SO_2$  вступил в реакцию полностью.

**Ответ: 0,05 дм3 и 1,95 дм3**

7. Олеум массой 8,8 г с содержанием  $SO_3$  37%, добавляют к 60 г 30%-ной серной кислоты. Установите состав (в мас.%) полученного раствора.

(Типовая задача 13)

**Ответ: 40%  $H_2SO_4$ ; 60%  $H_2O$**

## III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (типовая задача 16).

1. Бертолетова соль  $\rightarrow$  кислород  $\rightarrow$  диоксид серы  $\rightarrow$  кальций сульфит  $\rightarrow$  кальций гидросульфит  $\rightarrow$  кальций карбонат.
2.  $S \rightarrow Na_2S \rightarrow H_2S \rightarrow NaHS \rightarrow H_2S \rightarrow S$ .
3. Цинк сульфид  $\rightarrow$  сероводород  $\rightarrow$  медь(II) сульфид  $\rightarrow$  сера(VI)-оксид  $\rightarrow$  натрий сульфат  $\rightarrow$  натрий гидроксид.
4.  $H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow S \rightarrow FeS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2$ .
5.  $H_2S \rightarrow FeS \rightarrow SO_2 \rightarrow NaHSO_3 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow Na_2CO_3$ .

### Учебное задание № 5

#### Тема: Подгруппа азота. Скорость химической реакции и химическое равновесие 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.

Скорость химических реакций. Зависимость скорости от природы и концентрации реагирующих веществ, температуры. Катализ и катализаторы. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие и условия, влияющие на смещение химического равновесия. Тепловой эффект химической реакции.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5

### I. Тестовое задание

#### Часть А

#### 1. Выберите верные утверждения:

- а) высшая валентность атомов азота и фосфора в их соединениях равна пяти;
- б) валентность атомов в молекуле белого фосфора равна трем;
- в) в молекуле азота при перекрывании электронных облаков образуются 1 $\sigma$  и 2 $\pi$  связи;
- г) степень окисления атома азота в катионе аммония равна (-4);
- д) валентность атома азота в катионе аммония равна четырем.

#### 2. Укажите соединения, в которых атом азота имеет степень окисления (-3):

- а) азотная кислота; б) магний нитрид; в) аммиак;
- г) аммоний хлорид; д) азотистая кислота.

#### 3. 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)  $\text{HNO}_2$ .

#### 4. Укажите верные утверждения:

- а) в ряду  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{NH}_3$  температура кипения веществ увеличивается;
- б) в ряду  $\text{NH}_3 - \text{PH}_3 - \text{AsH}_3$  уменьшается полярность химической связи элемент-водород;
- в) устойчивость соединений в ряду  $\text{NH}_3 - \text{PH}_3 - \text{AsH}_3$  уменьшается;

- г) кислотные свойства оксидов в ряду  $N_2O_5 - P_2O_5 - As_2O_5$  возрастают;  
 д) в ряду  $HNO_3 - H_3PO_4 - H_3AsO_4$  сила кислот уменьшается.
- 5. Укажите вещество, с которым взаимодействует азот при обычных условиях:**  
 а) водород; б) кислород; в) литий; г) магний; д) натрий гидроксид;
- 6. Азот в лаборатории получают:**  
 а) из воздуха;  
 б) термическим разложением аммоний нитрита;  
 в) взаимодействием меди с  $HNO_3$  (конц.);  
 г) взаимодействием меди с  $HNO_3$  (разб.).
- 7. Атом азота может проявлять свойства как окислителя, так и восстановителя в каждом из веществ, формулы которых:**  
 а)  $HNO_2, N_2O_5, NO$ ; б)  $HNO_3, N_2O_3, N_2$ ;  
 в)  $N_2, N_2O_3, NH_3$ ; г)  $HNO_2, N_2, NO_2$ .
- 8. Выберите правильные утверждения, характеризующие молекулу аммиака:**  
 а) полярна; б) плоская; в) валентный угол равен  $120^\circ$ ;  
 г) может быть донором электронов;  
 д) не может быть акцептором протонов.
- 9. Укажите вещества, в реакциях с которыми аммиак проявляет основные свойства:**  
 а) кислород; б) вода; в) натрий гидроксид;  
 г) медь(II)-оксид; д) хлороводород; е) фосфорная кислота.
- 10. Образование аммиака возможно:**  
 а) при 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.
- 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. Укажите схемы реакций, при протекании которых выделяется азот(II)-оксид:**  
 а)  $NH_3 + O_2 \rightarrow$ ; б)  $Ag + HNO_3(\text{разб.}) \rightarrow$ ;  
 в)  $HNO_3 \xrightarrow{t^0}$ ; г)  $Ag + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow$ ;  
 д)  $NH_3 + O_2 \xrightarrow{Kat, t^0}$ ; е)  $Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^0}$ .
- 13. Преимущественно азот(IV)-оксид получается при взаимодействии:**  
 а) кислорода и азот(II)-оксида;

- б) серебра с разбавленной азотной кислотой;  
 в) меди с концентрированной азотной кислотой;  
 г) азота с кислородом.
- 14. При растворении азот(IV)-оксида в воде при различных условиях можно получить:**  
 а)  $\text{HNO}_3$ ; б)  $\text{NO}$ ; в)  $\text{N}_2\text{O}$ ; г)  $\text{HNO}_2$ .
- 15. 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.
- 16. Выберите названия веществ, с которыми концентрированная азотная кислота при обычных условиях не реагирует:**  
 а) серебро; б) уголь; в) железо; г) углерод(IV)-оксид;  
 д) фосфор; е) сероводород; ж) алюминий.
- 17. Общие свойства кислот азотная кислота проявляет при взаимодействии:**  
 а) с медью; б) кальций оксидом; в) калий гидроксидом; г) с серой.
- 18. Укажите схемы реакций, в которых образуется азотная кислота:**  
 а)  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^0}$ ; б)  $\text{NaNO}_3(\text{кр}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \xrightarrow[\text{нагревание}]{\text{слабое}}$ ;  
 в)  $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; г)  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ .
- 19. Укажите пары схем реакций, которые могут быть использованы для получения нитратов:**  
 а)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$  и  $\text{Ag} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow$ ;  
 б)  $\text{Fe} + \text{AgNO}_3(\text{раствор}) \rightarrow$  и  $\text{BaSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ ;  
 в)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$  и  $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$ ;  
 г)  $\text{CaCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ ;  
 д)  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{HNO}_3 \rightarrow$  и  $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow$ .
- 20. Укажите нитраты, при разложении которых образуется оксид металла:**  
 а)  $\text{NaNO}_3$ ; б)  $\text{AgNO}_3$ ; в)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;  
 г)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; д)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ; е)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ .
- 21. 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)  $\text{PO}_3^-$ .
- 22. 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  $60^{\circ}$ .
- 23. Укажите вещества, в реакциях с которыми фосфор является восстановителем:**
- а) магний; б) кислород; в) сера; г) хлор;  
д) азотная кислота; е) бертолетова соль.
- 24. Укажите схемы реакций, которые могут быть использованы для получения ортофосфорной кислоты:**
- а)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ; б)  $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; в)  $\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \rightarrow$ ;  
г)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ; д)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; е)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \rightarrow$ .
- 25. Укажите формулы веществ, которые реагируют с ортофосфорной кислотой:**
- а)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; б)  $\text{Cu}$ ; в)  $\text{CaO}$ ; г)  $\text{NaCl}$ ;  
д)  $\text{Zn}$ ; е)  $\text{CaHPO}_4$ ; ж)  $\text{CaCO}_3$ .
- 26. И ортофосфорная, и азотная разбавленная кислоты реагируют:**
- а) с серебром; б) медь(II)-оксидом;  
в) калий гидроксидом; г) с аммиаком.
- 27. В отличие от концентрированной азотной кислоты ортофосфорная кислота не реагирует:**
- а) с алюминием; б) медью; в) фосфором; г) с серой.
- 28. Укажите схемы осуществимых реакций:**
- а)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow$ ; б)  $\text{Cu} + \text{H}_3\text{PO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$ ;  
в)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{C} \xrightarrow{t^{\circ}} \rightarrow$ ; г)  $\text{CaHPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ ;  
д)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ ; е)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$ ;  
ж)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ .
- 29. Аммоний дигидроортофосфат реагирует:**
- а) с ортофосфорной кислотой; б) серной кислотой;  
в) аммиаком; г) с калий гидроксидом.
- 30. В реакции  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{HPO}_4^{2-}$  дигидроортофосфат-ион ведет себя как:**
- а) восстановитель; в) донор протонов;  
б) окислитель; г) акцептор протонов.
- 31. Калий ортофосфат в отличие от калий дигидроортофосфата реагирует с:**
- а)  $\text{NaOH}$ ; б)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; в)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; г)  $\text{NH}_3$  (водный раствор).
- 32. За время, равное 10с, концентрация вещества А изменилась от 3,10 моль/дм<sup>3</sup> до 3,05 моль/дм<sup>3</sup>. Укажите среднее значение скорости реакции по веществу А:**
- а) 0,003 моль/дм<sup>3</sup>·с; б) 0,005 моль/дм<sup>3</sup>·с;  
в) 0,300 моль/дм<sup>3</sup>·мин; г)  $8,33 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>·мин.
- 33. Для смещения вправо равновесия химической реакции:  $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})} + 90 \text{ кДж}$  можно использовать:**

- а) понижение давления;
- б) повышение температуры;
- в) понижение температуры;
- г) увеличение концентрации  $\text{NH}_3$  в системе;
- д) увеличение концентрации азота в реакционной смеси;
- е) введение катализатора.

**34. Промышленный синтез аммиака проводят при повышенной температуре, чтобы:**

- а) сместить равновесия процесса вправо;
- б) увеличить выход аммиака;
- в) увеличить скорость реакции;
- г) сместить равновесие процесса влево.

**35. Во сколько раз увеличится скорость реакции  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  при повышении температуры от 20 до 60 °С, если при повышении температуры на 10 °С скорость реакции увеличивается в 2 раза?**

- а) 2;      б) 4;      в) 8;      г) 16.

**36. Выберите верные утверждения. В состоянии химического равновесия:**

- а) в системе присутствуют как продукты реакции, так и каждое из исходных веществ;
- б) превращение веществ не происходит;
- в) за единицу времени образуется столько же молекул продуктов реакций, сколько их распадается;
- г) концентрации исходных веществ и продуктов реакции не изменяются;
- д) система может находиться бесконечно долго, пока на нее не будет произведено внешнее воздействие.

**37. Уменьшение давления смещает равновесие вправо для процессов:**

- а)  $\text{H}_2(\text{газ}) + \text{Cl}_2(\text{газ}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{газ})$ ;
- б)  $\text{CO}_2(\text{газ}) + \text{C}(\text{кр.}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{газ})$ ;
- в)  $\text{CaCO}_3(\text{кр.}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{кр.}) + \text{CO}_2(\text{газ})$ ;
- г)  $\text{N}_2(\text{газ}) + 3\text{H}_2(\text{газ}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{газ})$ .

**38. Изменение давления не смещает равновесие процессов:**

- а)  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{S}(\text{к}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{г})$ ;
- б)  $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{г})$ ;
- в)  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{к}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{г})$ ;
- г)  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{г})$ .

**39. В результате протекания экзотермической реакции энергия системы:**

- а) уменьшается;
- б) возрастает;
- в) не изменяется;
- г) может увеличиваться, а может уменьшаться.

**40. Учитывая термохимическое уравнение:**



**определите, какая масса угля сожжена, если выделилось 206 кДж теплоты (Типовая задача 12):**

- а) 12 г;
- б) 12 кг;
- в) 6 г;
- г) 12000 мг.

**Часть Б**

1. Укажите сумму числа  $\sigma$ -связей в одной молекуле белого фосфора и двух молекулах азота.
2. Укажите символ элемента, электронная конфигурация атома которого соответствует электронной конфигурации  $N^{+3}$ .
3. При  $60\text{ }^\circ\text{C}$  реакция протекает за 270 с. Установите, за какое время (с) завершится та же реакция при  $80\text{ }^\circ\text{C}$ , если температурный коэффициент равен 3.
4. Определите, во сколько раз изменится скорость реакции  $\text{FeO}(к)+\text{CO} \rightarrow \text{Fe}(к)+\text{CO}_2$ , если концентрацию  $\text{CO}$  уменьшить с 26,22 до 0,69 моль/дм<sup>3</sup>.
5. Запишите формулу соли, образующейся при взаимодействии 50 г водного раствора с массовой долей  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  12 % и 1,12 дм<sup>3</sup> аммиака (н. у.).

**В заданиях 6–9 укажите химическую формулу вещества, обозначенного «X».**

6.  $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{X} \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ .
7.  $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{X} + \text{O}_2 \rightarrow \text{A}$ ;  $\text{A} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$ .
8.  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{A}$ ;  $\text{A} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \text{изб.} \rightarrow \text{B}$ ;  $\text{B} + \text{X} \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ .
9.  $\text{CuO} + \text{X} \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} + \text{A}$ ;  $\text{A} + \text{H}_2 \xleftarrow{t, kt, p} \text{B}$ ;  $\text{B} + \text{O}_2 \xrightarrow{kt, t^\circ} \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ .
10. Укажите химическую формулу вещества, имеющего название «преципитат».

## II. ЗАДАЧИ

1. В 1 дм<sup>3</sup> воды при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  растворяется 702 дм<sup>3</sup> (н. у.) аммиака. Вычислите массовую долю аммиака (%) в насыщенной при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  аммиачной воде.

**Ответ:** 34,7 %

2. Сколько тонн раствора с массовой долей  $\text{HNO}_3$ , равной 0,55, можно получить из 1 т аммиака, если выход продукта окисления в контактном аппарате достигает 98 %, а выход кислоты в поглотительной колонне составляет 94%?

**Ответ:** 6,2 т.

3. Рассчитайте массовую долю ортофосфорной кислоты (%) в растворе, полученном растворением при кипячении 71 г фосфор(V)-оксида в 600 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  равной 85 % (пл. 1,70 г/см<sup>3</sup>).

**Ответ:** 88,5 %

4. К 400 г раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  24,5 % прибавили фосфор(V)-оксид, полученный сжиганием 62 г фосфора, и раствор прокипятили. Вычислите объем (дм<sup>3</sup>) раствора натрия гидроксида с массовой долей  $\text{NaOH}$  5 % (пл. 1,05 г/см<sup>3</sup>), который потребуется для превращения всей содержащейся в растворе кислоты в натрий гидроортофосфат.

**Ответ:** 4,57 дм<sup>3</sup>

5. При нагревании аммиака 25 % его распалось на простые вещества. Вычислите содержание всех компонентов в образовавшейся газовой смеси в объемных процентах.



**Ответ:** 60 % NH<sub>3</sub>; 10 % N<sub>2</sub>; 30 % H<sub>2</sub>

6. Реакция соединения азота и водорода обратима и протекает по уравнению:  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ . В состоянии равновесия концентрации участвующих в ней веществ были: [N<sub>2</sub>] — 0,2 моль/дм<sup>3</sup>; [H<sub>2</sub>] — 4,0 моль/ дм<sup>3</sup>; [NH<sub>3</sub>] — 0,8 моль/ дм<sup>3</sup>. Вычислить исходные концентрации всех трех веществ.

**Ответ:** 0,6; 5,2; 0 (моль/ дм<sup>3</sup>)

7. В закрытом сосуде находилась смесь газообразных веществ с концентрациями A = 1 моль/дм<sup>3</sup>; B = 2 моль/дм<sup>3</sup>; C = 0,01 моль/дм<sup>3</sup>. После истечения некоторого времени установилось равновесие  $3A + B \rightleftharpoons 2C$ . Вычислите концентрации всех веществ в момент равновесия, если известно, что концентрация вещества A уменьшилась на 30 %.

**Ответ:** 0,7; 1,9; 0,21 (моль/дм<sup>3</sup>).

### III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (типовая задача 16).

1. N<sub>2</sub> → NH<sub>3</sub> → NO → Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> → NO<sub>2</sub> → NO.
2. Аммоний гидрокарбонат → аммиак → нашатырный спирт → нашатырь → аммоний нитрат → азот(I)-оксид.
3. NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub> → N<sub>2</sub> → NO<sub>2</sub> → NaNO<sub>3</sub> → HNO<sub>3</sub> → NO.
4. Фосфор → кальций ортофосфат → кальций дигидроортофосфат → аммоний дигидроортофосфат → аммиак → азот.
5. Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> → P → H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> → (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> → Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> → H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

## Учебное задание № 6

**Тема:** Подгруппа углерода

### Объем учебного материала

Положение в периодической системе химических элементов и особенности электронного строения атомов. Закономерности изменения свойств атомов элементов IVA-группы: заряд ядра, радиус атома, электроотрицательность. Углерод и кремний в природе, биологическое значение соединений углерода. Круговорот углерода в природе. Парниковый эффект и его последствия.

Простые вещества углерода и кремния, аллотропные модификации углерода. Строение и физические свойства простых веществ. Понятие об адсорбции. Химические свойства простых веществ: взаимодействие со фтором, кислородом, металлами. Понятие о карбидах и силицидах. Использование углерода для восстановления металлов из их оксидов.

Оксид углерода (II): строение молекулы, восстановительные свойства, горение. Оксид углерода(II) как ядовитое вещество и загрязнитель ат-

мосферного воздуха. Оксид углерода(IV) (углекислый газ): строение молекулы, физические свойства, получение при взаимодействии углерода с кислородом, термическом разложении карбонатов и сжигании органических веществ. Химические свойства углекислого газа: взаимодействие с водой, основными оксидами и основаниями, качественная реакция на углекислый газ.

Понятие об оксиде кремния(IV). 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. Изготовление строительных материалов для строительства жилых домов, способствующих уменьшению проникновения холодного воздуха и шума, отрицательно влияющих на здоровье человека. Основные предприятия по производству строительных материалов и стекла в Республике Беларусь. Силикаты.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 6

### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

#### Часть А

**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) «сухой лед», сода, поташ, жидкое стекло;
- г) известняк, мрамор, доломит, силикагель.

**2. Аллотропными модификациями углерода являются:**

- а) кокс;            б) графит;            в) сажа;            г) алмаз;
- д) активированный уголь;            е) карбин;            ж) фуллерен.

**3. Графиту характерны следующие физические свойства:**

- а) мягкий, легко расслаивается; б) очень твердый, желтого цвета;
- в) темно-серый, непрозрачный; г) электропроводный, мягкий.

**4. Атомы кремния и атомы углерода различаются между собой:**

- а) протонным числом;            б) нуклонным числом;
- в) числом валентных электронов;            г) числом энергетических уровней.

**5. 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.

- 6. Степень окисления атома кремния равна (-4):**  
 а) в магний силициде; б) натрий силикате; в) карборунде;  
 г) силане; д) в кремний фториде.
- 7. Максимальную степень окисления кремний проявляет в составе:**  
 а) карборунда; б) кальций силицида; в) силана; г) кремнезема.
- 8. Углерод проявляет восстановительные свойства реагируя:**  
 а) с кальцием; б) соляной кислотой; в) медь(II)-оксидом;  
 г) углерод (II)-оксидом; д) водородом; е) азотной кислотой;  
 ж) углерод(IV)-оксидом; з) с водой.
- 9. В реакции алюминия с углеродом образуется карбид состава:**  
 а)  $Al_2C_3$ ; б)  $Al_4C$ ; в)  $Al_4C_3$ ; г)  $AlC$ .
- 10. Массовая доля углерода в оксиде равна 42,86 %. Валентность атома углерода в этом оксиде:**  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
- 11. 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.
- 12. Укажите схемы реакций, в которых угарный газ проявляет восстановительные свойства:**  
 а)  $CO + O_2 \rightarrow$ ; б)  $CO + Mg \xrightarrow{t^0}$ ;  
 в)  $CO + NaOH \xrightarrow{t^0}$ ; г)  $CO + Cl_2 \rightarrow$ .
- 13. Формуле  $CO_2$  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.
- 14. 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  $O - C - O$  равен  $108^\circ$ ;

е) общее число неподеленных электронных пар в молекуле равно четырем.

**15. Укажите верные утверждения:**

- а) химические связи в молекуле метана прочнее, чем в молекуле силана;
- б) кристаллическая решетка «сухого» льда — молекулярная, а кремнезема — атомная;
- в) температуры плавления веществ с молекулярной кристаллической решеткой выше, чем для веществ с атомной решеткой;
- г) температура плавления  $\text{CO}_2$  ниже, чем  $\text{SiO}_2$ ;
- д) кислотные свойства диоксида кремния выражены сильнее, чем у диоксида углерода.

**16. Выберите формулы веществ, с которыми реагирует углерод(IV)-оксид при определенных условиях:**

- а) Mg; б)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; в) C; г) NaCl; д)  $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; е)  $\text{H}_2\text{O}$ ; ж)  $\text{O}_2$ ; з)  $\text{H}_2$ .

**17. И оксид кремния (IV) и оксид углерода (IV):**

- а) имеют одинаковый тип кристаллической решетки в твердом состоянии;
- б) содержат атомы углерода и кремния в одинаковой степени окисления и с одинаковой валентностью;
- в) могут проявлять окислительные свойства;
- г) реагируя со щелочами, способны к образованию кислых солей.

**18. Углерод(IV)-оксид проявляет окислительные свойства при взаимодействии:**

- а) с оксидом кальция; б) углем; в) гидроксидом натрия;
- г) водой; д) с магнием.

**19. При нагревании кальций карбоната с кремнеземом образуется:**

- а) кальций карбид; б) графит;
- в) кальций силицид; г) кальций силикат.

**20. Как кремнезем, так и углерод(IV)-оксид реагируют:**

- а) с барий оксидом; б) водой; в) магнием; г) с углеродом.

**21. Выберите схемы реакций, которые можно использовать для получения  $\text{CO}_2$ :**

- а)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t^0} ;$  г)  $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t^0} ;$
- б)  $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow ;$  д)  $\text{BaCO}_3 \xrightarrow{t^0} ;$
- в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow ;$  е)  $\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0} ;$
- ж)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{умеренное нагревание}} .$

**22. Укажите общее число электронов в гидрокарбонат - ионе:**

- а) 61; б) 31; в) 62; г) 32.

**23. Натрий гидрокарбонат взаимодействует:**

- а) с известковой водой; б) калий гидроксидом; в) с уксусной кислотой;
- г) кальций хлоридом; д) соляной кислотой.

24. Укажите формулы веществ, которые следует прибавить в систему  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$  для смещения равновесия вправо:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{KOH}$ ; в)  $\text{HCl}$ ; г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; д)  $\text{CaCO}_3$ .

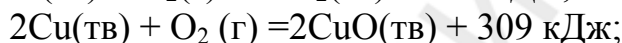
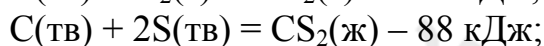
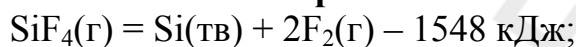
25. Кальцинированную соду можно получить прокаливанием:

- а) известняка; б) декагидрата натрий карбоната;  
в) натрий гидрокарбоната; г) пищевой соды.

26. Определите тепловой эффект (кДж) реакции  $\text{CaO}(\text{тв.}) + \text{CO}_2(\text{г.}) = \text{CaCO}_3(\text{тв.})$ , если при поглощении  $56 \text{ дм}^3 \text{ CO}_2$  (н. у.) выделяется 106 ккал энергии:

- а) +42,4; б) +177; в) +17,7; г) -177.

27. На основании следующих термохимических уравнений реакций определите, при образовании 1 моль какого сложного вещества выделяется наибольшее количество энергии:



- а)  $\text{SiF}_4$ ; б)  $\text{CO}_2$ ; в)  $\text{CS}_2$ ; г)  $\text{SiO}_2$ ; д)  $\text{CuO}$ .

28. При обычных условиях кремний реагирует:

- а) с кислородом; б) водородом; в) фтором;  
г) хлором; д) серой; е) с раствором  $\text{NaOH}$ .

29. Как калий силикат, так и калий карбонат реагируют с:

- а)  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ; б)  $\text{HCl}(\text{р-р})$ ; в)  $\text{BaCl}_2(\text{р-р})$ ; г)  $\text{NaNO}_3(\text{р-р})$ .

30. Укажите схемы реакций, в результате которых может образоваться кремниевая кислота:



31. Состав растворимого (жидкого) стекла можно выразить формулой:

- а)  $\text{CaSiO}_3$ ; б)  $\text{MgSiO}_3$ ; в)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ; г)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .

32. Укажите пары схем осуществимых реакций:



33. Натрий гидрокарбонат можно перевести в натрий карбонат:

- а) прокаливанием;  
б) взаимодействием с натрий гидроксидом;  
в) взаимодействием с барий гидроксидом;  
г) взаимодействием с водным раствором углекислого газа.

**34. Водные растворы как силиката, так и гидрокарбоната калия реагируют:**

- а) с  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;      б)  $\text{HCl}$ ;      в)  $\text{NaCl}$ ;      г) с  $\text{NaOH}$ .

**35. Сокращенное ионное уравнение  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$  описывает взаимодействие водных растворов веществ:**

- а)  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;      б)  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{HNO}_3$ ;  
в)  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{NaOH}$ ;      г)  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

**36. 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)  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ .

**37. Водные растворы  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{KCl}$  между собой можно различить с помощью:**

- а) известковой воды;      б) магний хлорида;  
в) соляной кислоты;      г) натрий гидроксида.  
д) раствора лакмуса.

**38. Сырьем для производства обычного оконного стекла служат:**

- а) поташ; б) кварцевый песок; в) сода; г) глина; д) известняк.

**39. Рассчитайте химическое количество кремния, которое может вступить в реакцию с раствором щелочи, содержащим 2 моль  $\text{NaOH}$ :**

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

**40. Укажите основную составную часть глины:**

- а)  $\text{SiO}_2$ ;      б)  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ;  
в)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

### **Часть Б**

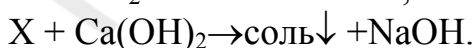
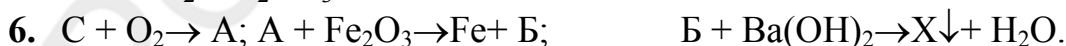
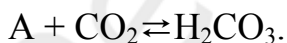
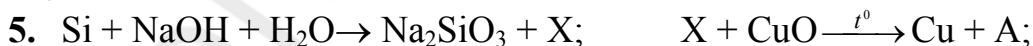
**1.** Запишите химическую формулу, отражающую состав тугоплавкого стекла.

**2.** Укажите окраску лакмуса в водном растворе калий силиката.

**3.** При окислении угарного газа хлором над активированным углем при нагревании образуется высокотоксичный газ. Запишите его химическую формулу и название.

**4.** Рассчитайте массовую долю кремния в полевом шпате.

**В заданиях 5–7 требуется записать возможную формулу вещества, обозначенного «X».**



8. Определите скорость реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{CO}$ , если через 1 мин 20 с после ее начала концентрация водяного пара была 0,24 моль/дм<sup>3</sup>, а через 2 мин 7 с после ее начала стала 0,28 моль/дм<sup>3</sup>.

9. Во сколько раз изменится скорость реакции  $\text{O}_2 + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2$  при уменьшении давления в 6 раз?

10. Укажите формулу карбида металла, который может быть использован для получения метана в лабораторных условиях.

## II. ЗАДАЧИ

1. При пропускании 2 м<sup>3</sup> (н. у.) воздуха через раствор кальций гидроксида образовалось 3 г осадка кальций карбоната. Вычислите массовую и объемную долю (%) диоксида углерода в воздухе.

**Ответ:** 0,051 % масс; 0,034 % объемн.

2. Углекислый газ, полученный при сжигании 44,8 дм<sup>3</sup> (н. у.) метана, пропустили через 0,5 дм<sup>3</sup> раствора с массовой долей натрий гидроксида, равной 25 % (пл. 1,28 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю (%) образовавшейся в растворе соли.

**Ответ:** 29,12 %

3. Какую массу (кг) поташа с массовой долей  $\text{K}_2\text{CO}_3$  80 %, мела с массовой долей  $\text{CaCO}_3$  90 % и песка с массовой долей  $\text{SiO}_2$  95 % надо взять для получения 300 кг стекла состава  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ ? Какой объем  $\text{CO}_2$  (м<sup>3</sup>, н. у.) выделится при этом?

**Ответ:** 101,5 кг поташа; 65,3 кг мела; 222,9 кг песка; 26,3 м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$

4. 146 г смеси натрий карбоната и гидрокарбоната прокалили до постоянной массы, которая оказалась равной 137 г. Какова массовая доля (%) натрий гидрокарбоната в исходной смеси?

**Ответ:** 16,7 %

5. На нейтрализацию 6,00 г влажного образца  $\text{NaOH}$  с примесью  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  пошло 55,0 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , равной 10 % (пл. 1,069 г/см<sup>3</sup>). При этом выделилось 224 см<sup>3</sup> газа (н. у.). Определите содержание (%) влаги и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в образце  $\text{NaOH}$ .

**Ответ:** 17,7 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 15,7 %  $\text{H}_2\text{O}$

6. При неполном термическом разложении 50 г кальций карбоната образовалось 34,6 г твердого остатка. Определите степень разложения (%) кальций карбоната и массовую долю неразложившейся соли в твердом остатке.

**Ответ:** 70 %; 43,35 %  $\text{CaCO}_3$ .

7. К образцу кремния и меди массой 10 г добавили избыток раствора  $\text{NaOH}$ . В результате этого выделился газ объемом 2,24 дм<sup>3</sup> (н. у.). Определите массовую долю (в процентах) меди в образце.

**Ответ:** 86 %.

## III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (типовая задача 16).

1. Графит  $\rightarrow$  кальций карбонат  $\rightarrow$  диоксид углерода  $\rightarrow$  натрий гидрокарбонат  $\rightarrow$  натрий карбонат  $\rightarrow$  натрий силикат  $\rightarrow$  кремниевая кислота.
2.  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CO}_2$ .
3. Кремнезем  $\rightarrow$  кремний  $\rightarrow$  магний силицид  $\rightarrow$  силан  $\rightarrow$  кремний(IV)-оксид  $\rightarrow$   $\rightarrow$  кремний карбид.
4.  $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiF}_4$ .
5.  $\text{Si} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaC}_2$ .

## Учебное задание № 7

### Тема: Металлы

#### Объём 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 химические 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.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 7

### I. Тестовое задание

#### Часть А

#### 1. Выберите верные утверждения:

а) все элементы, относящиеся к s-электронному семейству являются типичными металлами;

б) все элементы, относящиеся к f- и d-электронным семействам являются металлами;

в) в каждом периоде атомы типичных металлов обладают бóльшим радиусом;

г) металлы имеют атомную кристаллическую решетку;

д) в химических реакциях металлы могут проявлять окислительно-восстановительную двойственность.

#### 2. Отметьте правильные утверждения:

а) из простых веществ электропроводностью обладают только металлы;

б) в образовании химических связей могут участвовать валентные электроны атомов металлов, расположенные только на внешнем электронном уровне;

в) в отличие от атомов типичных неметаллов, атомы типичных металлов имеют сравнительно большие радиусы и небольшие значения энергий ионизации;

г) структура металлических кристаллов поддерживается ионной связью;

д) и металлическая и ковалентная связи образованы путём обобществления электронов.

**3. 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.

**4. Символы соответственно самого электропроводного, самого твердого и самого тугоплавкого металлов приведены в ряду:**

а) Al, W, Ti;    б) Ag, Cr, W;    в) Cu, Cr, W;    г) Au, W, Cr.

**5. Выберите правильные утверждения:**

а) в ряду Na – Mg – Al возрастают металлические свойства простых веществ;

б) в ряду Na – Mg – Al радиусы ионов металлов уменьшаются;

в) в этом же ряду возрастают восстановительные свойства атомов;

г) в ряду  $\text{Na}^+$  –  $\text{Mg}^{2+}$  –  $\text{Al}^{3+}$  возрастают окислительные свойства катионов;

д) в ряду гидроксидов  $\text{NaOH}$  –  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  –  $\text{Al}(\text{OH})_3$  возрастают кислотные свойства.

**6. 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)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 3\bar{e}$ .

**7. Укажите металлы, не вытесняющие водород из воды даже при нагревании:**

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

**8. Укажите металлы, которые при нагревании с водой образуют оксиды:**

а) кальций; б) хром; в) цинк; г) марганец; д) ртуть.

**9. Выберите пары металлов, в которых первый металл вытесняет второй из водного раствора его соли:**

а) кальций и цинк; б) цинк и серебро;  
в) никель и медь; г) железо и магний.

**10. Как в свободном виде, так и в соединениях в природе встречаются:**

а) алюминий; б) цинк; в) медь; г) свинец; д) золото.

**11. В отличие от сильвинита карналлит реагирует:**

а) с разбавленной азотной кислотой;  
б) раствором серебра нитрата;  
в) раствором калий гидроксида;  
г) с концентрированной серной кислотой.

**12. Укажите формулы веществ, с водными растворами которых реагирует мирабилит:**

а)  $\text{BaCl}_2$ ; б)  $\text{HCl}$ ; в)  $\text{KOH}$ ; г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

**13. Укажите формулы веществ, которые реагируют с известковой водой:**

а)  $\text{CO}_2$ ; б)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ; в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; г)  $\text{CaCO}_3$ ; д)  $\text{Cl}_2$ ; е)  $\text{NaHCO}_3$ .

**14. Укажите ряды, в которых каждый из перечисленных металлов реагирует как с разбавленной серной, так и с разбавленной азотной кислотами:**

а) цинк, железо, бериллий, марганец;  
б) магний, стронций, ртуть, калий;  
в) свинец, олово, барий, медь;  
г) алюминий, железо, никель, стронций.

**15. При растворении 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)  $3,01 \cdot 10^{23}$ .

**16. Выберите названия процессов, которые непосредственно используются для промышленного получения металлов из их природных соединений:**

- а) электролиз; б) алитирование; в) алюмотермия;  
г) амальгамирование; д) легирование; е) водородотермия.

**17. Выберите пары схем реакций, в которых каждая позволяет получить металл:**

- а)  $CuO + CO \xrightarrow{t^0}$  и  $CuSO_4(p-p) + Zn \rightarrow$ ;  
б)  $AgNO_3 \xrightarrow{t^0}$  и  $Cr_2O_3 + Al \xrightarrow{t^0}$ ;  
в)  $ZnS + O_2(изб.) \rightarrow$  и  $Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{t^0}$ ;  
г)  $KNO_3 \xrightarrow{t^0}$  и  $ZnO + C \xrightarrow{t^0}$ .

**18. Водород выделяется при взаимодействии с водой:**

- а) натрий гидрида; б) кальций карбида; в) меди; г) бария.

**19. Выберите ряды веществ, в которых каждое реагирует с водным раствором натрий гидроксида:**

- а)  $Al_2O_3, CaCO_3, H_2SO_4, Zn(OH)_2$ ; б)  $NH_4Cl, KHCO_3, SO_3, Al$ ;  
в)  $P_2O_3, HNO_3, MgSO_4, ZnO$ ; г)  $Al(OH)_3, K_2CO_3, CO_2, Zn$ ;  
д)  $Si, P_2O_5, Ca(HCO_3)_2, Al$ .

**20. Выберите вещества, которые реагирует как с водным раствором соляной кислоты, так и с водным раствором натрий гидроксида:**

- а) кальций гидрокарбонат; б) кальций карбонат;  
в) натрий тетрагидроксицинкат; г) свинец (II)-оксид;  
д) алюминий; е) магний.

**21. Кальций карбонат образуется при взаимодействии водного раствора кальций хлорида:**

- а) с натрий карбонатом; б) барий карбонатом; в) углекислым газом;  
г) натрий гидрокарбонатом; д) кальций гидрокарбонатом.

**22. Постоянную жесткость воды обуславливает присутствие в ней:**

- а)  $CaCl_2$ ; б)  $MgCO_3$ ; в)  $Ca(HCO_3)_2$ ; г)  $MgSO_4$ ; д)  $Mg(NO_3)_2$ .

**23. Временную жесткость воды можно устранить добавлением:**

- а) «известкового молока»; б) кальцинированной соды;  
в) натрий ортофосфата; г) поташа.

**24. Постоянную жесткость воды устраняют:**

- а) добавлением «известкового молока»;  
б) добавлением натрий карбоната;  
в) добавлением натрий ортофосфата;  
г) с помощью ионообменников (ионитов);  
д) кипячением.

**25. 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.

**26. Выберите правильные утверждения, характеризующие алюминий:**

- а) самый распространённый металл в земной коре;  
б) входит в состав, как корунда, так и карборунда;  
в) коррозионно-устойчивый металл с хорошей электрической проводимостью;  
г) при промышленном получении в основном используют электрохимический способ;

**27. При промышленном получении алюминия криолит используют:**

- а) в качестве восстановителя;  
б) для понижения температуры плавления боксита и повышения электрической проводимости расплава;  
в) в качестве катализатора;  
г) для амальгамирования полученного алюминия.

**28. Укажите вещества, в водных растворах которых алюминий растворяется при обычной температуре:**

- а) натрий гидроксид (конц.);    б) серная кислота (разб.);  
в) серная кислота (конц.);    г) азотная кислота (разб.);  
д) азотная кислота (конц.).

**29. Выберите верные утверждения:**

- а) алитирование — это нанесение лития на алюминиевые поверхности;  
б) амальгамирование процесс нанесения металлической ртути на поверхность алюминия и других металлов;  
в) алюминиевая проволока взаимодействует с водой, если ее предварительно выдержать в растворе щелочи;  
г) амальгамированный алюминий с водой не реагирует.

**30. Выберите пару схем, где 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  $Al + NaOH_{(кр.)} \xrightarrow{t}$ .

**31. Укажите вещества, с которыми при необходимых условиях реагирует как алюминий, так и его оксид:**

- а) едкий натр;    б) вода;    в) негашёная известь;  
г) концентрированная азотная кислота.

**32. 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.

**33. Для превращения магнетита в железо(II)-оксид необходимо, чтобы магнетит прореагировал:**

- а) с водородом;                      б) кислородом;  
в) углерод (II)-оксидом;            г) с коксом.

**34. Укажите схемы реакций, в результате которых могут образоваться соединения железа (III):**

- а)  $\text{Fe} + \text{Cl}_2(\text{изб.}) \xrightarrow{t^0} \rightarrow$ ;                      б)  $\text{FeO} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t^0} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2(\text{изб.}) \xrightarrow{t^0} \rightarrow$ ;                      г)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow$ .

**35. В отличие от железо(III)-гидроксида, железо(II)-гидроксид реагирует:**

- а) соляной кислотой;                      б) раствором хлорида натрия;  
в) кислородом во влажном воздухе;    г) разбавленной серной кислотой.

**36. Укажите схемы реакций, в которых железо или его ионы проявляют свойства восстановителя:**

- а)  $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$ ;                      б)  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4(\text{раствор}) \rightarrow$ ;  
в)  $\text{FeO} + \text{HCl} \rightarrow$ ;                      г)  $\text{FeCl}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl}$ .

**37. Укажите схемы реакций, в которых продуктом может быть  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ :**

- а)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;                      б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{FeCl}_3(\text{p-p}) + \text{KOH}(\text{p-p}) \rightarrow$ ;                      г)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ .

**38. Укажите последовательность восстановления оксидов железа в доменной печи:**

- а)  $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$ ;    б)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ ;  
в)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ ;    г)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$ .

**39. 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.

**40. Какой минимальный объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) углерод (II)-оксида нужен для восстановления 320 г железо(III)-оксида до магнетита?**

- а) 14,93;                      б) 15,48;                      в) 20,12;                      г) 11,75.

### **Часть Б**

**1.** Запишите 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.

**2.** Запишите цвет, который приобретает пламя горелки при внесении в него солей натрия.

3. Металл массой 13,7 г, образующий катион с зарядом +2, взаимодействует с водой с выделением 2,24 дм<sup>3</sup> газа (н. у.). Запишите символ этого металла.
4. Рассчитайте массу алюминия (кг), которую можно получить при электролизе 1 т алюминий оксида.
5. Рассчитайте массовую долю (%) железа в красном железняке, если содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в этой руде составляет 78 %.
6. Запишите химическую формулу вещества, имеющего название «каломель».
7. Укажите значение молярной концентрации раствора CaCl<sub>2</sub>, для которого химическое количество ионов в растворе такое же, как и в 0,1М растворе Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. (Диссоциацию солей в растворах считать полной).

**В заданиях 8–10 указать химическую формулу вещества, обозначенного в реакции «X».**

8.  $X + CO \rightarrow Fe_3O_4 + CO_2$ .
9.  $Fe_3O_4 + CO \rightarrow X + CO_2$ ;  $X + HCl \rightarrow A + H_2O$ ;  $A + Cl_2 \rightarrow FeCl_3$ .
10.  $X + \frac{\text{умеренное}}{\text{нагревание}} \rightarrow A + B \uparrow$ ;  $A + H_2O \xrightarrow{-25^\circ C} B$  (р-р гашен. извести);  $B + B \rightarrow X \downarrow$

## II. ЗАДАЧИ

1. В 20 г раствора с массовой долей сульфата одновалентного металла 4,35 % содержится  $9 \cdot 10^{21}$  ионов. Считая диссоциацию соли в этом растворе полной, определите, о сульфате какого металла идет речь в задаче.

**Ответ:** калий

2. Сколько килограммов красного железняка, содержащего 78 % оксида железа (III) (остальное — посторонние примеси), потребуется для получения 200 кг сплава с массовой долей железа 96 %?

**Ответ:** 352 кг

3. Определите состав сплава железа с магнием (%), если при обработке 4,96 г этого сплава разбавленным раствором серной кислоты выделилось 2,24 дм<sup>3</sup> (н. у.) водорода.

**Ответ:** 9,68 % Mg; 90,32 % Fe

4. Определите состав смеси железа, меди и алюминия, если при действии на 23,0 г этой смеси раствором щелочи выделяется 6,72 дм<sup>3</sup> газа, а при обработке той же массы смеси металлов соляной кислотой образуется 11,2 дм<sup>3</sup> газа. Объемы газов измерены при нормальных условиях.

**Ответ:** 23,5 % Al; 48,7 % Fe; 27,8 % Cu.

5. Масса медной пластинки, которая была на некоторое время погружена в 200 г раствора с массовой долей ртути(II)-нитрата, равной 20 %, изменилась на 6,85 г. Вычислите массу выделившейся на пластинке ртути и найдите массовые доли (%) солей в растворе после опыта. (Типовая задача 9).

**Ответ:** 10 г Hg; 4,87 % Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 12,3 % Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

6. Оксид неизвестного металла (II) массой 14,4 г восстановили смесью  $H_2$  и CO. В результате реакции образовалось 1,8 г  $H_2O$  и 4,4 г  $CO_2$ . Определите неизвестный металл.

Ответ: железо

7. Два стакана одинаковой массы, содержащих по 200 г раствора соляной кислоты с массовой долей HCl 7,3 %, поместили на две чаши весов. В первый добавили 12,6 г  $MgCO_3$ . Определите, какую массу (г)  $CaCO_3$  нужно добавить во второй стакан, чтобы весы уравнились.

Ответ: 10,7 г

### III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (типовая задача 16).

1.  $NaCl \rightarrow Na \rightarrow NaOH \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CO_2$ .

2.  $Al \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow NaAlO_2 \rightarrow Na_3[Al(OH)_6] \rightarrow AlCl_3$ .

3. Известняк  $\rightarrow$  кальций карбид  $\rightarrow$  гашеная известь  $\rightarrow$  кальций  $\rightarrow$  кальций гидрокарбонат  $\rightarrow$  негашеная известь.

4. Цинк сульфид  $\rightarrow$  цинк оксид  $\rightarrow$  цинк  $\rightarrow$  цинк хлорид  $\rightarrow$  цинк сульфат  $\rightarrow$  натрий-тетрагидроксицинкат.

5.  $FeS \rightarrow FeO \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe(OH)_3$ .

### Учебное задание № 8

Тема: Теория химического строения органических соединений. Углеводороды

#### Объём учебного материала

Теория химического строения органических соединений. Зависимость свойств органических веществ от химического строения. Структурная и пространственная изомерия. Электронная природа химических связей в молекулах органических соединений. Принципы классификации органических соединений.

**Алканы.** Систематическая номенклатура алканов и их производных. Физические свойства алканов. Химические свойства метана и этана, как представителей алканов: взаимодействие с галогенами (хлор и бром); реакции окисления (полное и неполное сгорание); реакции термического разложения. Применение алканов.

**Циклоалканы.** Состав, строение, нахождение в природе. Химические свойства циклогексана как представителя циклоалканов.

**Алкены.** Состав, строение, нахождение в природе. Этилен, электронное и пространственное строение. Гомологический ряд алкенов.

Структурная изомерия алкенов: изомерия цепи атомов, положения кратной связи, межклассовая, геометрическая изомерия. Систематическая номенклатура алкенов. Физические свойства.

Химические свойства алкенов: реакции присоединения, окисления, полимеризации. Качественная реакция на присутствие двойных связей в органических соединениях. Получение этилена. Применение алкенов.

**Диены.** Состав, строение и изомерия. Химические свойства: реакции присоединения и полимеризации. Получение и применение диенов.

**Алкины.** Состав, строение, нахождение в природе. Ацетилен, электронное и пространственное строение. Гомологический ряд алкинов. Структурная изомерия алкинов: изомерия цепи атомов, положения кратной связи, межклассовая изомерия. Систематическая номенклатура алкинов. Физические свойства.

Химические свойства алкинов. Карбидный способ получения ацетилена. Применение ацетилена.

**Арены.** Ароматические углеводороды. Бензол, его состав, электронное и пространственное строение. История открытия бензола и установления его строения. Физические свойства бензола. Химические свойства бензола как представителя ароматических углеводородов. Получение бензола в промышленности.

**Природные источники углеводородов:** нефть, природные и сопутствующие газы. Основные продукты переработки нефти (бензин, керосин, дизельное топливо и масла). Переработка нефти: перегонка, крекинг, риформинг. Понятие об октановом числе бензина. Рациональное использование природных источников углеводородов. Охрана окружающей среды от загрязнений при переработке углеводородного сырья.

Взаимосвязь между различными классами углеводородов.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 8

### Тестовое задание

#### Часть А

**1. Структурными формулами или формулами строения вещества называются химические формулы, в которых:**

- а) изображено пространственное расположение атомов в молекуле;
- б) показан порядок соединения атомов в молекуле;
- в) указаны электроотрицательность атомов в молекуле;
- г) показана кратность связей, соединяющих атомы в молекуле.

**2. Химические связи только  $\sigma$ -типа в молекулах:**

- а) этана; б) бензола; в) циклогексана; г) пропена; д) этина.

**3. Укажите число электронов, участвующих в образовании  $\pi$ -связей в молекуле стирола:**

- а) 2; б) 4; в) 6; г) 8.



4. Укажите вещества, молекулы которых содержат один или несколько атомов углерода в состоянии  $sp^3$ -гибридизации:
- а) этилен; б) пропан; в) пропилен; г) циклогексан;  
д) бензол; е) толуол; ж) дивинил; з) изопреновый каучук.
5. Укажите вещества, в молекулах которых ядра всех атомов расположены в одной плоскости:
- а) этан; б) этен; в) этин; г) пропен; д) бензол;  
е) метилбензол; ж) бутадиен-1,3.
6. Укажите последовательность соединений, которая соответствует увеличению энергии связи между атомами углерода в их молекулах:
- а) этан – этилен – бензол – ацетилен;  
б) этан – этилен – ацетилен – бензол;  
в) этан – бензол – этилен – ацетилен;  
г) бензол – этан – этилен – ацетилен.
7. Среди веществ, названия которых приведены ниже, укажите изомеры пентина-1:
- а) циклопентан; б) 3-метилбутин-1; в) 2-метилбутадиен-1,3;  
г) 4-метилпентин-2; д) пентин-2; е) пропин.
8. Шесть структурных изомеров (без учета межклассовой и стереоизомерии) имеет углеводород:
- а)  $C_4H_{10}$ ; б)  $C_5H_{12}$ ; в)  $C_6H_{14}$ ; г)  $C_4H_8$ ; д)  $C_5H_{10}$ ; е)  $C_6H_{12}$ .
9. Укажите число структурных изомеров (без учета стереоизомерии), соответствующих общей формуле  $C_4H_8Br_2$ :
- а) 5; б) 6; в) 7; г) 8; д) 9; е) 10.
10. Укажите правильные утверждения. Гомологи:
- а) различаются значениями молярных масс;  
б) могут различаться по химическим свойствам;  
в) различаются по составу на одну или несколько групп  $CH_2$ ;  
г) имеют одинаковую общую формулу для всех членов гомологического ряда.
11. Укажите число изомеров гомологов бензола с общей формулой  $C_9H_{12}$ :
- а) 3; б) 6; в) 8; г) 12.
12. Укажите формулы гомологов бензола:
- а)  $CH_3 - C_6H_4 - CH_3$ ; б)  $C_6H_5 - CH_3$ ; в)  $C_6H_5 - CH = CH_2$ ;  
г)  $C_7H_{10}$ ; д)  $C_6H_5 - C_3H_7$ ; е)  $C_6H_{13} - C_2H_5$ .
13. Укажите ряд формул соединений, которые могут относиться к одному гомологическому ряду:
- а)  $C_8H_{16}$ ,  $C_{11}H_{22}$ ,  $C_6H_{10}$ ; б)  $C_7H_8$ ,  $C_9H_{12}$ ,  $C_4H_6$ ;  
в)  $C_7H_8$ ,  $C_9H_{12}$ ,  $C_8H_{10}$ ; г)  $C_3H_6$ ,  $C_5H_8$ ,  $C_6H_6$ .
14. Укажите названия веществ, для которых возможно существование цис- и транс-изомеров:

- а) пентен-1; б) пентен-2; в) 2-метилбутен-2;  
г) бутадиеновый каучук; д) изопреновый каучук.
- 15. Наименьшую температуру кипения имеет:**  
а) 1-метилпропан; б) бутан; в) гексан; г) октан.
- 16. Укажите название углеводорода, в молекуле которого есть только первичные и третичные атомы углерода, причем число первичных атомов в два раза больше, чем число третичных атомов:**  
а) толуол; б) 2,2-диметилпропан;  
в) 2,3-диметилбутан; г) метилциклобутан.
- 17. Найдите относительную молекулярную массу алкана, содержащего 30 атомов водорода:**  
а) 422; б) 212; в) 198; г) 186.
- 18. Укажите правильные утверждения:**  
а) изопрен и пентин-1 имеют одинаковую молярную массу;  
б) в молекулах винилацетилена и этана совпадает число  $\sigma$ -связей;  
в) молекула этена, в отличие от молекулы этана, имеет плоскостное строение;  
г) и стирол, и толуол являются гомологами бензола.
- 19. К органическим реакциям замещения относятся реакции между:**  
а) бензолом и хлором (УФ-свет);  
б) пропином и водой ( $\text{Hg}^{2+}$ );  
в) пропаном и хлором (УФ-свет);  
г) пропином и аммиачным раствором оксида серебра.
- 20. С участием свободных радикалов протекают реакции:**  
а) хлорирования гексана (УФ-свет);  
б) гидрирования бензола (в присутствии никеля);  
в) хлорирования бензола (УФ-свет);  
г) бромирования бензола (в присутствии  $\text{FeBr}_3$ ).
- 21. Укажите вещество, на полное сжигание 1 моль которого требуется 7,5 моль кислорода:**  
а) этан; б) этилен; в) ацетилен; г) бензол; д) толуол.
- 22. Укажите вещества, которые окисляются водным раствором перманганата калия:**  
а) этан; б) этилен; в) ацетилен; г) бензол;  
д) толуол; е) стирол; ж) полиэтилен.
- 23. Укажите вещества, которые способны обесцвечивать бромную воду:**  
а) этан; б) этилен; в) ацетилен; г) полиэтилен;  
д) толуол; е) стирол; ж) бутадиен-1,3.
- 24. Укажите углеводороды, с которыми реагирует бромоводород:**  
а) бутан; б) бутен-1; в) бензол;  
г) стирол; д) изопрен; е) ацетилен.

**25. Укажите названия соединений, образование которых возможно при присоединении одной молекулы бромоводорода к молекуле бутадиена-1,3:**

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

**26. Укажите названия соединений, присоединение к которым бромоводорода можно объяснить с позиции правила Марковникова:**

а) бутен-1; б) бутен -2; в) 3,3,3-трифторпропен-1; г) пропен.

**27. Выберите реакции присоединения:**

а) бромирование бензола в присутствии  $\text{FeBr}_3$ ;

б) хлорирование бензола при освещении;

в) хлорирование пропана при нагревании;

г) гидратация этилена;

д) нитрование толуола;

е) гидрирование ацетилен.

**28. Выберите правильные утверждения:**

а) бутан при нагревании в присутствии алюминий(III) хлорида образует 2-метилпропан;

б) этен реагирует с кислородом в присутствии серебра при нагревании, с образованием ацетальдегида;

в) при гидратации пропина в условиях реакции Кучерова, образуется ацетон;

г) и бензол, и циклогексан вступают в реакцию замещения с хлором по радикальному механизму.

**29. В отличие от транс-2-бутена бензол не реагирует:**

а) с водородом;

б) бромоводородом;

в) раствором брома в  $\text{CCl}_4$ ;

г) с кислородом.

**30. Способностью к полимеризации (в необходимых условиях) обладают:**

а) пропан;

б) пропен;

в) винилхлорид;

г) бензол;

д) стирол;

е) 2-метилбутадиен-1,3.

**31. Реакцией Лебедева называется реакция получения:**

а) бутадиена-1,3 из этилена;

б) бутадиена-1,3 из винилхлорида;

в) бутадиена-1,3 из бутана;

г) бутадиена-1,3 из этанола.

**32. Степень полимеризации поливинилхлорида с относительной молекулярной массой 12500 равна:**

а) 20;

б) 50;

в) 100;

г) 200.

**33. Мономером природного каучука является:**

а) бутадиен-1,3;

б) стирол и бутадиен-1,3;

в) 2-метилбутадиен-1,3;

г) изопрен;

д) пропилен;

е) дивинил;

ж) хлорвинил.

**34. Дивиниловый каучук в отличие от поливинилхлорида:**

а) не может иметь стереорегулярного строения;

б) содержит кратные связи в структуре;

- в) может быть подвергнут вулканизации;
- г) образуется в ходе реакции поликонденсации.

**35. Укажите способ, используемый для получения метана в лаборатории:**

- а) нагревание углерода с водородом в присутствии порошкообразного никеля;
- б) взаимодействие кальций карбида с водой;
- в) взаимодействие натрий ацетата с твердым натрий гидроксидом при нагревании;
- г) по реакции Вюрца из хлористого метила.

**36. Бензол может быть получен в результате:**

- а) тримеризации этина;
- б) дегидрирования циклогексана;
- в) дегидроциклизации гексана;
- г) дегидроциклизации гептана;
- д) сплавления бензоата натрия с гидроксидом натрия.

**37. Выберите правильные утверждения:**

- а) в состав нефти входят парафины (преимущественно неразветвленного строения), циклопарафины и арены;
- б) нефть некоторых месторождений содержит преимущественно алкены, алкины и диеновые углеводороды;
- в) в основе первичной переработки нефти лежат физические свойства ее компонентов;
- г) крекинг и риформинг относятся к вторичным процессам нефтепереработки;
- д) риформинг и каталитический крекинг проводят с целью получения гомологов этилена;
- е) пиролиз нефтепродуктов проводят с целью получения высокомолекулярных гомологов бензола.

**38. Нефтепродукты подвергают вторичной переработке:**

- а) для увеличения выхода бензина;
- б) получения этилена и его гомологов;
- в) получения углеводородов с разветвленной цепью;
- г) получения ароматических углеводородов;
- д) для получения фенолов.

**39. Выберите правильные утверждения:**

- а) в отличие от бензина прямой перегонки бензин термического крекинга обесцвечивает бромную воду;
- б) в отличие от бензина термического крекинга бензин каталитического крекинга содержит больше углеводородов разветвленного строения;
- в) крекинг-бензин более устойчив к детонации, чем бензин прямой перегонки;
- б) высокое содержание алканов разветвленного строения понижает октановое число бензина;

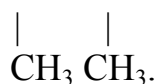
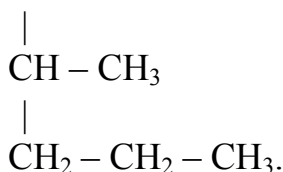
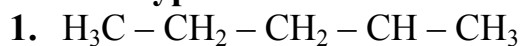
в) смазочное (машинное) масло по химическому составу аналогично растительному;

**40. Выберите правильные характеристики бензина:**

- а) горюч;
- б) представляет собой смесь жидких углеводородов;
- в) малорастворим в воде;
- г) не имеет определенной температуры кипения.

### Часть Б

**В заданиях 1–2 назовите соединения по систематической номенклатуре.**



4. Запишите химическую формулу вещества, полученного при пропускании пропена при низкой температуре через разбавленный раствор калийперманганата.

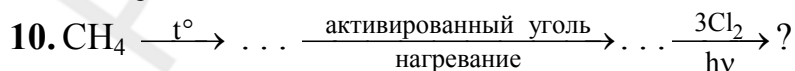
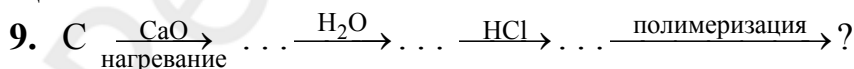
5. Какой объем этена ( $\text{дм}^3$ , н. у.) потребуется для получения 100 г полиэтилена? Ответ округлите до целого числа.

6. Определите объемную долю (%) этена в смеси этана и этена, если при гидрировании  $10 \text{ дм}^3$  (н. у.) этой смеси равным объемом водорода в соответствующих условиях получили новую смесь газов, объем которой стал равен  $18 \text{ дм}^3$  (н. у.).

7. Вычислите массу кальций карбида, содержащего 20 % примесей, необходимого для получения  $28 \text{ дм}^3$  (н. у.) ацетилена.

8. Определите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что при сжигании его химического количества вещества 0,33 моль, образуется  $29,79 \text{ дм}^3 \text{ CO}_2$  (н. у.) и 17,64 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

**В заданиях 9–10 запишите конечный продукт цепочки превращений.**



## II. ЗАДАЧИ

1. При сгорании 1,88 г органического бромсодержащего вещества получено 448 см<sup>3</sup> (н. у.) углекислого газа и 0,36 г воды. После превращения всего брома, содержащегося в навеске, в бромид серебра получено 3,76 г бромида серебра. Определите молекулярную формулу исследуемого вещества, если плотность его паров по водороду равна 94.

**Ответ:** C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>

2. Какой объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) хлороводорода должен присоединиться к ацетилену, полученному из 1 м<sup>3</sup> природного газа с объемной долей метана 98 %, чтобы получить хлорвинил при его 90%-ном выходе? Какой объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) хлорвинила образуется при этом?

**Ответ:** 490 дм<sup>3</sup> HCl; 441 дм<sup>3</sup> C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl

3. Какой объем (м<sup>3</sup>, н. у.) ацетилена следует взять для получения такого количества бензола, при нитровании которого образуется 153,9 дм<sup>3</sup> нитробензола (пл. 1,20 г/см<sup>3</sup>), если выход конечного продукта составляет 80 % от теоретически возможного?

**Ответ:** 126 м<sup>3</sup>

4. Углекислый газ, полученный при сжигании 560 см<sup>3</sup> (н. у.) н-бутана, пропущен через 26,7 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей калий гидроксида 32 % (пл. 1,31 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю (%) образовавшейся в растворе соли.

**Ответ:** 35,1 %

5. 224 см<sup>3</sup> (н. у.) газообразного алкана сожгли и продукты реакции пропустили через 1 дм<sup>3</sup> известковой воды с массовой долей Ca(OH)<sub>2</sub>, равной 0,148 % (пл. 1,00 г/см<sup>3</sup>). Первоначально выпавший при пропуске продуктов сгорания осадок затем частично растворился. Масса не растворившегося осадка составила 1,00 г. Определите формулу углеводорода.

**Ответ:** пропан

6. Смесь пропана и этена массой 14,4 г прореагировала с водородом. В результате реакции образовалась смесь алканов массой 14,8 г. Определите объемную долю (%) этена в исходной смеси.

**Ответ:** 50 %

7. Газ, полученный при действии воды на кальций-карбид массой 128 г, пропустили через трубку с активированным углем при температуре 600 °С. В результате реакции получили бензол массой 40 г. Определите выход (в процентах) бензола.

**Ответ:** 77 %


### III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения.

**Примечание:**

а) формулы органических веществ в уравнениях реакций должны даваться в развернутом виде и отражать строение углеродного скелета и функциональных групп молекул:

например: бутен-1:  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ , а не  $\text{C}_4\text{H}_8$

толуол:   $-\text{CH}_3$ , а не  $\text{C}_7\text{H}_8$  и т. д.;

б) при составлении уравнений ОВ реакций с участием органических веществ схемы электронного баланса составлять не нужно.

1. Уголь → метан → ацетилен → бензол → толуол → 2, 4, 6 – тринитротолуол.

2. Этан → хлорэтан → этилен → ацетилен → хлорвинил → полихлорвинил.

3. Известняк → ацетилен → ацетальдегид → этанол → бутадиен-1,3 → бутадиеновый каучук.

4. Этан → пропан → пентан → 2-метилбутан → 2-метилбутадиен-1,3 → цис-изопреновый каучук.

5. Бутан → этен → хлорэтан → бутен-1 → бутан → изобутан.

## Учебное задание № 9

### Тема: Функциональные производные углеводородов

#### Объём учебного материала.

**Спирты.** Классификация, состав, строение и номенклатура. Физические свойства спиртов. Структурная и пространственная изомерия.

Гомологический ряд насыщенных одноатомных спиртов. Химические свойства этанола: взаимодействие с активными металлами, галогеноводородами; реакции внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации; взаимодействие с кислотами, аммиаком; реакции окисления. Промышленные и лабораторные способы синтеза этанола. Применение спиртов.

Многоатомные спирты. Состав и строение этиленгликоля, глицерина. Физические свойства. Применение этиленгликоля и глицерина. Химические свойства многоатомных спиртов. Качественная реакция на многоатомные спирты. Применение этиленгликоля и глицерина.

**Фенол.** Состав, строение, взаимное влияние атомов в молекуле. Физические свойства. Химические свойства фенола в сравнении со свойствами спиртов. Получение и применение фенола. Охрана окружающей среды от промышленных отходов, содержащих фенол и его производные.

**Альдегиды и кетоны.** Состав и строение алифатических альдегидов. Карбонильная группа. Функциональная альдегидная группа. Физические свойства альдегидов. Химические свойства муравьиного и уксусного аль-

дегидов: окисление, восстановление. Получение и применение муравьиного и уксусного альдегидов. Фенолформальдегидная смола. Ацетон: состав, строение.

**Карбоновые кислоты.** Классификация. Функциональная карбоксильная группа. Физические свойства карбоновых кислот. Гомологический ряд одноосновных насыщенных кислот: общая их формула, состав, строение, нахождение в природе. Структурная изомерия кислот. Систематическая и тривиальная номенклатура. Физические свойства. Химические свойства уксусной кислоты: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, оксидами, щелочами, солями, спиртами, реакция межмолекулярной дегидратации. Сложные эфиры, нахождение в природе. Реакция этерификации. Амиды и галогенангидриды кислот. Получение уксусной кислоты. Олеиновая кислота как представитель ненасыщенных одноосновных карбоновых кислот, ее состав, химическая и структурная формулы. Линолевая и линоленовая кислоты. Применение карбоновых кислот. Связь между углеводородами, спиртами и карбоновыми кислотами. Понятие о полиэфирных волокнах на примере лавсана.

**Жиры.** Состав и строение жиров. Триглицериды. Физические свойства жиров. Химические свойства: кислотный и щелочной гидролиз, гидрирование жидких жиров. Мыла. Синтетические моющие средства. Применение жиров.

**Углеводы.** Классификация углеводов (моносахариды, дисахариды, полисахариды). Глюкоза, ее состав, строение. Структурные формулы молекул глюкозы (линейная и циклическая формы). Функциональные группы молекулы глюкозы. Физические и химические свойства. Реакция «серебряного зеркала» и реакция с гидроксидом меди (II). Брожение глюкозы. Фруктоза, ее состав, строение молекулы, распространенность в природе. Сахароза, её состав, строение, молекулярная формула, нахождение в природе. Реакция гидролиза сахарозы. Лактоза и мальтоза: состав, молекулярная формула, нахождение в природе.

Крахмал и целлюлоза, строение молекул, химические свойства, распространение в природе. Гидролиз крахмала и целлюлозы. Применение крахмала, целлюлозы и производных целлюлозы.

**Амины.** Строение, классификация, функциональная группа аминов. Представление о гомологии аминов. Структурная изомерия. Систематическая номенклатура аминов. Амины как органические основания, взаимодействие с кислотами. Метиламин: строение, физические и химические свойства. Анилин: состав, строение, молекулярная и структурная формулы, физические и химические свойства, получение. Применение аминов.

**Аминокислоты.** Состав и строение природных аминокислот. Общая формула  $\alpha$ -аминокислот. Stereoизомерия  $\alpha$ -аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Физические и химические свойства ами-



нокислот. Пептидная связь. Получение и применение аминокислот. Понятие о полиамидных волокнах: капрон. Представление о гетероциклических соединениях.

**Белки.** Понятие о строении белковых молекул. Альфа-аминокислоты как структурные единицы белков. Свойства и биологическая роль белков.

Взаимосвязь между важнейшими классами органических соединений.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 9

### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

#### Часть А

**1. Укажите гомологи этанола:**

- а)  $C_7H_{15}OH$ ;                      б)  $C_3H_5OH$ ;                      в)  $CH_3 - O - CH_3$ ;  
г)  $C_6H_5 - OH$ ;                      д)  $CH_3OH$ ;                      е)  $C_6H_5 - CH_2 - OH$ .

**2. Выберите кислоты, относящиеся к одному гомологическому ряду:**

- а) пикриновая;                      б) олеиновая;                      в) щавелевая;                      г) валериановая;  
д) метакриловая;                      е) линолевая;                      ж) карболовая.

**3. Выберите пары веществ изомерных друг другу:**

- а) диметиловый эфир и этанол;                      б) уксусная кислота и этилацетат;  
в) метилацетат и пропановая кислота;  
г) бутанол-1 и 2-метилпропанол-2;  
д) глюкоза и сахароза;                      е) фруктоза и глюкоза;                      ж) сахароза и мальтоза.

**4. Stereoisomers exist:**

- а) у глюкозы;                      б) 3-метил-бутанола-1;  
в) 2-метил-бутанола-1;                      г) глицина;  
д) циклогександиола-1,2;                      е) у акриловой кислоты.

**5. Geometric (cis-trans) isomers are possible:**

- а) для аллилового спирта;                      б) метакриловой кислоты;  
в) олеиновой кислоты;                      г) пальмитиновой кислоты.

**6. Number of isomeric alcohols, corresponding to the formula  $C_5H_{12}O$  (without taking into account stereoisomers) is equal to:**

- а) 5;                      б) 6;                      в) 8;                      г) 9.

**7. Indicate the sequence of substances, which corresponds to the increase of their boiling temperatures:**

- а) этан – этанол – этаналь – этановая кислота;  
б) этан – этаналь – этанол – этановая кислота;  
в) этаналь – этан – этанол – этановая кислота;  
г) этан – этаналь – этановая кислота – этанол.

**8. Choose the names of substances, which are capable of forming both intramolecular and intermolecular hydrogen bonds:**

- а) этанол;                      б) глицерин;                      в) пропаналь;                      г) пара-фталева кислота;

д) муравьиная кислота; е) орто-фталевая кислота.

**9. Выберите пары веществ, которые содержат в молекулах равное число неподеленных электронных пар:**

- а) глицин и хлорбензол;
- б) этиленгликоль и муравьиная кислота;
- в) щавелевая кислота и терефталевая кислота;
- г) глицерин и хлоруксусная кислота.

**10. Укажите правильные утверждения, характеризующие фенол:**

- а) энергия связи С–О в феноле больше, чем энергия связи С–О в этаноле;
- б) все связи С–Н бензольного кольца фенола являются совершенно равноценными;
- в) влияние гидроксильной группы на бензольное кольцо фенола связано с усилением его кислотных свойств по сравнению со спиртами;
- г) из-за влияния гидроксильной группы на бензольное кольцо, фенол, в отличие от бензола, способен реагировать с раствором брома в четыреххлористом углероде.

**11. Для муравьиной кислоты справедливыми являются утверждения:**

- а) энергия связи С=О в карбоксильной группе больше, чем в альдегидной группе метанала;
- б) муравьиная кислота, так же как и этаналь, реагирует с аммиачным раствором оксида серебра;
- в) является самой сильной кислотой своего гомологического ряда;
- г) при взаимодействии с концентрированной серной кислотой образует угарный газ.

**12. Выберите верные утверждения:**

- а) кислотные свойства фенола выражены меньше, чем у угольной кислоты, и поэтому фенол не реагирует с водными растворами карбонатов и гидрокарбонатов;
- б) атом водорода спиртовой группы пропанола-1 менее подвижен, чем у глицерина;
- в) степень диссоциации пикриновой кислоты больше степени диссоциации уксусной кислоты;
- г) бутановая кислота является более сильной кислотой, чем янтарная.

**13. Укажите соединения, у которых кислотные свойства выражены сильнее, чем у уксусной кислоты:**

- а) бромуксусная кислота; б) пропионовая кислота;
- в) муравьиная кислота; г) фенол; д) угольная кислота;
- е) пикриновая кислота; ж) щавелевая кислота.

**14. Основные свойства веществ уменьшаются в рядах:**

- а) этиламин, анилин, дифениламин;
- б) дифениламин, этиламин, анилин;
- в) этиламин, аммиак, анилин;

- г) диметиламин, метиламин, фениламин;  
д) аммиак, фениламин, дифениламин.
- 15. Лакмус имеет синюю окраску в водных растворах:**  
а) муравьиной кислоты; б) метиламина; в) фенола;  
г) ацетата натрия; д) этилата натрия; е) глицина;  
ж) пропанола-2; з) анилина.
- 16. Укажите формулы веществ, с которыми реагирует этанол в необходимых условиях:**  
а) Cu; б) CuO; в) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; г) CO; д) раствор NaOH;  
е) CH<sub>3</sub>CHO; ж) HBr; з) CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)–COOH.
- 17. Укажите формулы веществ, с которыми в необходимых условиях реагирует 1,2,3 - пропантриол:**  
а) Cu; б) HNO<sub>3</sub>; в) C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH; г) HBr;  
д) Cu(OH)<sub>2</sub>; е) Na; ж) C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>COOH.
- 18. Укажите вещества, которые могут образоваться при нагревании смеси этанола и метанола с концентрированной серной кислотой при разных температурах:**  
а) уксусная кислота; б) метилэтиловый эфир;  
в) этен; г) метилацетат;  
д) диметиловый эфир; е) этиловый эфир муравьиной кислоты;  
ж) диэтиловый эфир.
- 19. Фенол способен реагировать:**  
а) с азотной кислотой; б) метаном; в) натрий гидроксидом;  
г) водородом; д) формальдегидом; е) с бромной водой.
- 20. Укажите формулы веществ, с которыми в необходимых условиях реагирует муравьиная кислота:**  
а) Cu(OH)<sub>2</sub>; б) Ag<sub>2</sub>O(аммиачный раствор); в) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH;  
г) Cu; д) NaOH; е) CaCO<sub>3</sub>; ж) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>.
- 21. Укажите вещества, которые взаимодействуют с олеиновой кислотой:**  
а) бромная вода; б) глицерин; в) этанол;  
г) водород; д) натрий гидроксид; е) бромистый водород.
- 22. Из приведенных ниже кислот в реакцию этерификации могут вступать:**  
а) HCOOH; б) HCl; в) HNO<sub>3</sub>; г) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; д) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH.
- 23. При гидролизе пропилового эфира пропионовой кислоты в присутствии гидроксида натрия образуются:**  
а) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH и C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>ONa; б) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa и C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH;  
в) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH и C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH; г) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa и C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>ONa.
- 24. В состав твердых жиров преимущественно входят кислоты:**  
а) линолевая; б) пальмитиновая; в) олеиновая; г) стеариновая.

**25. Экспериментальные исследования, позволяющие доказать, что молекула глюкозы содержит альдегидную группу:**

- а) количественный анализ продуктов сгорания глюкозы;
- б) реакция с аммиачным раствором  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;
- в) реакция с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при обычной температуре;
- г) реакция с уксусной кислотой;
- д) реакция с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании.

**26. Выберите верные утверждения. При переходе молекулы глюкозы из ациклической формы в циклическую:**

- а) общее число гидроксильных групп в молекуле не изменяется;
- б) изменяется число ассиметрических атомов углерода;
- в) образуется только шестичленный цикл;
- г) формируется гидроксильная группа, отсутствовавшая в ациклической форме глюкозы.

**27. Только из остатков молекул глюкозы построены:**

- а) клетчатка; б) крахмал; в) сахароза;
- г) гликоген; д) мальтоза; е) лактоза.

**28. Укажите формулы веществ, которые реагируют с целлюлозой:**

- а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б)  $\text{HNO}_3$ ; в) аммиачный раствор  $\text{Ag}_2\text{O}$ ; г)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ .

**29. К аминам относят:**

- а)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ; б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ; в)  $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3]_n$ ;
- г)  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ; д)  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ .

**30. Укажите формулы веществ, в реакциях с которыми анилин проявляет свойства органического основания:**

- а)  $\text{O}_2$ ; б)  $\text{HNO}_3$ (конц.); в)  $\text{HBr}$ ; г)  $\text{Br}_2$ ; д)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.).

**31. В отличие от бензола анилин:**

- а) проявляет слабые основные свойства;
- б) не является гомологом толуола;
- в) реагирует с соляной кислотой;
- г) реагирует с кислородом.

**32. Укажите вещества, с которыми взаимодействует глицин:**

- а)  $\text{KOH}$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{HBr}$ ; г)  $\text{Br}_2$  – вода; д) этанол;
- е) аминоксусная кислота; ж) аланин.

**33. Аминоксусную кислоту от уксусной можно отличить:**

- а) действием раствора лакмуса; б) действием натрий гидроксида;
- в) действием металлического натрия; г) реакцией с этанолом.

**34. Укажите формулы веществ, которые реагируют с водным раствором гидроксида натрия:**

- а)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ; б)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ ; в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ; г)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ;
- д)  $\text{ClCH}_2\text{COOH}$ ; е)  $\text{NH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$ .

**35. Укажите вещества, водные растворы которых при взаимодействии со свежееосажденным  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  образуют ярко-синий раствор:**

- а) фруктоза; б) муравьиная кислота; в) сахароза; г) глюкоза;  
д) глицерин; е) этанол; ж) этиленгликоль; з) фенол.

**36. Выберите ряд веществ, в котором каждое вступает в реакцию с эффектом «серебряного зеркала»:**

- а) глюкоза, глицерин, этиленгликоль;  
б) глюкоза, глицерин, сахароза;  
в) метановая кислота, глюкоза, формальдегид;  
г) молочная кислота, фруктоза, глюкоза.

**37. Муравьиную кислоту можно получить:**

- а) щелочным гидролизом метилформиата;  
б) каталитическим окислением метана;  
в) синтезом из оксида углерода (II) и паров воды;  
г) обработкой формиатов концентрированной серной кислотой;  
д) действием на хлорметан водным раствором калий гидроксида.

**38. Уксусную кислоту можно получить:**

- а) гидрированием ацетальдегида;  
б) окислением бутана кислородом;  
в) окислением этилена кислородом в присутствии солей меди и палладия;  
г) взаимодействием ацетальдегида с аммиачным раствором  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;  
д) каталитическим окислением этанола;  
ж) взаимодействием этанала с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании.

**39. Выберите названия полиамидных волокон:**

- а) ацетатное волокно; б) капрон; в) нейлон;  
г) кевлар; д) лавсан; ж) тефлон.

**40. Укажите правильные утверждения:**

- а) вискозу относят к группе искусственных волокон;  
б) капрон — это полиэфирное волокно;  
в) в синтезе лавсана используют терефталевую кислоту и этиленгликоль;  
г) нейлон, лавсан и кевлар относятся к группе синтетических волокон;  
д) амидная связь синтетических волокон аналогична по строению пептидной связи белков;  
ж) связи, образующиеся между молекулами веществ при синтезе лавсана аналогичны связям, разрушающимся при гидролизе жиров.

### **Часть Б**

**1.** Приведите структурную формулу структурного звена полиметилметакрилата.

**2.** Запишите структурную формулу основного продукта реакции 1 моль фосфорной кислоты с 2 моль метилового спирта.

3. Запишите структурную формулу продукта следующей реакции:



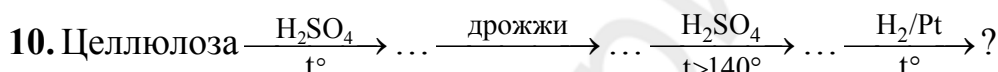
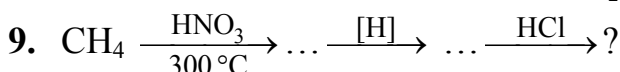
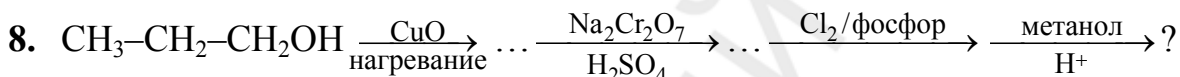
4. Запишите структурную формулу аланилглицина.

5. Степень диссоциации уксусной кислоты составляет 0,013. Определите общее число ионов, присутствующих в водном растворе после растворения в воде 1 моль уксусного ангидрида.

6. Найдите химическое количество анилина, которое можно получить из 15 г нитробензола (10 % примесей), если массовая доля выхода продукта реакции составляет 0,76.

7. Найдите массу глюконовой кислоты, образовавшейся при обработке глюкозы массой 160 г бромной водой, если известно, что выход кислоты в реакции равен 85 %.

**В заданиях 8–10 запишите структурную формулу вещества, являющегося конечным продуктом цепочки превращений.**



## II. ЗАДАЧИ

1. Какой объем (дм<sup>3</sup>) уксусной эссенции с массовой долей уксусной кислоты, равной 30 % (пл. 1,04 г/см<sup>3</sup>), можно получить из 100 кг кальций карбида, содержащего 4 % примесей?

**Ответ:** 288,3 дм<sup>3</sup>

2. Для гидролиза 3,6 г смеси этилацетата с фенилацетатом потребовалось 25,7 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей калий-гидроксида, равной 10 % (пл. 1,09 г/см<sup>3</sup>). Вычислите массовую долю (%) каждого вещества в смеси.

**Ответ:** этилацетат — 24,44 %; фенилацетат — 75,56 %

3. Первичный амин образует с хлороводородом соль, массовая доля хлора в которой составляет 43,48 %. Определите молекулярную формулу амина. Какой объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) азота образуется при сжигании 9 г этого амина?

**Ответ:** C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>; 2,24 дм<sup>3</sup>

4. На гидролизных заводах из 1 т древесины с массовой долей целлюлозы 40 % получают 200 дм<sup>3</sup> этилового спирта (пл. 0,80 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю (%) выхода спирта в производственном процессе по отношению к теоретически возможному.

**Ответ:** 70,4 %

5. Для нейтрализации 10 г спиртового раствора, содержащего анилин и фенол, потребовалось 49,02 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей калий- гидроксида, равной 2,24 % (пл. 1,02 г/см<sup>3</sup>). При добавлении к 5 г такого же раствора избытка бромной воды получено 7,76 г осадка. Определите массовые доли (%) анилина и фенола в растворе.

**Ответ:** анилин — 25,1 %, фенол — 18,8 %

6. Для гидролиза 8,8 г этилового эфира неизвестной предельной одноосновной карбоновой кислоты было затрачено 4 г NaOH. Определите формулу неизвестной кислоты.

**Ответ:** CH<sub>3</sub>COOH

7. Какую массу стеариновой кислоты можно получить из 300 г тристеарата? Выход глицерина равен 85 %.

**Ответ:** 244 г.

### III. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения (см. примечание к п. III контрольной работы № 8).

1. Пропаналь → пропанол-1 → 1-бромпропан → пропанол-1 → пропен → пропанол-2.

2. Кальций-карбонат → ацетилен → бензол → фенолят натрия → фенол → пикриновая кислота.

3. Крахмал → глюкоза → этанол → этен → этановая кислота → метилацетат.

4. Бензол → нитробензол → анилин → сульфат фениламмония → анилин → 2,4,6-триброманилин.

5. Углерод(II)-оксид → метанол → этан → хлоруксусная кислота → аминоксусная кислота → глицилглицин.

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

#### Задача 1

Определите степень окисления азота и хрома в следующих молекулах и ионах:

а) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; б) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; в) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; г) CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; д) NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.

#### Решение

При вычислении степени окисления атомов в сложных соединениях следует учитывать, что алгебраическая сумма степеней окисления атомов в соединении всегда равна нулю, а в сложном ионе — заряду иона.

а) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> — оксид азота.

Степень окисления азота  $x$ , кислорода (-2). Исходя из нейтральности молекулы, составляем уравнение:

$$2x + 4(-2) = 0,$$

откуда  $x = +4$ , т. е. степень окисления азота в N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> равна +4;

**б)**  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — сульфат аммония.

Степень окисления азота  $x$ , водорода  $+1$ , кислорода  $(-2)$ , серы в сульфатах (соли серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $+6$  составляем уравнение:

$$2x + 2 \cdot 4(+1) + 6 + 4(-2) = 0,$$

откуда  $x = -3$ , т. е. степень окисления азота в  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  равна  $(-3)$ ;

**в)**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  — дихромат калия.

Степень окисления хрома  $x$ , калия  $+1$ , кислорода  $(-2)$ . Исходя из нейтральности молекулы, составляем уравнение:

$$2(+1) + 2x + 7(-2) = 0,$$

откуда  $x = +6$ , т. е. степень окисления хрома в  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  равна  $+6$ ;

**г)**  $\text{CrO}_4^{2-}$  — хромат-ион.

Степень окисления хрома  $x$ , кислорода  $(-2)$ . Учитывая, что заряд хромат-иона равен  $(-2)$ , составляем уравнение:

**а)**  $\text{N}_2\text{O}_4$  — оксид азота.

Степень окисления азота  $x$ , кислорода  $(-2)$ . Исходя из нейтральности молекулы, составляем уравнение:

$$2x + 4(-2) = 0,$$

откуда  $x = +4$ , т. е. степень окисления азота в  $\text{N}_2\text{O}_4$  равна  $+4$ ;

**б)**  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — сульфат аммония.

Степень окисления азота  $x$ , водорода  $+1$ , кислорода  $(-2)$ , серы в сульфатах (соли серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $+6$  составляем уравнение:

$$2x + 2 \cdot 4(+1) + 6 + 4(-2) = 0,$$

откуда  $x = -3$ , т. е. степень окисления азота в  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  равна  $(-3)$ ;

**в)**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  — дихромат калия.

Степень окисления хрома  $x$ , калия  $+1$ , кислорода  $(-2)$ . Исходя из нейтральности молекулы, составляем уравнение:

$$2(+1) + 2x + 7(-2) = 0,$$

откуда  $x = +6$ , т. е. степень окисления хрома в  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  равна  $+6$ ;

**г)**  $\text{CrO}_4^{2-}$  — хромат-ион.

Степень окисления хрома  $x$ , кислорода  $(-2)$ . Учитывая, что заряд хромат-иона равен  $(-2)$ , составляем уравнение:

$$x + 4(-2) = -2,$$

откуда  $x = +6$ , т. е. степень окисления хрома в ионе  $\text{CrO}_4^{2-}$ , равна  $+6$ .

**д)**  $\text{NO}_2^-$  — нитрит-ион.

Степень окисления азота  $x$ , кислорода  $(-2)$ . Учитывая, что заряд нитрит-иона равен  $(-1)$ , составляем уравнение:

$$x + 2(-2) = -1,$$

откуда  $x = +3$ , т. е. степень окисления азота в ионе  $\text{NO}_2^-$  равна  $+3$ .

## Задача 2

**Рассчитайте число атомов, молекул и количество вещества газообразных кислорода и азота в 1 дм<sup>3</sup> воздуха при нормальных условиях.**



*Справочные данные:* Воздух — газовая смесь с объемным содержанием кислорода 21 %, азота 78 %, остальное (около 1 %) — благородные газы, оксид углерода (IV), пары воды.

**Решение**

1. Объем кислорода и азота в 1 дм<sup>3</sup> воздуха вычисляем по формуле:

$$\varphi \% = \frac{V(\text{газа})}{V(\text{смеси})} \cdot 100 \%$$

$$V(\text{O}_2) = 1 \cdot 0,21 = 0,21(\text{дм}^3); V(\text{N}_2) = 1 \cdot 0,78 = 0,78(\text{дм}^3).$$

2. Согласно следствию из закона Авогадро, молярный объем газа — это отношение объема газа (н. у.) к его количеству:

$$V_m = \frac{V}{\nu} = 22,4(\text{дм}^3 / \text{моль}).$$

Следовательно, количества газообразных кислорода и азота в 1 дм<sup>3</sup> воздуха равны:

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{22,4} = \frac{0,21}{22,4} = 0,00937(\text{моль}),$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{22,4} = \frac{0,78}{22,4} = 0,0348(\text{моль}).$$

3. Определим число молекул кислорода и азота в 1 дм<sup>3</sup> воздуха, зная, что моль любого вещества содержит Авогадрово число, т.е.  $6,02 \cdot 10^{23}$  структурных единиц:  $N_A = n/\nu$ , откуда  $n = N_A \cdot \nu$

$$n(\text{O}_2) = N_A \cdot \nu(\text{O}_2) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,00937 = 5,64 \cdot 10^{21}$$

$$n(\text{N}_2) = N_A \cdot \nu(\text{N}_2) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,0348 = 2,09 \cdot 10^{22}$$

4. Молекулы кислорода и азота состоят из двух атомов, значит, число атомов кислорода и азота в 1 дм<sup>3</sup> воздуха в 2 раза больше числа молекул:

$$n(\text{O}) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 5,64 \cdot 10^{21} = 1,128 \cdot 10^{22}$$

$$n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 2,09 \cdot 10^{22} = 4,18 \cdot 10^{22}$$

**Ответ:** 0,00937 моль O<sub>2</sub>; 0,0348 моль N<sub>2</sub>;  $5,64 \cdot 10^{21}$  молекул O<sub>2</sub>;  $2,09 \cdot 10^{22}$  молекул N<sub>2</sub>;  $1,128 \cdot 10^{22}$  атомов O;  $4,18 \cdot 10^{22}$  атомов N.

**Задача 3**

При сжигании соединения X массой 3,2 г образовалось 7,2 г воды и 4,48 дм<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> (н. у.). Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 8. Определите формулу вещества.

**Решение**

1. Рассчитываем молярную массу соединения X:

$$M(\text{X}) = M(\text{H}_2) \cdot D; M(\text{X}) = 2 \cdot 8 = 16 \text{ г/моль}.$$

2. Вычисляем количество воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}; \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7,2}{18} = 0,4 \text{ моль}.$$

Из формулы воды H<sub>2</sub>O следует, что:

$$v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}); v(\text{H}) = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ моль.}$$

Находим массу водорода в составе воды:

$$m(\text{H}) = v(\text{H}) \cdot M(\text{H}); m(\text{H}) = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ г.}$$

3. Вычисляем количество оксида углерода:

$$v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}}; v(\text{CO}_2) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

Из формулы оксида углерода  $\text{CO}_2$  следует, что

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2); v(\text{C}) = 0,2 \text{ моль.}$$

Рассчитываем массу углерода в составе оксида углерода:

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}); m(\text{C}) = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ г.}$$

4. В состав неизвестного соединения кроме углерода и водорода может входить кислород, так как он обнаруживается в продуктах горения вещества. Определяем наличие или отсутствие кислорода в соединении X. Для этого находим суммарную массу водорода и углерода в составе соединения:

$$m(\text{H}) + m(\text{C}) = 0,8 + 2,4 = 3,2 \text{ г.}$$

Из условия известно, что масса соединения также равна 3,2 г. Следовательно, кислород в состав X не входит. Определяем простейшую формулу соединения X. Для этого находим соотношение количеств водорода и углерода в его составе:

$$v(\text{H}) : v(\text{C}) = 0,8 : 0,2 = 4 : 1$$

Тогда простейшая формула будет иметь вид  $\text{C}\text{H}_4$ . Молярная масса  $\text{C}\text{H}_4$  равна 16 г/моль. Нами рассчитано, что и молярная масса соединения X также равна 16 г/моль. Следовательно, истинная формула X идентична простейшей  $\text{C}\text{H}_4$ .

#### Задача 4

**Плотность паров органического вещества равна 2,05 г/дм<sup>3</sup> (н. у.). Выведите молекулярную формулу вещества, если известно, что при полном сгорании 2,3 г вещества образовалось 4,4 г оксида углерода (IV) и 2,7 г воды.**

#### Решение

1. Рассчитываем молярную массу неизвестного соединения (X):

$$M(\text{X}) = \rho (\text{паров в-ва}) \cdot V_m = 2,05 \cdot 22,4 = 46,0 \text{ (г/моль).}$$

2. Вычисляем количество воды:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}; v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2,7}{18} = 0,15 \text{ (моль).}$$

Из формулы воды  $\text{H}_2\text{O}$  следует, что:

$$v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}); v(\text{H}) = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ моль.}$$

Находим массу водорода в составе воды:

$$m(\text{H}) = v(\text{H}) \cdot M(\text{H}); m(\text{H}) = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ г.}$$

3. Вычисляем количество оксида углерода:

$$v(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)}; v(\text{CO}_2) = \frac{4,4}{44} = 0,1 \text{ моль.}$$

Из формулы оксида углерода  $\text{CO}_2$  следует, что:

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2); v(\text{C}) = 0,1 \text{ моль.}$$

Рассчитываем массу углерода в составе оксида углерода:

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}); m(\text{C}) = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ г.}$$

4. В состав неизвестного соединения кроме углерода и водорода может входить кислород, так как он обнаруживается в продуктах горения вещества. Определяем наличие или отсутствие кислорода в соединении X. Для этого находим суммарную массу водорода и углерода в составе соединения:

$$m(\text{H}) + m(\text{C}) = 0,3 + 1,2 = 1,5 \text{ г.}$$

Из условия известно, что масса соединения равна 2,3 г. Значит, масса кислорода в соединении составляет:

$$m(\text{O}) = 2,3 - 1,5 = 0,8 \text{ г}$$
$$v(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{0,8}{16} = 0,05 \text{ моль.}$$

Определяем простейшую формулу соединения X. Для этого находим соотношение количеств водорода, углерода и кислорода в его составе:

$$v(\text{H}) : v(\text{C}) : v(\text{O}) = 0,3 : 0,1 : 0,05 = 6 : 2 : 1$$

Тогда простейшая формула будет иметь вид  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . Молярная масса  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  равна 46 г/моль. Нами рассчитано, что и молярная масса соединения X также равна 46 г/моль. Следовательно, истинная формула X идентична простейшей.

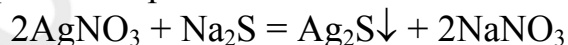
**Ответ:**  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

#### Задача 5

*К раствору, содержащему 25,5 г нитрата серебра, прилили раствор, содержащий 7,8 г сульфида натрия. Определите массу образовавшегося осадка.*

#### Решение

1. Запишем уравнение реакции:



Из уравнения видно, что 2 моль  $\text{AgNO}_3$  взаимодействуют с 1 моль  $\text{Na}_2\text{S}$  с образованием 1 моль осадка  $\text{Ag}_2\text{S}$ .

2. Определяем количества  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$  в сливаемых растворах, чтобы выяснить какое из веществ взято в избытке.

Количества  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$  в сливаемых растворах определим по формуле:

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{AgNO}_3) = \frac{25,5}{169,9} = 0,15 \text{ (моль)},$$

$$v(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{7,8}{78} = 0,10 \text{ (моль)} \text{ — избыток.}$$

Из уравнения реакции следует, что для взаимодействия с 0,10 моль  $\text{Na}_2\text{S}$  нужно 0,2 моль  $\text{AgNO}_3$ . В растворе нитрата серебра содержится только 0,15 моль  $\text{AgNO}_3$ , значит,  $\text{AgNO}_3$  прореагирует полностью с образованием 0,075 моль осадка  $\text{Ag}_2\text{S}$ . Значит,  $v(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,075$  моль.

3. Масса осадка  $\text{Ag}_2\text{S}$  равна:

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = v(\text{Ag}_2\text{S}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,075 \cdot 247,8 = 18,6 \text{ (г)}.$$

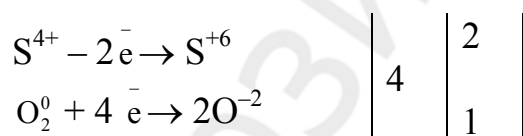
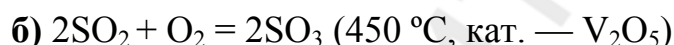
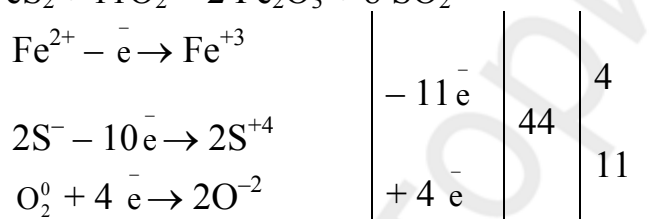
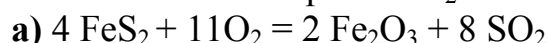
**Ответ: 18,6 г**

### Задача 6

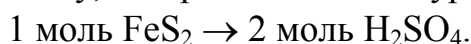
*Сколько килограммов раствора с массовой долей серной кислоты, равной 70 %, можно получить из 200 кг руды, содержащей 90 %  $\text{FeS}_2$  (остальное — примеси, не содержащие серу)? Выход серной кислоты в производственном процессе составляет 80 %.*

### Решение

Запишем уравнения реакций, лежащих в основе производства серной кислоты из пирита  $\text{FeS}_2$ :



Решение задачи можно вести по стехиометрической схеме превращения пирита в серную кислоту, которая вытекает из уравнений реакций а – в:



*Примечание:* решение задачи по стехиометрической схеме без записи уравнений реакций, на основании которых она должна быть составлена, не засчитывается.

1. Масса  $\text{FeS}_2$  в руде:

$$m(\text{FeS}_2) = \frac{m(\text{руды}) \cdot \omega(\text{FeS}_2)}{100} = \frac{200 \cdot 90}{100} = 180 \text{ (кг)}.$$

2. По стехиометрической схеме определяем массу серной кислоты, которая может образоваться из 180 кг FeS<sub>2</sub>:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{2 \cdot 98 \cdot 180}{120} = 294 \text{ (кг)}.$$

3. С учетом практического выхода получится

$$m^1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 294 \cdot 0,8 = 235,2 \text{ (кг)}.$$

4. Найдем массу раствора серной кислоты:

$$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = \frac{m^1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 100}{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{235,2 \cdot 100}{70} = 336 \text{ (кг)}.$$

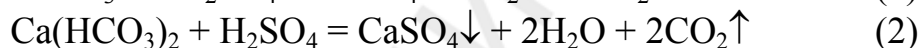
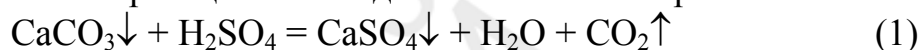
**Ответ:** 336 кг.

### Задача 7.

*При взаимодействии 18,1 г смеси карбоната и гидрокарбоната кальция с серной кислотой образовалось 20,4 г сульфата кальция. Определите количественный состав исходной смеси солей (моль, мас. %).*

### Решение

Запишем уравнения реакций взаимодействия солей с серной кислотой:



1. Найдем количество сульфата кальция, образовавшегося при взаимодействии смеси солей с серной кислотой:

$$\nu(\text{CaSO}_4) = \frac{m(\text{CaSO}_4)}{M(\text{CaSO}_4)} = \frac{20,4}{136} = 0,15 \text{ (моль)};$$

$$\nu(\text{CaSO}_4) = \nu(\text{CaCO}_3) + \nu[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2].$$

2. Обозначим через  $x$  и  $y$  количества, соответственно, средней и кислой соли в смеси, тогда массы солей равны:

$$m(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 100x;$$

$$m[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2] = \nu[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2] \cdot M[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2] = 162y.$$

3. Составляем систему из двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} x + y = 0,15 \\ 100x + 162y = 18,1 \end{cases}$$

Решаем эту систему уравнений и получаем:

$$y = 0,05;$$

$$x = 0,15 - y = 0,10.$$

Таким образом, смесь солей содержит 0,10 моль CaCO<sub>3</sub> и 0,05 моль Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

4. Масса CaCO<sub>3</sub> в смеси:

$$m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,10 = 10 \text{ (г)}, \text{ что составляет в процентах:}$$

$$\omega(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{10}{18,1} \cdot 100 = 55,25 \text{ \%}.$$

По разности:

$$\omega[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2] = 100 - \omega(\text{CaCO}_3) = 100 \% - 55,25 \% = 44,75 \text{ \%}.$$

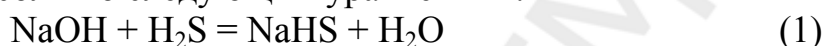
**Ответ:** 0,10 моль, 55,25 % CaCO<sub>3</sub>; 0,5 моль, 44,75 % Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

### Задача 8

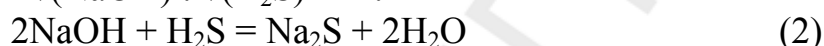
*Какая соль и в каком количестве образуется, если через раствор, содержащий 90 г гидроксида натрия пропустить 56 дм<sup>3</sup> сероводорода (н. у.)?*

#### Решение

Взаимодействие между NaOH и H<sub>2</sub>S может протекать с образованием кислой или средней соли по следующим уравнениям:



$$v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_2\text{S}) = 1 : 1$$



$$v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_2\text{S}) = 2 : 1$$

где  $v$  – количество вещества, моль.

Для решения задачи нужно определить количества NaOH и H<sub>2</sub>S, взятых для реакции, и сравнить их с молярными соотношениями реагентов в реакциях 1 и 2.

1. Определение количества NaOH;  $M(\text{NaOH}) = 40$  г/моль

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{90}{40} = 2,25 \text{ (моль)}.$$

2. Определение количества H<sub>2</sub>S:

Согласно следствию из закона Авогадро, 1 моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 дм<sup>3</sup>, следовательно:

$$v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{H}_2\text{S})}{V_m} = \frac{56}{22,4} = 2,5 \text{ (моль)}.$$

3.  $v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_2\text{S}) = 2,25 : 2,5$ .

Значит, взаимодействие между NaOH и H<sub>2</sub>S прошло по ур. 1: в реакцию вступило по 2,25 моль NaOH и H<sub>2</sub>S, причем избыток H<sub>2</sub>S составил 0,25 моль (2,5 – 2,25). В результате реакций образовалось 2,25 моль кислой соли NaHS.

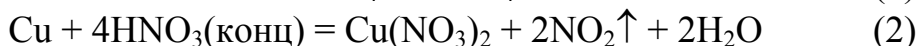
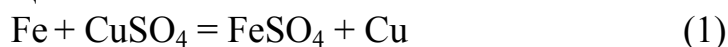
**Ответ:** образовалось 2,25 моль NaHS.

### Задача 9

*Масса железной пластинки, выдержанной некоторое время в растворе медного купороса, изменилась на 1,6 г. Какой объем раствора азотной кислоты с массовой долей HNO<sub>3</sub>, равной 96 % (пл. 1,50 г/см<sup>3</sup>), необходимо затратить для снятия медного покрытия с пластинки?*

#### Решение

Запишем уравнения реакций:



Согласно уравнению реакции 1, изменение массы железной пластинки обусловлено замещением железа на пластинке медью и определяется разностью молярных масс железа и меди:

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}; M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}.$$

Молярная масса меди больше молярной массы железа, значит, в ходе реакции замещения масса пластинки увеличивается.

1. Замещение 1 моль железа на 1 моль меди вызовет увеличение массы пластинки на:

$$M(\text{Cu}) - M(\text{Fe}) = 64 - 56 = 8 \text{ (г/моль)}.$$

Определим, какое количество меди осадилось на пластинке, если ее масса увеличилась на 16 г:

$$\nu(\text{Cu}) = \frac{1,6}{8} = 0,2 \text{ (моль)}.$$

2. Согласно уравнению реакции 2, для растворения 0,2 моль Cu необходимо количество  $\text{HNO}_3$ , равное  $0,2 \cdot 4 = 0,8$  моль, что составляет:

$$m(\text{HNO}_3) = \nu(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 0,8 \cdot 63 = 50,4 \text{ (г)}.$$

3. Масса раствора  $\text{HNO}_3$ :

$$m(\text{р-ра HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3) \cdot 100}{\omega(\text{HNO}_3)} = \frac{50,4 \cdot 100}{96} = 52,5 \text{ (г)}.$$

4. Объем раствора  $\text{HNO}_3$ :

$$V(\text{р-ра HNO}_3) = \frac{m(\text{р-ра HNO}_3)}{\rho(\text{р-ра HNO}_3)} = \frac{52,5}{1,5} = 35,0 \text{ (см}^3\text{)}.$$

**Ответ:** 35 см<sup>3</sup>.

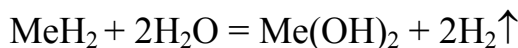
### Задача 10

*При взаимодействии 0,84 г гидрида двухвалентного металла с водой выделилось 896 см<sup>3</sup> (н. у.) газа. Определите, о гидриде какого металла идет речь в задаче.*

### Решение

Обозначим неизвестный металл символом Me, тогда его гидрид будет иметь формулу  $\text{MeH}_2$ .

Запишем уравнение реакции взаимодействия гидрида двухвалентного металла с водой:



1. Вычисляем количество водорода:

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ моль}.$$

2. Из уравнения реакции следует, что:

$$\nu(\text{MeH}_2) = 0,5\nu(\text{H}_2) = 0,02 \text{ моль}.$$

3. Рассчитываем молярную массу  $\text{MeH}_2$ :

$$M(\text{MeH}_2) = \frac{m(\text{MeH}_2)}{v(\text{MeH}_2)} = \frac{0,84}{0,02} = 42 \text{ г/моль.}$$

4. Рассчитываем молярную массу Me:

$$M(\text{Me}) = M(\text{MeH}_2) - 2 \cdot M(\text{H}) = 42 - 2 = 40 \text{ г/моль.}$$

Этот металл — Ca (кальций).

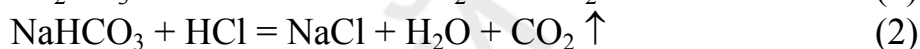
**Ответ:** кальций

### Задача 11

*При обработке 3,8 г смеси карбоната и гидрокарбоната натрия соляной кислотой выделилось 896 см<sup>3</sup> (н. у.) газа. Сколько см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с массовой долей HCl, равной 20 % (пл. 1,1 г/см<sup>3</sup>), прореагировало со смесью солей?*

#### Решение

При действии соляной кислоты на смесь карбоната и гидрокарбоната натрия протекают следующие реакции:



1. Согласно уравнениям реакций 1 и 2, из 1 моль карбоната и 1 моль гидрокарбоната натрия при реакции с соляной кислотой выделяется по 1 моль CO<sub>2</sub>. Значит количество CO<sub>2</sub> образовавшегося при взаимодействии смеси солей с соляной кислотой, равно сумме количеств средней и кислой соли в смеси:

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) + v(\text{NaHCO}_3);$$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ (моль).}$$

Обозначим через x и y количества, соответственно Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и NaHCO<sub>3</sub> в смеси, тогда массы солей равны:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 x;$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = v(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 84 y.$$

Составим систему из двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} x + y = 0,04 \\ 100x + 84y = 3,8 \end{cases}$$

Решаем эту систему уравнений и получаем:

$$y = 0,02;$$

$$x = 0,04 - y = 0,02.$$

Значит, навеска смеси солей содержит по 0,02 моль каждой соли.

2. Суммарное количество HCl, вступившее в реакцию с навеской смеси солей, равно:

$$v(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,02 + 0,02 = 0,06 \text{ (моль),}$$

что составляет:

$$m(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,06 \cdot 36,5 = 2,19 \text{ (г).}$$



3. Масса соляной кислоты:

$$m(p\text{-ра HCl}) = \frac{m(\text{HCl}) \cdot 100}{\omega(\text{HCl})} = \frac{2,19 \cdot 100}{20} = 10,95 \text{ (г)}.$$

4. Объем соляной кислоты:

$$V(p\text{-ра HCl}) = \frac{m(p\text{-ра HCl})}{\rho(p\text{-ра HCl})} = \frac{10,95}{1,1} = 9,95 \text{ (см}^3\text{)}.$$

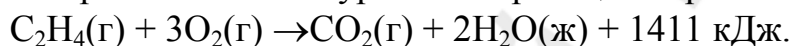
**Ответ:** 9,95 см<sup>3</sup>

### Задача 12

*При полном сгорании этилена (с образованием жидкой воды) выделилось 5644 кДж энергии. Найдите объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) вступившего в реакцию кислорода, если известно, что при сгорании 1 моль этилена выделяется 1411 кДж.*

#### Решение

Запишем термохимическое уравнение реакции горения этилена:



На сжигание 1 моль этилена расходуется 3 моль кислорода, которые, согласно следствию из закона Авогадро, при нормальных условиях занимают объем, равный  $3V_m$ , т. е.  $3 \cdot 22,4 = 67,2 \text{ дм}^3$ .

По стехиометрической пропорции определим, какой объем кислорода вступил в реакцию горения этилена, если выделилось 5644 кДж:

$$1411 : 67,2 = 5644 : V(\text{O}_2);$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{2544 \cdot 67,2}{1411} = 268,8 \text{ (дм}^3\text{)}.$$

**Ответ:** 268,8 дм<sup>3</sup>

### Задача 13

*Какую массу SO<sub>3</sub> нужно добавить к 60 г раствора серной кислоты с массовой долей H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 40 %, чтобы получить олеум с массовой долей SO<sub>3</sub> 10 %.*

#### Решение

Олеум — раствор оксида серы (VI) в безводной серной кислоте.

1. Рассчитываем массу и количество воды в исходном растворе:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 \% - 40 \% = 60 \%;$$

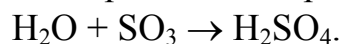
$$m(\text{H}_2\text{O}) = \omega(\text{H}_2\text{O}) \cdot m(p\text{-ра}) / 100 \%;$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 60 \cdot 60 / 100 = 36 \text{ г}.$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O});$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 36 / 18 = 2 \text{ моль}.$$

При растворении оксида серы в воде образуется серная кислота:



2. Рассчитываем массу оксида серы, необходимую для реакции с водой, для получения безводной серной кислоты:

$$v_1(\text{SO}_3) = v(\text{H}_2\text{O});$$

$$v_1(\text{SO}_3) = 2 \text{ моль.}$$

$$m_1(\text{SO}_3) = v_1(\text{SO}_3) \cdot M(\text{SO}_3);$$

$$m_1(\text{SO}_3) = 2 \cdot 80 = 160 \text{ г}$$

3. Находим массу безводной серной кислоты, образующейся в результате растворения 160 г оксида серы в исходном растворе:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{р-ра}) + m_1(\text{SO}_3);$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 60 + 160 = 220 \text{ г.}$$

4. Определяем массу оксида серы ( $m_2$ ), необходимую для получения требуемого олеума из безводной серной кислоты, обозначив ее через  $x$ :

$$\omega(\text{SO}_3) = \frac{m_2(\text{SO}_3)}{m_2(\text{SO}_3) + m(\text{H}_2\text{SO}_4\text{безвод.})};$$

$$0,1 = \frac{X}{220 + X}, \text{ отсюда } X = 24,4 \text{ г.}$$

5. Определяем общую массу оксида серы:

$$m(\text{SO}_3) = m_1(\text{SO}_3) + m_2(\text{SO}_3);$$

$$m(\text{SO}_3) = 160 + 24,4 = 184,4 \text{ (г).}$$

**Ответ: 184,4 г**

#### Задача 14

***В 100 г воды при 40 °С растворяется 50 г соли, а при 10 °С — 30 г. Какая масса соли выпадает в осадок при охлаждении насыщенного при 40 °С раствора массой 50 г до 10 °С?***

#### Решение

1. Определяем массу насыщенного при 40 °С раствора, содержащего 100 г  $\text{H}_2\text{O}$  и 50 г соли:

$$m_1(\text{р-ра}) = m_1(\text{соли}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

$$m_1(\text{р-ра}) = 50 + 100 = 150 \text{ (г).}$$

2. Рассчитываем массу насыщенного при 10 °С раствора, содержащего 100 г воды и 30 г соли:

$$m_2(\text{р-ра}) = m_2(\text{соли}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

$$m_2(\text{р-ра}) = 30 + 100 = 130 \text{ (г).}$$

3. Вычисляем массу осадка, образующегося при охлаждении раствора, содержащего 100 г воды:

$$m(\text{осадка}) = m_1(\text{р-ра}) - m_2(\text{р-ра});$$

$$m(\text{осадка}) = 150 - 130 = 20 \text{ (г).}$$

Таким образом, при охлаждении 150 г раствора выпадает в осадок 20 г соли. Теперь вычисляем массу осадка, образующегося при охлаждении 50 г насыщенного раствора. Для этого составляем пропорцию:

из 150 г раствора выпадает 20 г осадка,

из 50 г — х г осадка,

$$x = 20 \cdot 50 / 150 = 6,67 \text{ (г).}$$

**Ответ: 6,67 г**

#### Задача 15

**Плотность газовой смеси, состоящей из гелия и ксенона, при н. у. равна  $3 \text{ г/дм}^3$ . Определите объемную долю гелия (%) в смеси.**

#### Решение

Для расчетов выбираем образец смеси количеством вещества 1 моль. Тогда при н. у. объем образца равен  $22,4 \text{ дм}^3$ .

1. Находим массу образца газа:

$$m(\text{г}) = \rho(\text{г}) \cdot V(\text{г}); m(\text{г}) = 3 \cdot 22,4 = 67,2 \text{ г.}$$

2. Обозначаем количество гелия в образце смеси  $x$ ; тогда количество ксенона в смеси будет равно  $(1 - x)$ . Выразим массы гелия и ксенона в образце:

$$m(\text{He}) = \nu(\text{He}) \cdot M(\text{He}); m(\text{He}) = x \cdot 4;$$
$$m(\text{Xe}) = \nu(\text{Xe}) \cdot M(\text{Xe}); m(\text{Xe}) = (1 - x) \cdot 131.$$

3. Масса образца равна сумме масс гелия и ксенона, что составляет  $67,2 \text{ г}$ :

$$m(\text{He}) + m(\text{Xe}) = 67,2 \text{ г.}$$

В последнее уравнение подставляем значения масс гелия и ксенона:

$$4x + (1 - x) \cdot 131 = 67,2 \text{ и получаем } x = 0,5 \text{ моль.}$$

4. Определяем объем гелия:

$$V(\text{He}) = \nu(\text{He}) \cdot 22,4 \text{ дм}^3 / \text{моль};$$
$$V(\text{He}) = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ (дм}^3\text{)}.$$

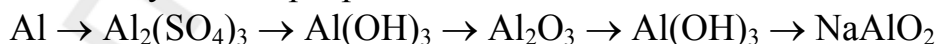
5. Рассчитываем объемную долю гелия в смеси:

$$\varphi(\text{He}) = \frac{V(\text{He})}{V(\text{смеси})} \cdot 100 \%;$$
$$\varphi(\text{He}) = \frac{11,2}{22,4} \cdot 100 \% = 50 \%$$

**Ответ: 50 %**

#### Задача 16

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

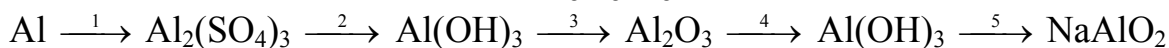


*Методические рекомендации к решению:*

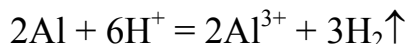
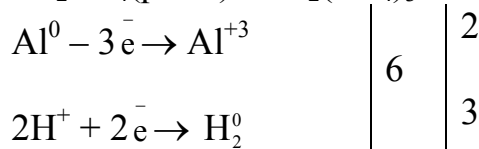
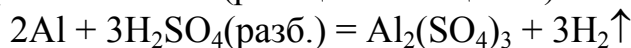
Прежде всего пронумеруйте все стадии цепочки превращений, а затем соответственно полученным цифрам составьте уравнения реакций каждого превращения, иногда состоящего из нескольких стадий, с указанием условий протекания процессов. Для реакции в растворах электролитов следует обязательно записывать уравнения в молекулярном и ионном виде. Для окислительно-восстановительных реакций необходимы схемы электронного баланса. Нерастворимые и газообраз-

ные продукты реакций обозначайте стрелками, направленными соответственно вниз или вверх.

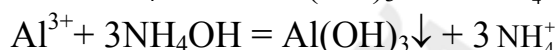
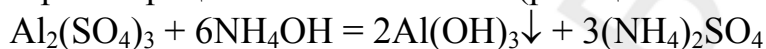
**Решение**



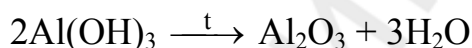
1. Сульфат алюминия получается растворением алюминия в растворе серной кислоты (реакция замещения):



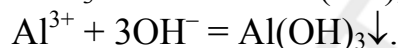
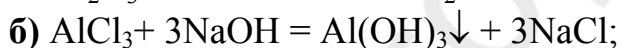
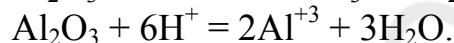
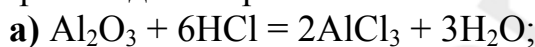
2. Гидроксид алюминия можно получить, добавив к раствору сульфата алюминия раствор щелочи или аммиака (реакция обмена):



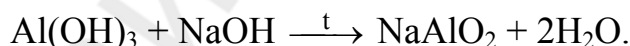
3. Оксид алюминия получается при термическом разложении гидроксида алюминия:



4. Гидроксид алюминия из его оксида получается косвенным путем, т. е. через стадию образования соли:



5. Метаалюминат натрия образуется при сплавлении гидроксида алюминия со щелочью:

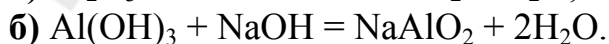
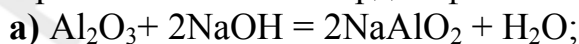


*Примечание:* обратите внимание на особенности взаимодействия оксида и гидроксида алюминия с NaOH в водном растворе и при твердофазном сплавлении.

**а)**  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$  — гексагидроксоалюминат натрия;



При сплавлении в твердой фазе получается метаалюминат натрия:



**Задача 17**

В настоящем задании на примере анализа одного из тестов показана методика работы над вопросами тестового задания.

Выбор букв ответа, который Вы присылаете для проверки должен быть обоснован в *Вашей рабочей тетради* необходимыми определениями, уравнениями реакций, расчетами и т. д.

### ТЕСТ 1

Найдите плотность оксида азота (II) по водороду:

- а) 30;      б) 15;      в) 60;      г) 0,06.

Ответ: б

Относительная плотность газа — это величина, которая показывает, во сколько раз один газ тяжелее или легче другого:

$$D_{H_2} = \frac{M(NO)}{M(H_2)} = \frac{30}{2} = 15.$$

### ТЕСТ 2

Какие из электронных конфигураций соответствуют возбужденному состоянию атома?

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

Ответ: б, г

Приведенные в тесте электронные конфигурации соответствуют:

- а) атому углерода в основном состоянии;  
б) атому углерода в возбужденном состоянии;  
в) атому фосфора в основном состоянии;  
г) атому марганца в возбужденном состоянии.

### ТЕСТ 3

Укажите, в каких схемах происходит окисление атома элемента:

- а)  $2CrO_4^{2-} \rightarrow Cr_2O_7^{2-}$ ;      б)  $PO_3^- \rightarrow PO_4^{3-}$ ;  
в)  $NO_3^- \rightarrow NO_2^-$ ;      г)  $2Cr^{3+} \rightarrow Cr_2O_7^{2-}$ .

Ответ: г

Окисление — это процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом. Для каждой схемы определим степени окисления атомов, укажем число электронов, участвующих в превращении, и найдем процессы окисления:

- а)  $2 \overset{+6}{Cr} \overset{-2}{O}_4^{2-} \rightarrow \overset{+6}{Cr}_2 \overset{-2}{O}_7^{2-}$  степени окисления атомов не изменяются;  
б)  $\overset{+5}{P} \overset{-2}{O}_3^- \rightarrow \overset{+5}{P} \overset{-2}{O}_4^{3-}$  аналогично (а);  
в)  $\overset{+5}{N} \overset{-2}{O}_3^- \xrightarrow{+2e^-} \overset{+3}{N} \overset{-2}{O}_2^-$  происходит восстановление атомов азота;  
г)  $2 \overset{+3}{Cr} \xrightarrow{-6e^-} \overset{+6}{Cr}_2 \overset{-2}{O}_7^{2-}$  происходит окисление атомов хрома.

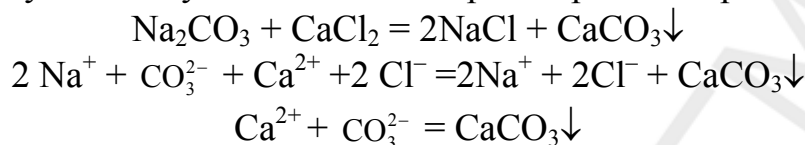
#### ТЕСТ 4

Какие ионы электролитов не участвуют в реакции взаимодействия карбоната натрия с хлоридом кальция в водном растворе?

- а)  $\text{Na}^+$ ;    б)  $\text{Cl}^-$ ;    в)  $\text{CO}_3^{2-}$ ;    г)  $\text{Ca}^{2+}$ .

Ответ: а, б

Сокращенное ионное уравнение реакции указывает ионы, которые взаимодействуют между собой в водных растворах электролитов:



#### ТЕСТ 5

Какими способами можно устранить временную жесткость воды?

- а) действием кальций гидроксида;  
б) действием натрий гидрокарбоната;  
в) кипячением;  
г) действием натрий-карбоната.

Ответ: а, в, г

Временная или карбонатная жесткость воды обусловлена присутствием в ней гидрокарбонатов кальция и магния. Для ее устранения катионы кальция и магния осаждают в виде карбонатов:

- а)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$  реакция не идет;  
в)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ;  
г)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaHCO}_3$ .

#### ТЕСТ 6

Укажите уравнения реакций, которые будут протекать с выделением азот(IV)-оксида:

- а)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow$                       б)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow$   
в)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t}$                                       г)  $\text{KNO}_3 \xrightarrow{t}$

Ответ: б, в

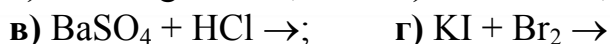
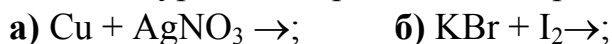
Схемы реакций:

- а)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CuO} + \text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ;  
г)  $\text{KNO}_3 \xrightarrow{t} \text{KNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$ .

Для каждой реакции составьте схему электронного баланса и расставьте коэффициенты.

#### ТЕСТ 7

Укажите уравнения реакций, которые осуществимы:



Ответ: а, г

а)  $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ . Реакция протекает согласно электрохимическому ряду напряжений металлов;

б)  $\text{KBr} + \text{I}_2 \rightarrow$  Реакция не протекает, так как иод менее активный окислитель, чем бром;

в)  $\text{BaSO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$  Реакция не протекает, так как летучая сильная кислота ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ) не вытесняет нелетучую сильную кислоту ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) из сульфатов;

г)  $2\text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$ . Реакция протекает, потому что бром более активный окислитель, чем иод.

### ТЕСТ 8

Какие из соединений, название которых приведены ниже, могут проявлять геометрическую (цис-, транс-) изомерию?

а) 1,1-дихлорэтен;

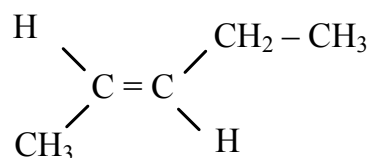
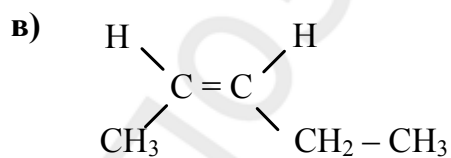
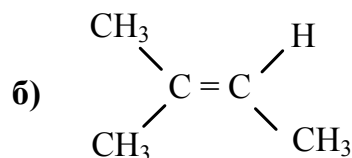
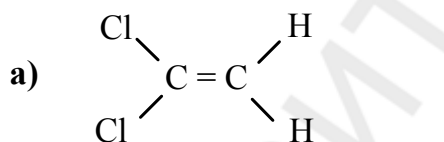
б) 2-метилбутен-2;

в) пентен-2;

г) 2,3-дихлорбутен-2.

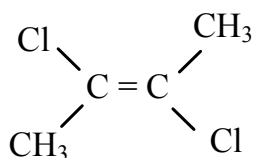
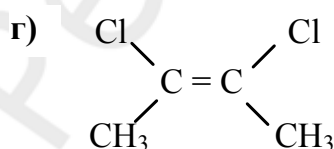
Ответ: в, г

Геометрическую (цис-, транс-) изомерию проявляют непредельные соединения, у которых атомы углерода при двойной связи содержат разные заместители.



Цис-пентен-2

и Транс-пентен-2



Цис-2,3-дихлорбутен-2

и

Транс-2,3-дихлорбутен-2

У соединений (а) и (б) один или оба атома углерода при двойной связи содержат два одинаковых заместителя.

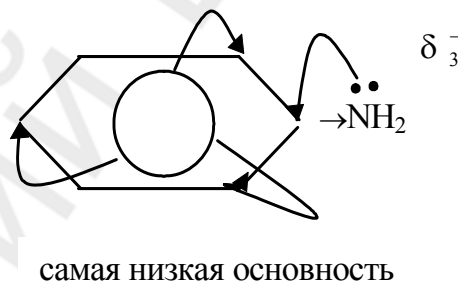
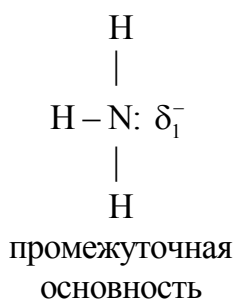
### ТЕСТ 9

Укажите последовательность соединений, которая соответствует возрастанию их основных свойств?

- а) пропиламин – аммиак – анилин;
- б) анилин – аммиак – пропиламин;
- в) аммиак – анилин – пропиламин;
- г) анилин – пропиламин – аммиак.

Ответ: б

Чем выше электронная плотность на атоме азота, тем сильнее он притягивает протон и, следовательно, тем сильнее выражены основные свойства амина.



$$\delta_3^- < \delta_1^- < \delta_2^-$$

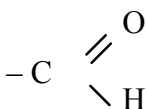
### ТЕСТ 10

Для каких соединений характерна реакция «серебряного зеркала»?

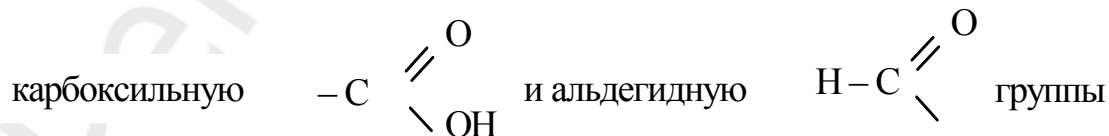
- а) муравьиная кислота б) крахмал в) глюкоза г) сахароза

Ответ: а, в

Реакция «серебряного зеркала» характерна для соединений, содержащих альдегидную группу:



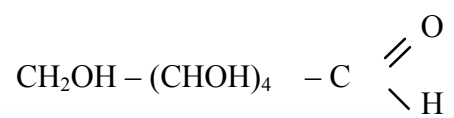
- а) в молекуле муравьиной кислоты можно выделить:



б) макромолекулы крахмала  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  состоят из остатков молекул циклической  $\alpha$ -глюкозы и не содержат альдегидных групп;

- в) глюкоза — одновременно и альдегид и многоатомный спирт:





г) молекула сахарозы  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  состоит из соединенных друг с другом остатков глюкозы и фруктозы и не содержит альдегидную группу.

Репозиторий БГМУ

## Литература

1. *Артемов, А. В.* Тесты по химии. Общая и неорганическая химия / А. В. Артемов. М. : Айрис Пресс, 2005.
2. *Дидактические материалы Химия.* / Р. А. Лидин [и др.]. М., 2000.
3. *Ельницкий, А. П.* Органическая химия для школьников и абитуриентов. Теория. Тесты. Задачи / А. П. Ельницкий. Минск : «УниверсалПресс», 2004.
4. *Иванютина, З. М.* Химия. Пособие для подготовки. Централизованное тестирование. Вступительный экзамен / З. М. Иванютина. ТетраСистемс, 2004.
5. *Иванютина, З. М.* Тестовые задания по органической химии / З. М. Иванютина. Т. А. Колевич. Минск : БГУ, 2004.
6. *Тесты.* Химия. Варианты и ответы. 11 класс. «Асар», 2004 г.

## Оглавление

Объяснительная записка .....	3
Учебное задание 1. Основные законы и понятия химии. Основные классы неорганических соединений .....	6
Учебное задание 2. Растворы. Электролитическая диссоциация. Окислительно-восстановительные реакции. Электролиз расплавов и растворов .....	13
Учебное задание 3. Строение атомов. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева. Водород. Галогены.....	20
Учебное задание 4. Подгруппа кислорода .....	27
Учебное задание 5. Подгруппа азота. Скорость химической реакции и химическое равновесие .....	34
Учебное задание 6. Подгруппа углерода .....	41
Учебное задание 7. Металлы .....	48
Учебное задание 8. Теория химического строения органических соединений. Углеводороды .....	55
Учебное задание 9. Функциональные производные углеводов.....	63
Решение типовых задач.....	71
Литература.....	90

Учебное издание

**Атрахимович** Галина Эдуардовна  
**Пансевич** Лариса Ивановна

# **УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ХИМИИ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ**

Учебно-методическое пособие

*8-е издание, переработанное*

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 «Кюм Люкс».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 3,99. Тираж 65 экз. Заказ 395.

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.