

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Министерство образования Новгородской области**

**Комитет образования Администрации Боровичского муниципального**

**района**

**МАОУ СОШ №4 г. Боровичи**

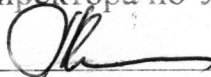
**РАССМОТРЕНО**

на заседании  
методического  
объединения

«29» августа 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО**

зам. директора по УВР

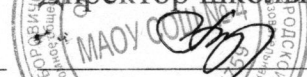


Маслова Е.Д.

«30» августа 2023 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

Директор школы



С.И. Андреева

«31» августа 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**элективного курса**

**«Решение химических задач повышенного уровня сложности»**

для обучающихся 8-9 классов

г.Боровичи 2023 г.

## Программа содержит

- Пояснительную записку;
- Цели и задачи курса;
- Ожидаемые результаты;
- Учебно-тематическое планирование;
- Требования к уровню освоения содержания курса:
- Методологические положения программы
- Учебно-тематическое планирование;
- Список учебной и методической литературы для учителя и учащихся;
- Задания обучающие
- Задания для итогового контроля

## Пояснительная записка

**Количество часов:** 17

**Образовательная область:** естествознание, химия

**Тип программы:** предметно-ориентированная

**Возрастная группа:** 9 класс

**Программа курса адаптирована** к УМК О. С. Габриеляна. Химия (8-9)

**Включает:** теоретическое изучение материала с его закреплением при решении задач и разборе тестовых вопросов, выполнение практических работ.

Изучение химии необходимо человеку для формирования миропонимания, для развития научного стиля мышления. Учебный предмет «химия» более других предметов открывает возможности для овладения методом естественнонаучного познания, который способствует изучению основ других наук. Знания химии необходимы для изучения физики, биологии, географии, ОБЖ. Их усвоение необходимо каждому человеку в современной жизни. Изучение химии является необходимым не только для овладения основами одной из естественных наук, являющихся компонентом современной культуры. Без знания этого предмета в его историческом развитии человек не поймёт историю формирования других составляющих современной культуры.

Курс химии, обязательный для всех учащихся, в условиях модернизации образования, сильно сокращён. Для многих учащихся предлагаемый курс химии (2ч в неделю) недостаточен, чтобы в будущем они могли успешно обучаться в вузах. Использование факультативного курса вызвано необходимостью подготовки учащихся к поступлению и учёбе в высших учебных заведениях на специальности и направления, где дисциплина «Химия» является основой образования.

Современный стандарт содержания образования по химии предусматривает создание условий для достижения учащимися следующих целей: освоение основных понятий и законов химии; овладение умениями производить расчёты на основе химических формул веществ и уравнений химических реакций; развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе проведения химического эксперимента, самостоятельного приобретения знаний в соответствии с возникающими жизненными потребностями; применение полученных знаний и умений для решения практических задач в повседневной жизни; воспитание отношения к химии как к одному из фундаментальных компонентов естествознания и элементу общечеловеческой культуры.

Курс направлен на отработку навыков решения задач, обеспечивающих закрепление теоретических знаний, которые учат творчески применять их в новой ситуации, логически мыслить, даёт возможность углубить и расширить свои знания, и подготовить базу для дальнейшего углубленного изучения химии в старших классах.

Решение задач – средство развития логического мышления учащихся, которое легко сочетается с другими средствами и приёмами образования. Включение разных задач предусматривает перенос теоретического материала на практику и осуществлять контроль за его усвоением, а учащимся – самоконтроль, что воспитывает их самостоятельность в учебной работе.

### **Цель курса:**

- организовать работу для формирования умений практически применять теоретический материал при решении задач различного уровня сложности;
- научить учащихся мыслить, ориентировать их на активную продуктивную деятельность с определённой глубиной и самостоятельностью решения;
- помочь учащимся готовиться к итоговой аттестации на протяжении всего периода обучения, контролировать уровень подготовки по основным разделам курса химии.

### **Задачи курса:**

- отработать навыки решения задач и подготовить школьников к более глубокому освоению химии в старших классах;
- осуществлять межпредметную и метапредметную связь, а также связь химической науки с жизнью;
- обеспечить школьников основной и главной теоретической информацией;
- расширить знания учащихся о различных рациональных способах решения;
- продолжить формирование навыков самостоятельной работы;
- формировать связь между теоретическими и практическими знаниями учащихся;
- совершенствовать технику химического эксперимента;
- подготовить необходимую базу для решения различных типов задач в старших классах.

### **Основные формы организации занятий**

- лекции-дискуссии;
- выполнение лабораторного практикума;
- самостоятельные исследования;
- работа со справочниками, научными текстами;
- выполнение творческих заданий;
- подготовка презентаций;
- зачётная система

### **Средства обучения**

- учебники химии для старших классов средней школы
- учебные пособия по химии, сборники задач
- лабораторное оборудование и реактивы
- дидактические материалы
- интернет ресурсы

### **Ожидаемый результат:**

- успешное обучение в последующих классах;
- знание основных законов и понятий химии;
- умение проводить простейшие расчёты;
- умение решать качественные задачи;
- умение ориентироваться среди различных химических реакций, составлять необходимые уравнения, объяснять свои действия;
- успешная самореализация школьников в учебной деятельности.

Данный элективный курс помогает учащимся логически подходить к решению химических задач, использовать алгоритмы и различные методы (решение пропорций, использование готовых формул, алгебраический, экспериментальный методы и т. д.)

### **Требования к уровню освоения содержания курса:**

#### **I. При решении задач учащиеся должны уметь:**

- классифицировать предложенную задачу,
- анализировать химическое явление,
- последовательно выполнять и проговаривать этапы решения задач,
- анализировать полученный ответ,

- составлять простейшие задачи,
- решать задачи любой трудности,
- решать комбинированные задачи,
- владеть различными методами решения задач: аналитическим, экспериментальным и т.д.;
- владеть методами самоконтроля и самооценки.

### **Требования к знаниям и умениям учащихся**

После изучения данного элективного курса учащиеся **должны овладеть** навыками следующих расчётов:

- количества веществ и объёма газообразного вещества
- массовой доли элемента в сложном веществе
- количества вещества и массы для одного из реагентов или продуктов
- объёма газообразного реагента или продукта
- с использованием понятий об избытке и недостатке реагента и о практическом выходе продукта
- задач на смеси
- решение задач различными способами

После изучения данного элективного курса учащиеся **должны уметь**:

- выписывать из условия задачи все числовые данные, используя общепринятые обозначения и размерности;
- формулировать вопрос задачи
- составлять схемы и уравнения реакций
- дополнять условие задачи справочными данными (молярный объём, молярные массы, число Авогадро и т.д.)
- выбирать необходимые для расчёта формулы
- в результате математических преобразований получать окончательную формулу для расчёта искомой величины
- делать проверку полученной формулы
- делать расчёт и получать численный ответ
- решать задачи, используя методы решения логических пропорций, а также табличный и алгебраический методы
- научиться пользоваться дополнительной литературой
- решать задачи различного уровня сложности

**II. В процессе выполнения различных видов химического эксперимента учащиеся должны овладеть следующими экспериментальными знаниями и умениями:**

**Знать:**

- качественные реакции на кислоты, соли, щелочи;
- катионы и анионы;
- правила обращения с реактивами;
- технику химического эксперимента

**Уметь:**

- самостоятельно выполнять опыты по схемам или инструкциям;
- самостоятельно выполнять наблюдения;
- самостоятельно анализировать полученные результаты и делать выводы;
- составлять отчет о проделанной работе.

### **Методологические положения программы**

Решение расчетных и экспериментальных задач – один из основных методов обучения химии. С помощью решения задач сообщаются знания о конкретных объектах и явлениях, создаются

и решаются проблемные ситуации, формируются практические и интеллектуальные умения, сообщаются знания из истории науки и производства, формируются такие качества личности, как целеустремлённость, настойчивость, аккуратность, внимательность, дисциплинированность, формируются творческие способности.

Важнейшей целью химического образования является формирование умений работать с химической задачей. Недостаточно просто решать задачи, необходимо уделять внимание смысловому анализу химической ситуации, учесть различные вариации и всевозможные изменения конкретной ситуации. Одной из целей этой программы является совершенствование полученных в основном курсе знаний и умений.

По ходу освоения курса планируется решение проблемных задач интегрированного, межпредметного содержания, выполнение экспериментально-расчётных заданий исследовательского характера.

Курс имеет практико-творческую направленность. Более 70% времени учащиеся ведут поисковую работу: составляют и решают расчётные задачи, выполняют химический эксперимент, миниисследования, пишут рефераты, защищают проекты, участвуют в конференциях, диагностируют и оценивают свои возможности.

Факультативный курс отрабатывает приемы и методы современных технологий для достижения высоких результатов. Успешное усвоение курса даст приобретение учащимися общеучебных знаний, умений и навыков, обучение их решению учебных и жизненных проблем, возможность осмысленного выбора профессии.

Данный курс выполняет функцию: расширить содержание одного из базисных курсов, изучение которого осуществляется на минимальном общеобразовательном уровне, что позволяет получить дополнительную подготовку для сдачи ГИА и ЕГЭ по химии.

Курс позволяет формировать такие важные для современности качества человека, как стремление к успеху, самостоятельно решать проблемы, работать с информацией.

Теоретический материал курса включает закрепление и повторение известных химических свойств веществ, углубляет знания по решению задач, позволяет осуществить исследовательский подход к изучению химических явлений.

В теоретической части курса предусмотрены интегрированные занятия, объединяющие область химии с математикой, физикой, биологией, экологией, ОБЖ.

Практические занятия представлены в виде решения задач, лабораторного практикума. Лабораторный практикум - это не столько приобретение или освоение опыта работы с реактивами и лабораторным оборудованием, сколько научение решению задач «практического» свойства. Здесь создаются условия для формирования и развития интеллектуальных и практических умений в области химического эксперимента.

Каждый раздел завершается самостоятельной работой или зачетом, на котором проверяются практически умения применять конкретные знания, а также методы экспериментальной, теоретической и вычислительной химии. Проверяются навыки познавательной деятельности различных категорий учащихся по решению предложенной задачи.

В течение курса планируется:

1. решение расчётных и экспериментальных задач в формате ГИА;
2. защита зачётных работ: рефератов, исследовательских проектов, компьютерных презентаций.

## Учебно-тематический план

### 9 класс

#### Введение (1ч)

№	Содержание	Кол-во часов	Тип занятия	дата
1	Виды химических задач, их значение в обучении и жизни. Классификация задач по содержанию, способу задания и способу решения.	1	лекция практикум	

**Расчеты по химическим формулам(3ч)**

2	Определения массовой доли химического элемента в соединении.	1	лекция практикум	
3	Определения массовых отношений элементов в соединении.	1	лекция практикум	
4	Решение расчетных задач по теме «Расчеты по химическим формулам»	1	самостоятель ная работа	
<b>Расчетные задачи на растворы (2ч)</b>				
5	Вычисление массы одного из исходных веществ, необходимой для получения указанного количества продукта реакции	1	лекция практикум	
6	Решение расчетных задач по теме «Растворы»	1	самостоятель ная работа	
<b>Расчетные задачи по химическим уравнениям (9)</b>				
7	Задачи по уравнению химической реакции	1	лекция практикум	
8	Решение задач по термохимическим уравнениям	1	лекция практикум	
9	Решение задач на расчёт выхода продукта реакции	1	самостоятель ная работа	
10	Задачи по химическому уравнению, если один реагент взят в избытке	1	лекция практикум	
11	Решение задач по химическому уравнению, если один реагент взят в избытке.	1	практикум	
12	Решение задач по химическому уравнению, если один реагент взят в избытке.	1	самостоятель ная работа	
13	Определение массы (объема) вещества по известной массе другого вещества, содержащего определенную долю примесей.	1	лекция практикум	
14	Решение задач на примеси.	1	практикум	
15	Решение задач на примеси.	1	самостоятель ная работа	
<b>Решение экспериментальных задач (2ч)</b>				
16	Решение экспериментальных задач (комплекты ГИА)	1	практикум	
17	Решение экспериментальных задач	1	зачет	

1. Воловик Н. Сборник задач по неорганической химии. М.: Айрис-Пресс. 1999.
2. Денисова В.Г. Сборник элективных курсов. Химия. 9 класс. Издательство «Учитель» 2007 г.
3. Егоров А.С. Все типы расчетных задач по химии. Ростов н./Д: Феникс, 2004.
4. Маршанова Г.Л. Сборник задач по органической химии. М. «ВАК» 2014.
5. Савин.Г.А. Олимпиадные задания по неорганической химии. «Учитель» Волгоград. 2003.
6. Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Задачи по химии. М. : Высшая школа, 1986,
7. Хомченко Г.П. , Хомченко И.Г. Сборник задач и упражнений по химии для средней школы. М.: Новая Волна, 2002;
8. Хомченко И. Д. Сборник задач и упражнений по химии для средней школы. – М.: РИА «Новая волна»: Издатель: Умеренков, 2008.
9. Хомченко Г.П. , Хомченко И.Г. Сборник задач по химии для поступающих в вузы. М.:  
10. Новая Волна, 2002;
10. Штремплер Г.И.. Хохлова А.И. Методика решения расчётных задач по химии. М.:  
11. Просвещение, 2001;

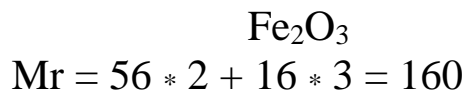
## Алгоритм определения массовой доли химического элемента в соединении.

- Помните: 1) *массовая доля химического элемента – это отношение массы элемента к массе всего соединения;*  
2) *массовая доля вещества в смеси – это отношение массы вещества к массе смеси;*  
3) *массовая доля вычисляется в долях от единицы или в процентах.*

Порядок действий:

Пример:

1. Вычислите относительную молекулярную массу соединения.



$m(\text{Fe})$              $m(\text{O})$

2. Определите отношение массы элемента к массе соединения.

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{56 * 2}{160} = 0,7 (70 \%)$$

160

Задача №1

Рассчитайте массовую долю (в %)

- а) серы в серной кислоте  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- б) азота в нитрате кальция  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- в) водорода в хлориде аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- г) кислорода в гидроксиде кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- д) фосфора в фосфате магния  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

Задача №2

Рассчитайте массовую долю углерода:

- а) в винной кислоте  $[\text{C}(\text{OH})]_2(\text{COOH})_2$ ;
- б) в лимонной кислоте  $\text{HO}(\text{C}(\text{H}_2\text{COOH})_2\text{COOH}$ ;
- в) в яблочной кислоте  $\text{C}(\text{H}(\text{OH})\text{C}(\text{H}_2(\text{COOH})_2)$ ;
- г) в янтарной кислоте  $(\text{C}(\text{H}_2)_2(\text{COOH})_2$ ;
- д) в сахарной (глюконовой) кислоте  $\text{C}(\text{H}_2(\text{OH})(\text{CHOH})_4\text{COOH}$ .

Задача №3

Рассчитайте массовую долю (в %)

- а) воды в кристаллогидрате  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;
- б) меди в кристаллогидрате  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;
- в) серы в кристаллогидрате  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;
- г) кислорода в кристаллогидрате  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;
- д) водорода в кристаллогидрате  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

**Алгоритм  
определения массовых отношений элементов в соединении.**



Помните: 1. массовые отношения элементов – это отношения масс элементов, выраженные в простых натуральных числах.  
 2. массовые отношения элементов, образующих соединение, постоянно и является характерным для данного соединения.

Порядок действий:

1. Определите относительную молекулярную массу.
2. Вычислите простейшие массовые отношения, для чего сократите массы элементов на одно и

то же число.

3. Сделайте вывод:

Пример:

$$Mr(Fe_2O_3) = 56 \cdot 2 + 16 \cdot 3 \text{ или } 112 + 48$$

$$112 : 48 \text{ или } 28 : 12 \text{ или } 7 : 3.$$

В оксиде железа (III) на каждые 7 г (атомов) железа приходится 3 г (атомов) кислорода.

### Алгоритм определения молекулярной формулы по массовым отношениям.

Помните: определение молекулярной формулы – это определение количественного соотношения атомов в молекуле.

1. В бинарных соединениях.  $\mathcal{E}_x^1 \mathcal{E}_y^2$

Составляем и решаем пропорцию:



$$\frac{Ar(\mathcal{E}^1) \cdot X m_1}{Ar(\mathcal{E}^2) \cdot y m_2} = \frac{27 \cdot X \cdot 9}{16 \cdot y \cdot 8}$$

$$Ar(Al) = 27; \quad Ar(O) = 16$$

$$16 \cdot y \cdot 8$$

$$\frac{X Ar(\mathcal{E}^2) \cdot m_1}{y Ar(\mathcal{E}^1) \cdot m_2} = \frac{27 \cdot 8 \cdot X}{16 \cdot 9 \cdot y}$$

$$27 \cdot 8 \cdot X = 16 \cdot 9 \cdot y$$

$$\frac{X \cdot 16 \cdot 9 \cdot 2}{y \cdot 27 \cdot 8} = 3 \rightarrow Al_2 O_3$$

2. В трехэлементных соединениях.

Правило: массовые отношения необходимо увеличивать до получения числа, соответствующего самой большой атомной массе элемента.

Пример: массовые отношения Ca : C : O равны 10 : 3 : 12.

Химические элементы	Относительная атомная масса	Массовые отношения	Число, полученное после увеличения масс (* на 4)	Число атомов в формуле
Ca	40	10	40	1
C	12	3	12	1
O	16	12	48	3

Истинная формула :  $\text{CaCO}_3$ .

### Алгоритм решения задач на определение формулы вещества по процентному составу

Пример:

Задача: При анализе вещества нашли, что в его состав входят 40 % углерода, 6,66 % водорода и 53,34 % кислорода. Найдите молекулярную формулу этого вещества, если известно, что плотность его паров по воздуху равна 2,07.

1 способ:

1. Сделайте краткую запись условия задачи:

Дано: Решение

$W(\text{C}) = 40\%$

$W(\text{H}) = 6,66\%$

$W(\text{O}) = 53,34\%$

$D_{\text{возд}} = 2,07$

Найти: М.ф.

2. Найдите молярные массу вещества, используя относительную плотность его по воздуху:  $M(\text{в-ва}) = M_{\text{возд}} \cdot D_{\text{возд}} = 29 \cdot 2,07 = 60 \text{ г/моль}$

3. Запишите формулу вещества, обозначив через X, Y, Z – количество атомов углерода, водорода и кислорода:  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

4. Найдите простейшую формулу вещества, поделив содержание элемента его на его молярную массу, предположив, что вещества 100 г:

$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 40 : 6,66 : 53,34$

$\text{X} : \text{Y} : \text{Z} = 40/12 : 6,66/1 : 53,34/16 = 3,33 : 6,66 : 3,33 = 1 : 2 : 1$

$\text{CH}_2\text{O}$  – простейшая формула

4. Найдите молярную массу простейшей формулы:  $M(\text{CH}_2\text{O}) = 30 \text{ г/моль}$

5. Найдите истинную формулу вещества:

Так как  $M(\text{в-ва}) = 60 \text{ г/моль}$ , то  $60 : 30 = 2$ , то истинная формула будет следующей:

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  или структурная формула:  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$  – уксусная кислота

6. Запишите ответ:  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$

## II способ:

1. Сделайте краткую запись условия задачи:

Дано: Решение

$$W(C) = 40 \%$$

$$W(H) = 6,66 \%$$

$$W(O) = 53,34 \%$$

$$D_{\text{возд}} = 2,07$$

Найти: М.ф.

2. Найдите молярную массу вещества, используя относительную плотность его по воздуху:  $M(\text{в-ва}) = M_{\text{возд}} * D_{\text{возд}} = 29 * 2,07 = 60 \text{ г/моль}$

3. Найдите массы углерода, водорода и кислорода в 1 моль этого вещества, используя формулу  $m = W * m(\text{в-ва})$ :

$$m(C) = W(C) * m(\text{в-ва}) = 0,4 * 60 = 24 \text{ г}$$

$$m(H) = W(H) * m(\text{в-ва}) = 0,666 * 60 = 4 \text{ г}$$

$$m(O) = W(O) * m(\text{в-ва}) = 0,5334 * 60 = 32 \text{ г}$$

3. Найдите количества веществ С, Н, и О, входящих в состав молекулы по формуле  $n = m : M$

$$n(C) = 24 \text{ г} : 12 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$$

$$n(H) = 4 \text{ г} : 1 \text{ г/моль} = 4 \text{ моль}$$

$$n(O) = 32 \text{ г} : 16 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$$

4. Запишите формулу вещества  $C_2H_4O_2$  или  $CH_3 - COOH$  – уксусная кислота

5. Запишите ответ:  $CH_3 - COOH$

## III способ:

1. Сделайте краткую запись условия задачи:

Дано: Решение

$$W(C) = 40 \%$$

$$W(H) = 6,66 \%$$

$$W(O) = 53,34 \%$$

$$D_{\text{возд}} = 2,07$$

Найти: М.ф.

Ar

$$n(C) = 0,4 * 60 / 12 = 2 \text{ моль}$$

$$n(H) = 0,666 * 60 / 1 = 4 \text{ моль}$$

$$n(O) = 0,5334 * 60 / 16 = 2 \text{ моль}$$

3. Запишите формулу вещества  $C_2H_4O_2$  или  $CH_3 - COOH$  – уксусная кислота

4. Запишите ответ:  $CH_3 - COOH$

## выражения концентрации растворенного вещества.

- Помните:
- 1) концентрация раствора – это содержание растворенного вещества в заданном количестве раствора;
  - 2) она показывает долю вещества в растворе;
  - 3) концентрация выражается в долях от единицы, процентах, количестве вещества в определенном объеме раствора.
  - 4) растворы, в которых доля растворенного вещества более 30%, называются концентрированными;
  - 5) растворы, в которых доля растворенного вещества менее 30%, называются разбавленными;

### Основные понятия:

$$m_{\text{раствора}} = m_{\text{вещества}} + m(\text{H}_2\text{O}) ; \quad m_{\text{раствора}} = V_{\text{раствора}} * \rho$$

$\omega$  – массовая концентрация.

$$M_{\text{в-ва}} = \omega_{(\text{в-ва})} * m_{\text{р-ра}}$$

$C_m$  – молярная концентрация.

$$C_m = n / V_{\text{р-ра}} \quad (\text{моль/л})$$

I. Массовая процентная концентрация.

Массовая концентрация – это количество растворенного вещества (в г), содержащееся в 100 г раствора.

Определение массовой доли.

Дано:

Решение:

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m(\text{H}_2\text{O})} = 200 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{\omega} = 50 \text{ г} \quad \omega = 50 : (200 + 50) = 0,2 \text{ (20\%)}$$

$$\omega = ?$$

Определение массы растворенного вещества.

Дано:

Решение:

$$m_{\text{в-ва}} = m_{\text{р-ра}} * \omega$$

$$\omega = 20\%$$

20% - это то же, что и 0,2 от единицы.

$$\frac{m_{\text{р-ра}}}{m_{\text{в-ва}}} = 250 \text{ г} \quad m_{\text{в-ва}} = 250 * 0,2 = 50 \text{ г}$$

$$m_{\text{в-ва}} = ?$$

Определение массы воды.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega_{\text{в-ва}} ;$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{в-ва}}$$

Пример: В каком количестве воды необходимо растворить 50 г соли, чтобы получить 20% - ый раствор?

Подход: что спрашивается в задаче, то обозначаем через «X».

Дано:

Решение:

$m_{\text{в-ва}} = 50 \text{ г}$  При решении уравнения

$$\omega = 20\% (0,2)$$

$$\omega = \frac{m_{\text{р-ра}}}{m_{\text{в-ва}}}$$
 Получаем:

50

$$X = 200 \text{ г.}$$

$m(\text{H}_2\text{O}) - ?$

$$= 0,2$$

$50 + X$

Переход от массовой концентрации к молярной и обратно.

$$C_m \cdot M$$

$\rho$

$$C_m \omega$$

$$\omega \cdot \rho$$

M

## Расчеты по химическим уравнениям

*Алгоритм решения задач:*

1. С помощью соответствующих обозначений записать условие задачи.
2. Написать уравнение реакции, расставить коэффициенты.
3. Найти количество того вещества (ню или  $n$ ), по которому есть данные в условиях задачи, по формулам:  $n = m / M$  или  $n = V / V_m$ ;
4. Подчеркнуть в уравнении два вещества: одно, по которому есть данные в условиях задачи; второе – про которое задают вопрос.
5. По уравнению реакции найти количество нужного вещества.
6. Ответить на вопрос задачи ( $m = n \cdot M$ ,  $V = n \cdot V_m$ ).

1. Составьте уравнение реакции горения магния и вычислите массу оксида магния ( $\text{MgO}$ ), который получится при сжигании 6 г металла.

2. Рассчитайте объём кислорода, который можно получить при разложении 12,25 г бертолетовой соли  $\text{KClO}_3$ .

*Задача №1.* Составьте уравнение реакции взаимодействия железа с хлором ( $\text{Cl}_2$ ) и вычислите массу железа, необходимого для получения 42,6 г хлорида железа (III)  $\text{FeCl}_3$ .

*Задача №2.* При разложении бертолетовой соли  $\text{KClO}_3$  образуется хлорид калия и выделяется кислород. Определите массу бертолетовой соли, при разложении которой выделилось бы:

- а) 1,5 моль кислорода; б)  $3,01 \cdot 10^{24}$  молекул кислорода; в)  $0,0672 \text{ м}^3$  кислорода.

*Задача №3.* Рассчитайте массу фосфора, который прореагировал с кислородом, если при этом образовалось 568 г оксида фосфора (V).

*Задача №4.* Определите массу воды, образовавшуюся в результате сгорания водорода в 3,2 г кислорода.

*Задача №5.* Рассчитайте объём кислорода (при н.у.), выделившийся при разложении 27 г воды.

- Задача №6. Вычислите массу кислорода, выделившегося в результате разложения порции воды массой 9 г.
- Задача №7. Рассчитайте объем водорода, который может выделиться при взаимодействии цинка и 7,3 г соляной кислоты HCl. Схема реакции:  $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$ .
- Задача №8. Вычислите объем кислорода (н. у.), выделившегося в результате разложения порции воды массой 9 г.
- Задача №9. Вычислите объем кислорода (н. у.), выделившегося в результате разложения порции воды массой 9 г.
- Задача №10. В каком случае образуется больше воды:  
 а) при восстановлении водородом 10 г оксида меди (I) ( $Cu_2O$ ) или  
 б) при восстановлении водородом 10 г оксида меди(II) ( $CuO$ )?
- Задача №11. В каком случае образуется больше воды:  
 а) при восстановлении водородом 10 г оксида меди (I) ( $Cu_2O$ ) или  
 б) при восстановлении водородом 10 г оксида меди(II) ( $CuO$ )?
- Задача №12. Какую массу оксида кальция и какой объем углекислого газа (н.у.) можно получить при разложении карбоната кальция массой 250г? ( $CaCO_3 = CaO + CO_2$ )
- Задача №13. Сколько граммов оксида меди (II) образовалось при прокаливании 6,4 кг меди. Задача №14. Какой объем газа выделится при взаимодействии 6,5 г цинка с раствором серной кислоты?
- Задача №15. По уравнению реакции горения ацетилена:  $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$ ,  
 Рассчитайте, сколько литров  $CO_2$  выделится, если:  
 а) сгорит 130 г ацетилена  $C_2H_2$ ;  
 б) расходуется  $1,12 \text{ м}^3$  кислорода; в) образуется 3,5 моль воды.
- Задача №16. При разложении оксида марганца (IV) образуется оксид состава  $Mn_3O_4$  и выделяется кислород. Определите массу оксида марганца (IV), при разложении которого выделилось бы: а) 1,5 моль кислорода; б)  $9,03 \cdot 10^{23}$  молекул кислорода; в) 8 г кислорода.
- №17. Составьте уравнение реакции горения фосфора (при этом получается оксид фосфора (V)  $P_2O_5$ ) и вычислите, хватит ли 10 г кислорода на сжигание 6,2 г фосфора.

## Алгоритм решения задач по уравнению химической реакции

**Запомни:** Все задачи решаются на основе закона сохранения массы веществ: масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, получившихся в результате реакции.

Схема решения задач:

Условие  
задачи

Ответ

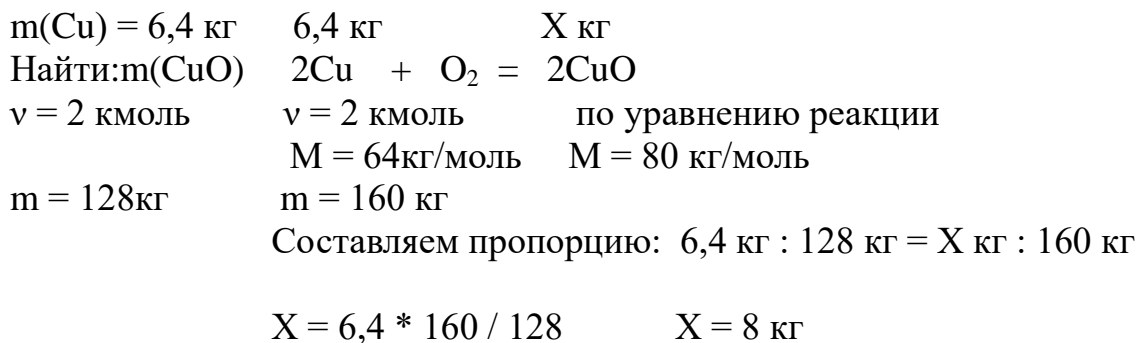
Порядок решения задач:

1. Краткая запись условия задачи.
2. Запись уравнения химической реакции.
3. Запись известных и неизвестных величин над формулами веществ.
4. Запись под формулами веществ количества, молярные массы и массы(или молярные объемы и объемы) веществ.
5. Составление и решение пропорции.
6. Запись ответа задачи.

*Образец решения задачи:*

Задача: Сколько граммов оксида меди (II) образовалось при прокаливании 6,4 кг меди.

Дано: Решение



Ответ: 8 кг CuO

#### Задача №1

Вычислите массу (в г) серной кислоты, которую необходимо добавить к:

- а) 152 г гидроксида натрия;
- б) 800 мг хлорида железа (III);
- в) 0,408 кг оксида алюминия

#### Задача №2

При разложении оксида марганца (IV) образуется оксид состава  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  и выделяется кислород. Определите массу оксида марганца (IV), при разложении которого выделилось бы:

- а) 1,5 моль кислорода;
- б)  $9,03 \cdot 10^{23}$  молекул кислорода;
- в) 8 г кислорода.

### Соотношение физических величин

Название	Масса	Количество вещества	Объем	Молярная масса	Молярный объем	Число частиц	Число Авогадро
Условное обозначение	m		V	M	V <sub>m</sub> (газа) н.у.	N	N <sub>A</sub>
Единицы измерения	г	моль	л	г/моль	22,4 л/моль	атомов, молекул, ионов	$6,02 \cdot 10^{23}$ частиц/моль
	кг	кмоль	м <sup>3</sup>	кг/кмоль	22,4 м <sup>3</sup> /кмоль		$6,02 \cdot 10^{26}$ частиц/кмоль
	мг	ммоль	мл	мг/ммоль	22,4 мл/ммоль		$6,02 \cdot 10^{20}$ частиц/ммоль

**Массовая доля растворенного вещества (процентная концентрация) раствора – это количество растворенного вещества (в г), содержащееся в 100 г раствора.**

#### 1. Определение массовой доли.

Дано:  $\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г}$   
 $\underline{m_{\text{в-ва}} = 50 \text{ г}}$      $\omega = 50 : (200 + 50) = 0,2 (20\%)$   
 $\omega = ?$

Решение:

#### 2. Определение массы растворенного вещества.

Дано:

Решение:

$$m_{\text{в-ва}} = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega$$

$$\omega = 20\%$$

20% - это то же, что и 0,2 от единицы.

$$m_{\text{р-ра}} = 250 \text{ г} \quad m_{\text{в-ва}} = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ г}$$

$$m_{\text{в-ва}} = ?$$

### 3. Определение массы воды.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega_{\text{в-ва}} ;$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{в-ва}}$$

Пример: В каком количестве воды необходимо растворить 50 г соли, чтобы получить 20% - ый раствор?

Подход: что спрашивается в задаче, то обозначаем через «X».

Дано:

$$m_{\text{в-ва}} = 50 \text{ г}$$

При решении уравнения

Решение:

$$\omega = 20\% (0,2)$$

$$\omega = \frac{m_{\text{р-ра}}}{m_{\text{в-ва}} + X}$$

получаем:

50

$$X = 200 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

$$50 + X$$

$$= 0,2$$

## Задачи на растворы

- 1). В 60 г воды растворили 20 г щёлочи NaOH. Вычислите: а) массу полученного раствора; б) массовую долю растворённого вещества в растворе.
- 2). Для засолки огурцов приготовили 6% раствор поваренной соли. Вычислите, какие массы соли и воды необходимо взять для приготовления 5 кг такого рассола.
- 3). Какие массы соли NaCl и воды необходимо взять для приготовления 500 г 0,9% раствора? Такой раствор называют физиологическим и используют в медицине.
- 4). 200 г 15% раствора сахара упарили наполовину. Какой стала после этого массовая доля сахара?
- 5). В 60 г 20% раствора соды сначала добавили 20 г воды, затем – 2 г соды. Рассчитайте массовую долю соды в полученном растворе.
- 6). Рассчитайте массы соли и воды, необходимые для приготовления 75 г 1,4% раствора CuSO<sub>4</sub>.
- 7). В 40 г воды растворили 15 г щёлочи. Вычислите массу раствора и массовую долю щёлочи в растворе.
- 8). Для засолки помидор нужно приготовить 4% раствор поваренной соли. Вычислите, какие массы соли и воды необходимо взять для приготовления 5 кг такого рассола.
- 9). Какими способами можно: а) увеличить; б) уменьшить концентрацию (массовую долю) растворённого вещества в растворе?
- 10). 300 г 20% раствора сахара упарили наполовину. А) Какой стала после этого массовая доля сахара? Б) Какой станет массовая доля растворённого вещества, если добавить 200 г воды? В) Какой станет массовая доля растворённого вещества, если к исходному раствору добавить 20 г сахара? Г) Рассчитайте массовую долю сахара в полученном растворе, если к исходному раствору добавить одновременно 200 г воды и 20 г сахара.
- 11). Смешали 300 г раствора с массовой долей соляной кислоты 10% и 500 г раствора с массовой долей соляной кислоты 16%. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе.



- 12). Определите массу воды, которую нужно добавить к 100 г раствора с массовой долей соли 10%, чтобы получить раствор с массовой долей соли 4%.
- 13). Определите массу соли, которую нужно добавить к 160 г раствора с массовой долей соли 10%, чтобы получить раствор с массовой долей этой соли 25%. олученном растворе.
14. Рассчитайте массу(в г) поваренной соли, которую необходимо взять для приготовления:
- 250 г раствора с массовой долей соли 20%;
  - 200 мл раствора ( $\rho=1,09$  г/мл) с массовой долей соли 15%;
  - 10%-ного раствора соли, если в составе раствора 180 г воды.
- 15). Сколько граммов соды и воды необходимо взять, чтобы приготовить:
- 100 граммов 5% -ного раствора соды;
  - 20 граммов 2%-ного раствора соды?
- 16). К раствору массой 250 граммов, массовая доля соли в котором составляет 10%, прилили воду объемом 150 мл. Определите массовую долю соли в полученном растворе. Плотность воды равна 1 г/мл.
- 17). К 500 мл 10%-ного раствора серной кислоты (плотность 1,07 г/мл) добавили 200 мл 20%-ного ее раствора (плотность 1,14 г/мл). Вычислите массовую долю кислоты в полученном растворе. К раствору серной кислоты объемом 400 мл, плотность которого равна 1,1 г/мл, а массовая доля  $H_2SO_4$  0,15, добавили воду массой 60 г. Определите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.
- 18). К 106,67 мл раствора с массовой долей серной кислоты 60% (плотность 1,5 г/мл) добавили 66,67 мл раствора с массовой долей серной кислоты 30% (плотность 1,2 г/мл). Вычислите массовую долю кислоты в полученном растворе.
- 19). Определите массу раствора фосфорной кислоты, пролитую на себя неаккуратным лаборантом, если кислоты в растворе было 4 г, а её массовая доля составляла 0,001.
- 20). Со шкафа техничка уронила сосуд, где содержалось 700г раствора гидроксида натрия с массовой долей NaOH 10%. Сколько граммов воды и щелочи взял лаборант для приготовления нового такого же раствора?
- 21). Перед посадкой семена томатов дезинфицируют 15%-ным раствором марганцовки. Сколько г марганцовки потребуется для приготовления 500 г такого раствора
- 22). Вычислите массу хлорида натрия, содержащегося в растворе, полученном при сливании 250 г 15%-ного раствора и 120 г 3%-ного раствора.

1. Определить молярную концентрацию раствора серной кислоты, полученного при смешивании 25 мл 10-молярного раствора серной кислоты и 225 мл воды. Ответ: 1 моль.;
2. Определить молярную концентрацию 73,8 %-ного раствора серной кислоты, плотность которого 1,655 г/мл. Ответ: 12,46 моль/л.;
3. Определить молярную концентрацию 56,68 %-ного раствора азотной кислоты, плотность которого равна 1,356 г/мл. Ответ: 12,2 моль/л.;
4. Определить молярную концентрацию 18 %-ного раствора соляной кислоты, плотность которого равна 1,089 г/мл. Ответ: 5,37 моль/л.;
5. Какой объем 36,5 %-ного раствора соляной кислоты (пл. 1,18 г/мл) необходимо взять для приготовления 1000 мл 0,1 молярного раствора? Ответ: 8,47 мл.;
6. Вычислите молярную концентрацию 10 %-ного раствора серной кислоты (пл. 1,07 г/мл). Ответ: 1,09 моль.;
7. Определить массовую долю азотной кислоты в 4,97 молярном ее растворе, плотность которого 1,16 г/мл. Ответ: 27 %.;
8. Вычислите молярную концентрацию 16 %-ного раствора сульфата меди II, плотностью 1,18 г/мл. Ответ: 1,18 моль/л.;

### **ВЫЧИСЛЕНИЕ МАССЫ ОДНОГО ИЗ ИСХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УКАЗАННОГО КОЛИЧЕСТВА ПРОДУКТА РЕАКЦИИ**

**Задача 1.** Вычислить массу раствора серной кислоты с массовой долей вещества 20%, необходимую для получения сульфата бария количеством 0,2 моля при взаимодействии её с избытком раствора хлорида бария.

Дано:

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20\% = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(\text{BaSO}_4) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) - ?$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

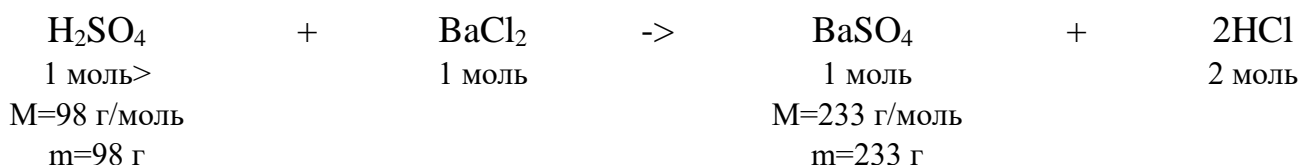
$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль}$$

Решение

При взаимодействии раствора хлорида бария образуется сульфат бария  $\text{BaSO}_4$ , который выпадает в виде белого кристаллического осадка. Этот осадок не растворим в воде и кислотах, поэтому указанная реакция является качественной на серную кислоту и её соли - сульфаты, а также на соли бария.

Решение задачи основано на использовании уравнения реакции. Рассмотрим два способа решения задачи.

I способ. Используем при решении задачи величину  $v$  - количество вещества и уравнение химической реакции:



Из уравнения химической реакции определим количество серной кислоты, необходимое для получения сульфата бария количеством 0,2 моль.

для получения 1 моль  $\text{BaSO}_4$  требуется 1 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (из уравнения реакции)

для получения 0,2 моль  $\text{BaSO}_4$  требуется X моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (из условия задачи)

Из этой пропорции находим неизвестную величину:

$$x = 0,2 \text{ моль} * 1 \text{ моль} / 1 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\text{То есть } v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль}$$

Рассчитаем теперь массу серной кислоты количеством 0,2 моль.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{H}_2\text{SO}_4) * M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль} * 98 \text{ г/моль} = 19,6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6 \text{ г}$$

Найденная величина представляет собой массу чистой серной кислоты. По условию задачи необходимо вычислить массу её раствора.

Используя выражение массовой доли  $w = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} * 100\%$ , определим массу раствора серной кислоты:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) * 100\% / w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6 \text{ г} * 100\% / 20\% = 98 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г} .$$

II способ.

Расчеты по массе продукта реакции. Поэтому определим массу сульфата бария количеством 0,2 моль.

$$m(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaSO}_4) * M(\text{BaSO}_4) = 0,2 \text{ моль} * 233 \text{ г/моль} = 46,6 \text{ г}$$

$$\text{Итак, } M(\text{BaSO}_4) = 46,6 \text{ г}$$

Используем уравнение химической реакции:



Из уравнения химической реакции найдем массу серной кислоты, необходимую для получения 46,6 г сульфата бария, составив пропорцию.

для получения	233 г BaSO <sub>4</sub>	требуется	98 г H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (из уравнения реакции)
для получения	46,6 г BaSO <sub>4</sub>	требуется	X г H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (из расчетов)

Отсюда:

$$x = 46,6 \text{ г} * 98 \text{ г} / 233 \text{ г} = 19,6 \text{ г}$$

Далее, как описано в решении I способом, определим массу раствора серной кислоты.

Используя выражение массовой доли  $w = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} * 100\%$ , определим массу раствора серной кислоты:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) * 100\% / w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6 \text{ г} * 100\% / 20\% = 98 \text{ г}$$

Ответ: Для получения 0,2 молей BaSO<sub>4</sub> необходимо 98 г раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с массовой долей 20%.

Задача 2. Определить массу железа, необходимую для получения сульфида железа массой 17,6 г.

Дано:

$$m(\text{FeS}) = 17,6 \text{ г}$$

$m(\text{Fe}) = ?$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль}$$

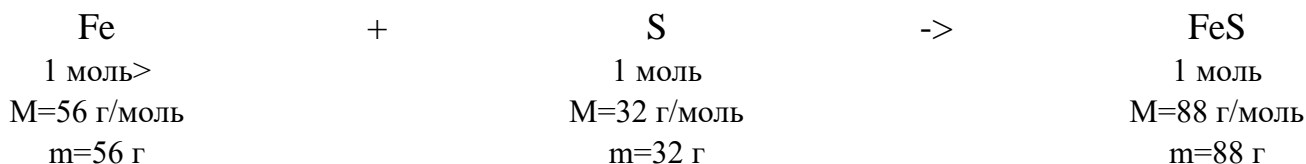
$$M(\text{FeS}) = 88 \text{ г/моль}$$

Решение

Сульфид железа FeS получается при взаимодействии железа Fe с серой S. Поэтому при решении задачи необходимо использовать уравнение химической реакции, происходящей между этими простыми веществами.

Задачу можно решить двумя способами: либо с использованием значения массы продукта реакции, либо с использованием значения количества вещества, которое легко рассчитать, исходя из массы этого вещества.

I способ. Запишем уравнение химической реакции:



Уравнение реакции показывает, что при взаимодействии 1 моль железа, масса которого 56 г и 1 моль серы, масса которой 32 г, получается 1 моль сульфида железа, масса которого 88 г. То есть для получения сульфида железа массой 88 г требуется железо массой 56 г. Отсюда легко определить массу железа, необходимую для получения 17,6 г сульфида железа, составив пропорцию:

для получения	88 г FeS	необходимо	56 г Fe
для получения	17,6 г FeS	необходимо	X г Fe

отсюда:  $X = 17,6 * 56 / 88 = 11,2 \text{ (г)}$ ;  $\underline{m(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г}}$

Ответ: для получения 17,6 г сульфида железа необходимо 11,2 г железа.

II способ. Определим, какое количество вещества составляет 17,6 г FeS:

$$V(\text{FeS}) = m(\text{FeS}) / M(\text{FeS}) = 17,6 \text{ г} / 88 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$



$$M=56 \text{ г/моль}$$

$$m=56 \text{ г}$$

$$M=32 \text{ г/моль}$$

$$m=32 \text{ г}$$

$$M=88 \text{ г/моль}$$

$$m=88 \text{ г}$$

Из уравнения химической реакции видно, что для получения 1 моль сульфида железа FeS необходимо 1 моль железа Fe.

Следовательно, для получения 0,2 моль FeS потребуется 0,2 моль Fe.

То есть,  $V(\text{Fe}) = 0,2$  моль.

Зная количество железа, легко определить его массу:  $V(\text{Fe}) = m(\text{Fe}) / M(\text{Fe})$ , отсюда  $m(\text{Fe}) = V(\text{Fe}) * M(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль} * 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г}$ ;  $\underline{m(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г}}$

Ответ: для получения 17,6 г сульфида железа необходимо 11,2 г железа.

Задача 3. Вычислить массу цинка, необходимую для получения хлорида цинка количеством 0,5 моль при взаимодействии его с избытком соляной кислоты.

Дано:

$$V(\text{ZnCl}_2)=0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) - ?$$

$$M(\text{Zn})=65 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{ZnCl}_2)=136 \text{ г/моль}$$

Решение

Из условия задачи следует, что хлорид цинка ZnCl<sub>2</sub> получают из цинка и соляной кислоты.

Поэтому задачу необходимо решать с использованием уравнения соответствующей реакции.

I способ. Запишем уравнение химической реакции:



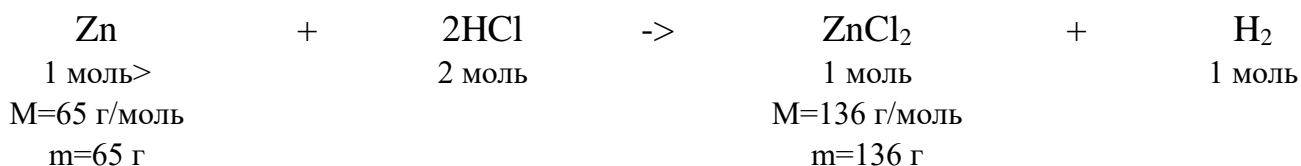
Из уравнения химической реакции видно, что для получения хлорида цинка количеством 1 моль требуется цинк количеством 1 моль. Следовательно, для того чтобы получить 0,5 моль ZnCl<sub>2</sub> необходимо столько же и цинка, то есть 0,5 моль.

Зная количество цинка, рассчитываем его массу:  $V(\text{Zn}) = m(\text{Zn}) / M(\text{Zn})$ , отсюда

$$m(\text{Zn}) = V(\text{Zn}) * M(\text{Zn}) = 0,5 \text{ моль} * 65 \text{ г/моль} = 32,5 \text{ г}; \underline{m(\text{Zn}) = 32,5 \text{ г}}$$

Ответ: для получения 0,5 моль ZnCl<sub>2</sub> необходимо 32,5 г цинка.

II способ. Запишем уравнение химической реакции:



Определим вначале, какую массу составляет ZnCl<sub>2</sub> количеством 0,5 моль.

$V(\text{ZnCl}_2) = m(\text{ZnCl}_2) / M(\text{ZnCl}_2)$ , отсюда

$$m(\text{ZnCl}_2) = V(\text{ZnCl}_2) * M(\text{ZnCl}_2) = 0,5 \text{ моль} * 136 \text{ г/моль} = 68 \text{ г};$$

$$m(\text{ZnCl}_2) = 68 \text{ г}$$

Из уравнения химической реакции следует, что для получения 136 г ZnCl<sub>2</sub> надо взять 65 г Zn. Из пропорции рассчитаем массу цинка, необходимую для получения 68 г ZnCl<sub>2</sub>:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{для получения} & 136 \text{ г ZnCl}_2 & \text{необходимо} & 65 \text{ г Zn}
 \end{array}$$

для получения

68 г  $ZnCl_2$

необходимо

X г Zn

отсюда:  $X = 68 * 65 / 136 = 32,5$  (г);

$m(Zn) = 32,5$  г

Ответ: для получения 0,5 моль  $ZnCl_2$  необходимо 32,5 г цинка.

## Решение задач по термохимическим уравнениям

*Заполни пропуски*

1. Реакции, протекающие с выделением теплоты и света, называют реакциями .... Это реакции ....  
Выберите пропущенные слова (укажи буквы, соответствующие по смыслу пропускам):  
а) разложения; б) горения; в) эндотермические; г) экзотермические.
2. Какие схемы можно назвать термохимическими уравнениями реакций?  
а)  $2 H_2(г) + O_2(г) = 2 H_2O(ж) + 572$  кДж      б)  $2 H_2 + O_2 = 2 H_2O + 572$  кДж  
в)  $2 H_2(г) + O_2(г) = 2 H_2O(ж)$       г)  $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O + 572$  кДж
3. Какая запись, соответствует эндотермической реакции?  
а)  $C(тв) + O_2(г) = CO_2(г) + 394$  кДж      б)  $CaCO_3 = CO_2 + CaO - 310$  кДж  
в)  $H_2 + I_2 = 2HI - 52$  кДж      г)  $3Fe + O_2 = Fe_3O_4 + 118$  кДж
4. Установите соответствие между схемой реакции и её типом:  
А)  $CH_4(г) + 2 O_2(г) = CO_2(г) + 2 H_2O(ж) + 890$  кДж  
Б)  $2 H_2O = 2 H_2 + O_2 - 572$  кДж  
1. Эндотермическая реакция      2. Экзотермическая реакция
5. Приведены уравнения реакций:  
А.  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$       Б.  $2HgO = 2Hg + O_2$
6. Определите тип, к которому относятся данные реакции.  
1) обе реакции экзотермические      2) обе реакции эндотермические  
3) А – эндотермическая, Б – экзотермическая  
4) А – экзотермическая, Б – эндотермическая
7. Как классифицируются реакции по тепловому эффекту?
8. Что такое тепловой эффект реакции?
9. Чем отличаются термохимические уравнения

## Расчеты по термохимическим уравнениям.

### Вычисление количества теплоты по известной массе вещества

Для того чтобы решить такую расчетную задачу, можно воспользоваться алгоритмом:

- составить термохимическое уравнение реакции;
- под формулами в уравнении записать количество вещества одного из исходных веществ или продуктов реакции - согласно уравнению реакции;
- над формулами в уравнении записать количество вещества, (переведя массу, объем для газов), одного из исходных веществ или продуктов реакции - согласно условию задачи, над значением теплового эффекта - x;
- составить пропорцию;
- решить пропорцию, определить количество теплоты, которое выделится или поглотится в процессе реакции;
- записать ответ.

*Пример1.* По термохимическому уравнению  $2Cu + O_2 = 2CuO + 310$  кДж вычислите количество теплоты, выделяющейся в результате окисления порции меди массой 16 г.

Последовательность выполнения действий	Оформление решения задачи
1. С помощью соответствующих обозначений запишем условие задачи.	Дано: $m(\text{Cu})=16\text{г}$ $Q_{\text{реакции}}=310\text{кДж}$
2. Найдем молярную массу вещества, о котором идет речь в условии задачи	$Q=?$ $M(\text{Cu})=64\text{ г/моль}$
3. Найдем количество вещества, масса которого дана в условии задачи	Решение: $n(\text{Cu})=0,25\text{ моль}$
4. Запишем термохимическое уравнение реакции	$2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO} + 310\text{кДж}$
5. Над формулами веществ напомним сведения о количестве вещества, найденном из условия задачи, а под формулой — соотношение, отображаемое уравнением реакции	$0,25\text{ моль}$ $X\text{ (кДж)}$ $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO} + 310\text{ кДж}$ $2\text{ моль}$
6. Вычислим количество вещества, массу которого требуется найти. Для этого составим пропорцию	$=$ откуда $x=38,75$ . Следовательно, $Q=38,75\text{ кДж}$
7. Запишем ответ	Ответ: $Q=38,75\text{ кДж}$

### Составление термохимического уравнения реакции.

*Пример 2.* В результате горения 48 г метана выделилось 2406 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

Дано:

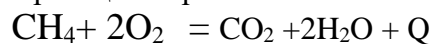
$m(\text{CH}_4)=48\text{г}$   
 $Q_1=2406\text{ кДж}$

Найти:

$Q=?$

Решение:

1. Запишем уравнение реакции горения метана в общем виде



2. Определим количество 48 г метана

$n = m / M$  ;       $M(\text{CH}_4) = 16\text{ г/моль}$

$n(\text{CH}_4) = 48\text{г} / 16\text{ г/моль} = 3\text{ моль}$

3. Составляем пропорцию с учетом коэффициентов в уравнении реакции

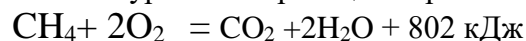
По условию               $3\text{ моль CH}_4 - 2406\text{ кДж}$

По уравнению         $1\text{ моль CH}_4 - X\text{ (кДж)}$

Решаем пропорцию

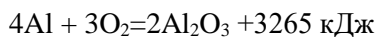
$$x = \frac{1\text{ моль} * 2406\text{ кДж}}{3\text{ моль}} = 802\text{ кДж}$$

Ответ: термохимическое уравнение реакции горения метана



### Задачи по ТХУ

№1. По термохимическому уравнению реакции горения алюминия в кислороде



Рассчитайте массу оксида алюминия, если:

- а) сгорает 0,54 кг Al; б) расходуется 6720 мл кислорода;
- в) выделяется 32,65 кДж теплоты.

№2. Составьте термохимические уравнения реакций, если известно, что:

- а) при взаимодействии 7 г железа с серой выделяется 12,15 кДж теплоты;
- б) при сгорании 2 г водорода в кислороде выделяется 286 кДж теплоты;
- в) при взаимодействии 1 моль натрия с хлором ( $\text{Cl}_2$ ) образуется хлорид натрия и выделяется 409,5 кДж тепловой энергии.

№3. Вычислите по термохимическому уравнению  $4\text{P}(\text{к}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{P}_2\text{O}_5(\text{к}) + 3010 \text{ кДж}$  количество теплоты, выделяемой при сгорании 31 г фосфора.

№4. По термохимическому уравнению  $2\text{KNO}_3(\text{к}) = 2\text{KNO}_2(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) - 255 \text{ кДж}$  вычислите количество теплоты, которая поглотится при получении кислорода (н.у.) объемом 6,72 л.

№5. В результате реакции, ТХУ которой  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 880 \text{ кДж}$ , выделилось 4400 кДж теплоты. Количество сгоревшего при этом метана равно?

№6. В результате реакции, ТХУ которой  $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2 - 317 \text{ кДж}$ , поглотилось 1,585 кДж теплоты. Масса разложившегося нитрата серебра составляет?

№7. Составьте термохимическое уравнение горения магния в кислороде, если при сжигании 120 г магния выделилось 3000 кДж теплоты.

№8. При сгорании 1 г водорода в кислороде выделяется 143 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение и определите:

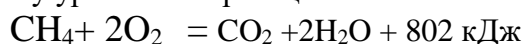
- а) количество теплоты, выделяющейся при сгорании 1 моль водорода,
- б) количество теплоты, выделяющейся при расходовании 80 г кислорода,
- в) количество теплоты, выделяющейся при образовании 72 г воды,
- г) массу кислорода, необходимую для выделения 858 кДж теплоты,
- д) количество вещества водорода, необходимого для получения 429 кДж теплоты
- е) массу воды, образовавшейся при выделении 715 кДж теплоты.

№9. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 652,5 кДж теплоты. Определите массу сгоревшего ацетилена.

№10. Согласно термохимическому уравнению реакции

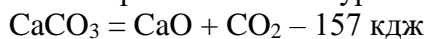


определите количество теплоты, выделившейся при сжигании 24 г метана.

№11. По термохимическому уравнению  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + 184,36 \text{ кДж}$ .

Рассчитайте, какой объем затрачен на образование хлороводорода (при н.у.), если при этом выделилось 921,8 кДж теплоты.

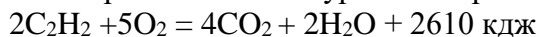
№12. Термохимическое уравнение реакции разложения известняка:



Сколько теплоты затрачивается на разложение 1 кг известняка?

№13. При сжигании 18 г алюминия в кислороде выделилось 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

№14. Термохимическое уравнение реакции сгорания ацетилена:



Сколько теплоты выделится, если будет израсходовано:

- а) 13 г ацетилена; б) 1,12 л ацетилена; в) 1 моль ацетилена.

№15. При сжигании 6,5 г цинка выделилось 34,8 кДж теплоты.

Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

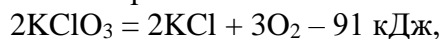
№16. Путем сжигания серы получили 32 г оксида серы(IV), причем выделилась теплота, равная 146,3 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

№17. Вычислите массу разложившегося мела ( $\text{CaCO}_3$ ), если известно, что на его разложение затрачено 1570 кДж.

№18. Определите количество теплоты, которое выделится при образовании 120 г MgO в результате реакции горения магния, с помощью термохимического уравнения.



№19. Какой объем кислорода (при н.у.) выделится в результате реакции, термохимическое уравнение которой

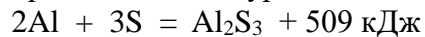


если на разложение бертолетовой соли было затрачено 182 кДж теплоты.

№20. Тепловой эффект реакции горения серы равен 297 кДж. Какая масса серы сгорела, если выделилось 742,5 кДж теплоты.

№21. Термохимическое уравнение реакции горения угля имеет вид:  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 394 \text{ кДж}$   
Рассчитайте? какое количество теплоты выделится, если сгорело 60г угля.

№22. Термохимическое уравнение взаимодействия алюминия с серой имеет вид:



Рассчитайте, какое количество теплоты выделится, если для реакции взяли 81г алюминия.

### **Алгоритм расчёта выхода продукта реакции.**

Схема:

1. Д а н о :  
m (V, n) реагента



m<sub>практич.</sub> (V<sub>пр.</sub>, n<sub>пр.</sub>) продукта

$\eta$  - ?

2. Составление уравнения реакции:



a моль    b моль    c моль

3. Определение количества вещества

A или B по условию задачи:

$$n(A, B) = m/M; \quad n(A, B) = V/V_m$$

4. Определение количества вещества

продукта (C) по уравнению реакции  
(теоретического) путём составления  
и решения пропорции:

$$\frac{n(A)}{a} = \frac{n(C)}{c} \quad \text{или} \quad \frac{n(B)}{b} = \frac{n(C)}{c}$$

5. Определение m (V) продукта  
(теоретического) по количеству  
вещества (C):

$$m(C) = M(C) \cdot n \quad \text{или} \\ V(C) = V_m \cdot n$$

6. Определение выхода продукта  
по отношению к теоретически  
возможному по формуле:

$$\eta = m_{\text{практ.}} / m_{\text{теор.}} \quad \text{или}$$

$$\varphi = V_{\text{практ.}} /$$

## Алгоритм решения задач с использованием выхода продукта в процентах от теоретически возможного

### Пример

*Задача 1:* Какой объем метана (н.у.) потребуется, чтобы синтезировать 30 г муравьиной кислоты, если её выход составляет 90 % ?

1. Запишите кратко условие задачи:

Дано:

Решение:

$m(\text{НСООН}) = 30 \text{ г}$

$W(\text{вых.}) = 90 \%$

Найти:  $V(\text{СН}_4)$

2. Найдите теоретический выход продукта, используя формулу

$m(\text{практ. вых.})$

$m(\text{практ. вых.})$

$W =$

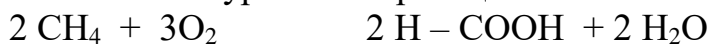
$m(\text{теор. вых.}) =$

$m(\text{теор. вых.})$

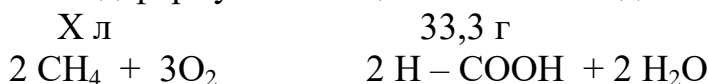
$W(\text{вых.})$

$m(\text{теор. вых.}) = 30 : 0,9 = 33,3 \text{ г}$

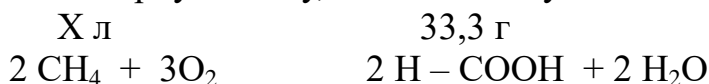
3. Запишите уравнение реакции:



4. Над формулами веществ запишите данные:



5. Под формулами запишите количества веществ, их молярный объем, молярную массу, объем и массу:



$n = 2 \text{ моль}$

$n = 2 \text{ моль}$

$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$

$M = 46 \text{ г/моль}$

$V = 44,8 \text{ л}$

$m = 92 \text{ г}$

6. Составьте и решите пропорцию:

$\text{X л} : 44,8 \text{ л} = 33,3 \text{ г} : 92 \text{ г} \quad \quad \quad \text{X} = 16,2 \text{ л}$

7. Запишите ответ: 16,2 л

*Задача 2:* Из 13,44 л ацетиленов получили 12 г бензола (н. у.). Сколько процентов это составляет от теоретически возможного выхода?

1. Сделайте краткую запись условия задачи:

Дано:

Решение:

$V = 13,44 \text{ л}$

$m = 12 \text{ г}$

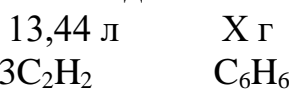
Найти:

$W(\text{вых.})$

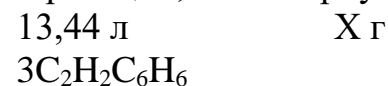
1. Запишите уравнение реакции:



2. Над формулами запишите данные, обозначив через X теоретический выход бензола:



3. Под формулами веществ укажите число молей веществ по уравнению реакции, их молярную массу и молярный объем, массу и объем:



$$V_m = 22,4 \text{ л/моль} \quad M = 78 \text{ г/моль}$$

$$V = 67,2 \text{ л} \quad m = 78 \text{ г}$$

4. Составьте и решите пропорцию:

$$13,44 \text{ л} : 67,2 \text{ л} = X : 78 \text{ г} \quad X = 15,6 \text{ г}$$

5. Найдите практический выход в % к теоретическому, используя формулу:

$$m \text{ (практ. вых.)} \qquad m \text{ (практ. вых.)}$$

$$W = \qquad m \text{ (теор. вых.)} =$$

$$m \text{ (теор. вых.)} \qquad W \text{ (вых.)}$$

$$W = 12 : 15,6 = 0,77 = 77 \%$$

7. Запишите ответ: 77 %

### Расчетные задачи типа «Определение выхода продукта реакции в процентах от теоретического».

В условии задачи встречается слово «выход». Теоретический выход продукта всегда выше практического.

Понятия «теоретическая масса или объём, практическая масса или объём» могут быть использованы только для веществ-продуктов.

Доля выхода продукта обозначается буквой  $\square$  (эта), измеряется в процентах или долях.

$$\square = \frac{m_{\text{практическая}}}{m_{\text{теоретическая}}} \times 100\%$$

$$\square = \frac{V_{\text{практический}}}{V_{\text{теоретический}}} \times 100\%$$

**Задача.** При взаимодействии магния массой 1,2 г с раствором серной кислоты получили соль массой 5,5 г. Определите выход продукта реакции (%).

1. Записываем краткое условие задачи

Дано:

$$m(\text{Mg}) = 1,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{практическая}}(\text{MgSO}_4) = 5,5 \text{ г}$$

---

Найти: =?

2. Запишем УХР. Расставим коэффициенты.

Под формулами (из дано) напишем стехиометрические соотношения, отображаемые уравнением реакции.

3. Находим по ПСХЭ молярные массы подчёркнутых веществ

$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 24 + 32 + 4 \cdot 16 = 120 \text{ г/моль}$$

4. Находим количество вещества реагента по формулам

$$v(\text{Mg}) = 1,2 \text{ г} / 24(\text{г/моль}) = 0,05 \text{ моль}$$

5. По УХР вычисляем теоретическое количество вещества ( $v_{\text{теор}}$ ) и теоретическую массу ( $m_{\text{теор}}$ ) продукта реакции

$$m = v \cdot M$$

$$m_{\text{теор}}(\text{MgSO}_4) = M(\text{MgSO}_4) \cdot v_{\text{теор}}(\text{MgSO}_4) =$$

$$= 120 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 6 \text{ г}$$

6. Находим массовую (объёмную) долю выхода продукта по формуле  $(\text{MgSO}_4) = (5,5 \text{ г} \cdot 100\%) / 6 \text{ г} = 91,7\%$

Ответ: Выход сульфата магния составляет 91,7% по сравнению с теоретическим.

#### Задачи на выход продукта

1. Какую массу железа можно получить при восстановлении

464 г  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  оксидом углерода (II), если потери составляют 15%?

2. При действии избытка концентрированной серной кислоты на кристаллический хлорид натрия массой 11,7 г выделился хлороводород объемом 4 л (н. у.) Определите выход продукта реакции.

3. К раствору, содержащему 27 г хлорида меди (II), прибавили избыток гидроксида калия. При этом выпал осадок гидроксида меди (II), массой 19 г, определите выход продукта реакции ( в процентах).

4. Определите объем (н.у.) сероводорода, который образуется при взаимодействии 44 г сульфида железа (II) с избытком серной кислоты, если известно, что выход продукта реакции равен 95%.

5. Какую массу серной кислоты можно получить из 160 г оксида серы (VI), если выход продукта реакции равен 90%?

6. Какую массу оксида азота (II) можно получить при окислении 67,2 л (н.у.) аммиака, если потери производства составляют 10%?

7. На гидроксид натрия, взятый в необходимом количестве, подействовали раствором, содержащим 252 г азотной кислоты. Вычислите массу полученной соли, если практический выход составляет 90% от теоретического.

8. Вычислите объем аммиака ( н.у.), который можно получить, нагревая 20 г хлорида аммония с избытком гидроксида кальция, если объемная доля выхода аммиака составляет 98%.

9. Из 280 г оксида кальция получили 358 г гидроксида кальция. Вычислите массовую долю выхода гидроксида кальция.

10. Какую массу аммиака можно получить, нагревая смесь 20 г хлорида кальция и 20 г оксида кальция, приняв, что массовая доля выхода составляет 98%?

11. При нагревании нитрита аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  образуется азот и вода. Вычислите объем азота (н.у.), который можно получить при разложении 6,4 г нитрита аммония, если объемная доля выхода азота составляет 0,89.

12. Азот объемом 56 л (н.у.) прореагировал с водородом, взятым в избытке. Массовая доля выхода аммиака составила 50%. Рассчитайте объем и массу полученного аммиака.

13. При разложении 107 г хлорида аммония получено 38 л аммиака (н.у.). Вычислите объемную долю выхода аммиака.
14. Вычислите массу фосфора, необходимую для получения 200 г фосфорной кислоты, если массовая доля выхода кислоты составляет 90%.
15. Какой объем (н.у.) аммиака можно получить, нагревая смесь 33 г сульфата аммония с избытком гидроксида кальция, если объемная доля выхода составляет 85%?
16. Рассчитайте, какая масса меди потребуется для реакции с избытком концентрированной азотной кислоты для получения 4 л (н.у.) оксида азота (IV), если объемная доля выхода оксида азота(IV) составляет 96%.
17. Вычислите объем аммиака (н.у.), который можно получить, нагревая 30 г хлорида аммония с избытком гидроксида кальция, приняв, что объемная доля выхода аммиака составляет 94%.
18. Из 280 г оксида кальция получили 358 г гидроксида кальция. Вычислите массовую долю выхода гидроксида кальция.
19. Какой объем аммиака (н.у.) можно получить, нагревая смесь 33 г сульфата аммония с избытком гидроксида кальция, если объемная доля выхода составляет 85%?
20. Рассчитайте, какая масса меди потребуется для реакции с избытком концентрированной азотной кислоты для получения 4 л (н.у.) оксида азота (IV), если объемная доля выхода оксида азота (IV) составляет 96%.
21. Вычислите объем аммиака (н.у.), который можно получить, нагревая 30 г хлорида аммония с избытком гидроксида кальция, приняв, что объемная доля выхода аммиака составляет 94%.
22. Вычислите массу азотной кислоты, которую можно получить, из 20,2 г нитрата калия при его взаимодействии с концентрированной серной кислотой, если массовая доля выхода кислоты составляет 0,98.
23. Какой объем оксида азота (I) (н.у.) можно получить при разложении 40 г нитрата аммония, если объемная доля его выхода составляет 96%?
24. Рассчитайте массу фосфорной кислоты, которую можно получить из 80 г фосфата кальция при его взаимодействии с концентрированной серной кислотой. Массовая доля выхода кислоты составляет 0,96.
25. При взаимодействии 37 г гидроксида кальция с сульфатом аммония было получено 15 г аммиака. Вычислите массовую долю выхода аммиака.
26. Вычислите массу азотной кислоты, которую можно получить из 17 г нитрата натрия при его взаимодействии с концентрированной серной кислотой, если массовая доля выхода кислоты составляет 0,96.
27. При сжигании в кислороде 62 г фосфора было получено 130 г оксида фосфора (V). Вычислите массовую долю выхода оксида фосфора (V).
28. При взаимодействии 6,9 г натрия с водой получили 3 л водорода (н.у.). Вычислите объемную долю выхода газа ( в процентах).
29. На гашеную известь ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) подействовали 3,15 г чистой азотной кислоты. Какая масса нитрата кальция получится, если массовая доля выхода составляет 0,98?
30. Рассчитайте, какой объем (н.у.) водорода можно получить при растворении в разбавленной серной кислоте 112 г железа, если объемная доля выхода водорода составляет 98%.
31. Бром, массой 4 г, прореагировал с избытком водорода. При этом образовалось 2,62 г бромоводорода . Рассчитайте массовую долю выхода продукта реакции.
32. 10 г водорода полностью прореагировали с кислородом. Из реакционной посуды выделили 86,4 г воды. Чему равна массовая доля выхода продукта реакции?
33. Железо, массой 11,2 г, сплавляли с избытком серы, получив 13,2 г сульфида железа (II). Рассчитайте массовую долю выхода продукта реакции.

**Алгоритм решения задач, если одно из веществ дано в избытке**

Запомни: Если даны вещества, то одно из них полностью расходуется, а другое дано в избытке.

Схема решения задач

Порядок решения задач

1. Запишите кратко условие задачи.
2. Запишите уравнение реакции.
3. Над формулами веществ запишите данные по условию, приняв одно из известных за неизвестное.
4. Найдите, какое из данных веществ расходуется полностью.
5. По полностью израсходованному веществу найдите продукт реакции.
6. Запишите ответ.

*Пример решения задачи:* Сколько образуется оксида серы (IV) при взаимодействии 71 г сульфита натрия с 0,5 моль серной кислоты?

Дано:

Решение

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 71\text{г}$$

$$1. \quad 71\text{г} \times X \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль}$$



$$\text{Найти: } V(\text{SO}_2)$$

$$n = 1 \text{ моль} \quad n = 1 \text{ моль}$$

$$M = 106\text{г/моль}$$

$$M = 106$$

2. Составим и решим пропорцию:  $71\text{г} : X \text{ моль} = 106\text{г} : 1 \text{ моль}$

$$X = 71\text{г} * 1 \text{ моль} / 106\text{г} \quad X = 0,67 \text{ моль}$$

Для реакции необходимо 0,67 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а по условию её 0,5 моль, следовательно, она расходуется полностью и дальнейший расчет ведем по  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

$$3. \quad 71\text{г} \times X \text{ л}$$



$$n = 1 \text{ моль}$$

$$n = 1 \text{ моль}$$

$$M = 106\text{г/моль}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$m = 106 \text{ г}$$

$$V = 22,4 \text{ л}$$

4. Составим и решим пропорцию:  $71\text{г} : 106\text{г} = X \text{ л} : 22,4\text{л}$

$$X = 71 * 22,4 / 106 \quad X = 15,08\text{л}$$

4. Запишем ответ: 15,08 л  $\text{SO}_2$

*Пример усложненной задачи:* Определите массу сульфата бария, полученного при сливании 20мл 60-процентной серной кислоты (плотность 1,14) с раствором, содержащим 29,03 хлорида бария.

Дано:

Решение

$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20$  мл  
 $W(\text{H}_2\text{SO}_4) = 60\% = 0,6$   
 $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,14$  г/мл  
 $m(\text{BaCl}_2) = 29,03$  г

1. Найдем массу раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 $m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = \rho * V = 1,14 \text{ г/мл} * 20 \text{ мл} = 22,8 \text{ г}$

2. Найдем массу химически чистой  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 22,8 \text{ г} * 0,6 = 13,68 \text{ г}$

3. Запишем уравнение реакции:  
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

4. Найдем вещество расходуемое полностью:  
13,68 г    X г

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

$n = 1$  моль     $n = 1$  моль

$M = 98$  г/моль     $M = 208$  г/моль

$m = 98$  г     $m = 208$  г

Составим и решим пропорцию:  $13,68 \text{ г} : 98 \text{ г} = X : 208 \text{ г}$      $X = 29,035 \text{ г}$

Для реакции с 13,68 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  необходимо 29,035 г  $\text{BaCl}_2$ , а по условию его всего 29,03 г, следовательно это вещество расходуется полностью.

Дальнейший расчет ведем по нему.

5.                            29,03 г    X г

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

$n = 1$  моль     $n = 1$  моль

$M = 208$  г/моль     $M = 233$  г/моль

$m = 208$  г     $m = 233$  г

Составляем и решаем пропорцию:  $29,03 \text{ г} : 208 \text{ г} = X : 233 \text{ г}$      $X = 32,5 \text{ г}$

6. Запишем ответ:  $m(\text{BaSO}_4) = 32,5 \text{ г}$

1. На 47 г оксида калия действовали раствором, содержащим 40 г азотной кислоты.

Найдите массу образовавшегося нитрата калия. ( $m(\text{KNO}_3) = 64$  г.)

2. На 24 г металлического магния действовали 100 г 30%-го раствора соляной кислоты.

Найдите массу образовавшегося хлорида магния. ( $m(\text{MgCl}_2) = 39$  г.)

3. На 36 г алюминия действовали 64 г серы. Найдите массу образовавшегося сульфида алюминия. ( $m(\text{Al}_2\text{S}_3) = 100$  г.)

4. На раствор, содержащий 53 г карбоната натрия, действовали раствором, содержащим 49 г серной кислоты. Найдите массу образовавшейся соли. ( $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 71$  г.)

5. На 200 г 10%-го раствора серной кислоты действовали 40 г оксида алюминия.

Найдите массу образовавшейся воды. *Ответ.*  $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,67$  г.

6. На 40 г оксида меди(II) действовали раствором серной кислоты, содержащим 49 г безводного вещества. Найдите массу образовавшейся соли.

( $m(\text{CuSO}_4) = 80$  г.)

7. Смешали 7,3 г хлороводорода с 4 г аммиака. Какая масса соли при этом образуется? (10,7 г.)

8. К 250 г 12%-го раствора нитрата серебра добавили 300 г 4%-го раствора хлорида натрия. Вычислите массу образовавшегося осадка. (25,3 г.)

9. Смешали два раствора, содержащих соответственно 33,3 г хлорида кальция и 16,4 г фосфата натрия. Вычислите массу образовавшегося фосфата кальция.

10. Какой объём газа выделится при взаимодействии 6,5 г цинка с 19,6 г серной кислоты? (2,24 л.)

11. Сколько образуется оксида серы (IV) при взаимодействии 71 г сульфита натрия с 0,5 моль серной кислоты? (15,08 л  $\text{SO}_2$ )

### *Первый уровень*

1. На оксид магния количеством вещества 0,1 моль подействовали раствором, содержащим 15 г азотной кислоты. Вычислите массу полученной соли. (Ответ:  $m\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = 14,8 \text{ г}$ )
2. Вычислите массу соли, образовавшейся в результате взаимодействия 7,3 г хлороводорода с 5,6 л аммиака (н. у.) (Ответ:  $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 10,7 \text{ г}$ )
3. Вычислите объём водорода, выделившегося при взаимодействии цинка массой 13 г с раствором, содержащим 30 г серной кислоты (н.у.). (Ответ:  $V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ л}$ )

### *Второй уровень*

1. Какое количество вещества гидросульфата натрия образуется при смешивании 200 г 12% - го раствора серной кислоты со 100 г 8% - го раствора гидроксида натрия? (Ответ: 0,2 моль)
2. К раствору объёмом 153,5 мл с массовой долей гидроксида калия 16% и плотностью 1,14 г/мл прилили раствор объёмом 86,8 мл с массовой долей серной кислоты 20% и плотностью 1,14 г/мл. Определите массу образовавшейся соли. (Ответ: 34,8 г  $\text{K}_2\text{SO}_4$ )

### *Третий уровень*

1. Смешали 100 г раствора, содержащего нитрат серебра массой 10,2 г, с раствором массой 50 г, содержащим ортофосфат натрия массой 6,56 г. Определите массовые доли солей в полученном растворе.  
(Ответ: 3,6%  $\text{NaNO}_3$ ; 2,3%  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ )
2. Водный раствор, содержащий гидроксид кальция массой 3,7 г, поглотил оксид углерода (IV) объёмом 1,68 л (н. у.). Определите массу осадка. (Ответ:  $m(\text{CaCO}_3) = 2,5 \text{ г}$ )
12. Определите массу сульфата бария, полученного при сливании 20мл 60-процентной серной кислоты (плотность 1,14) с раствором, содержащим 29,03 хлорида бария.  
( $m(\text{BaSO}_4) = 32,5 \text{ г}$ )
13. К раствору, содержащему 16,2 г бромоводорода, добавили 6 г гидроксида натрия. Рассчитайте массу бромиды натрия, который можно выделить из полученного раствора.  
( 20.6  $\text{NaBr}$ )
14. Вычислите массу хлорида аммония, который образуется при взаимодействии хлороводорода массой 7,3 г с аммиаком массой 5,1 г. Какой газ останется в реакционной смеси в избытке?

## **Алгоритм решения задач на примеси.**

Определение массы (объема) вещества по известной массе другого вещества, содержащего определенную долю примесей.





$$\omega_{\text{прим.}} = m_{\text{прим.}}/m_{\text{смеси.}}$$

Схема решения задачи:

Условие задачи	расчёты массы вещества по уравнению	определение массы примесей	определение массовой доли примесей	ответ.
----------------	-------------------------------------	----------------------------	------------------------------------	--------

Порядок решения задачи:

- 1) Прочитайте задачу, запишите краткое условие.
- 2) Составьте уравнение химической реакции.
- 3) Рассчитайте *массу чистого вещества, необходимого для реакции по уравнению реакции.*
- 4) Вычислите массу примесей в образце по условию.
- 5) Вычислите массовую долю примесей по формуле:  $\omega_{\text{прим.}} = m_{\text{прим.}}/m_{\text{смеси.}}$

Образец решения:

Определите массовую долю примесей в техническом образце карбида кальция, если из 200 г его получили 56 л ацетилена.

<p>Д а н о:</p> <p><u>CaC<sub>2</sub></u>.</p> <p><math>m_{\text{технич.}}(\text{CaC}_2)=200\text{г}</math></p> <p><math>V(\text{C}_2\text{H}_2) = 56 \text{ л}</math></p> <p><math>\omega_{\text{прим}} = ?</math></p>	<p>Р е ш е н и е:</p> <p>1)по условию:</p> <p>по уравнению:</p> <p>тогда <math>x \text{ г}/64 \text{ г} = 56 \text{ л}/22,4 \text{ л};</math></p> <p>2) определяем массу примесей в образце:</p> <p><math>m_{\text{прим.}} = 200 - 160 = 40 \text{ г.}</math></p> <p>3) определяем массовую долю примесей:</p> <p><math>\omega_{\text{прим}} = 40 \text{ г}/ 200 \text{ г} = 0,2 \text{ (или 20\%).}</math></p>	<p>пусть <math>x \text{ г}</math> – масса чистого вещества</p> <p><math>56\text{л}</math></p> <p><math>\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2</math></p> <p>1 моль                      1 моль</p> <p><math>M=64\text{г/моль}</math>              <math>V_m=22.4\text{л/моль}</math></p> <p><math>m=64 \text{ г}</math>                      <math>V= 22,4 \text{ л},</math></p> <p><math>x = 160 \text{ г.}</math></p> <p>Ответ: <math>\omega_{\text{прим}} = 20\%.</math></p>
---	---	--

### Задачи на примеси

- 1)Рассчитайте объем угарного газа, необходимый для получения железа из 29 г магнетита, содержащего 20% примесей песка.
- 2) На 1 кг лома, содержащего 96 % железа, подействовали разбавленной серной кислотой. Вычислите массу образовавшегося сульфата железа (II).
- 3) Какая масса углекислого газа получится при сжигании 64 г метана, содержащего 10 % примесей?

- 4) При прокаливании 400 г натриевой селитры получили 33,6 л кислорода. Какова массовая доля примесей в селитре?
- 5) Сколько литров углекислого газа можно получить из 119 грамм известняка, содержащего 16 % примесей?
- 6) Вычислите, какой объём (н.у.) углекислого газа можно получить из известняка массой 500 г, в котором массовая доля карбоната кальция составляет 80 %.
- 7) При обработке соляной кислотой природного известняка массой 30 кг получен оксид углерода (IV)?, его объём 5,6 м<sup>3</sup> (н.у.). Вычислите массовую долю карбоната кальция в природном известняке.
- 8) При обжиге 1 кг известняка, содержащего 10 % примесей, получили 0,17 м<sup>3</sup> углекислого газа. Вычислите объёмную долю выхода продукта реакции от теоретически возможного.
- 9) Рассчитайте массу оксида магния, который образуется при обжиге карбоната магния массой 200 г, содержащего 10 % примесей.
- 10) При обжиге известняка массой 500 кг получили 103 м<sup>3</sup> углекислого газа. Вычислите массу примесей в этом известняке.
- 11) При обжиге 560 г известняка, содержащего 10 % примесей, получили оксид кальция, который затем поместили в 10 % раствор соляной кислоты массой 730 г. Вычислите массу полученной соли.
- 12) Вычислите какой объём углекислого газа (н. у.) выделится при обжиге 600 кг известняка с массовой долей примесей 10 %?
- 13) При обжиге природного известняка массой 260 кг получили 112 кг оксида кальция. Вычислите массу и массовую долю карбоната кальция в этом известняке.
- 14) При обработке соляной кислотой природного известняка массой 500 кг, содержащего 10 % примесей, получили 75 м<sup>3</sup> углекислого газа. Вычислите объёмную долю выхода продукта реакции.
- 15) Вычислите, какой объём углекислого газа (н.у.) выделится при обжиге 500 кг карбоната магния с массовой долей примесей 8 %?
- 16) Вычислите массовую долю примесей в природном образце карбоната магния, если известно, что при разложении 200 г этого образца получен оксид магния массой 80 г.
- 17) При обжиге 280 г известняка, содержащего 10 % примесей, получили оксид кальция, который затем поместили в 10 % раствор соляной кислоты массой 730 г. Вычислите массу полученной соли.

### **Задачи комбинированного типа**

#### Задачи по теме «Металлы 1А-2А групп»

1. Перманганат калия  $\text{KMnO}_4$  взаимодействует с соляной кислотой, при этом образуется хлор. Составьте уравнение этой ОВР и рассчитайте, какая масса перманганата калия может вступить в реакцию с 584 г 10%-ного раствора  $\text{HCl}$ .
2. Сульфат бария используют как рентгеноконтрастное средство. Рассчитайте, какую массу сульфата бария можно получить при взаимодействии 34,2 г гидроксида бария и 392 г 10%-ной серной кислоты.
3. Пищевую соду  $\text{NaHCO}_3$  используют при выпечке кондитерских изделий. При нагревании сода разлагается с получением углекислого газа. Рассчитайте, какой объём газа можно получить из 296,5 г загрязнённой пищевой соды, содержащей 15% примесей, если выход углекислого газа составляет 90% от теоретически возможного.
4. 0,9 %-ный раствор поваренной соли называется «физиологическим раствором» и используется в медицине. Рассчитайте массу соли и воды, необходимых для приготовления 10 кг такого раствора.

#### Задачи по теме «Железо и его соединения»

1. Рассчитайте объем угарного газа, необходимый для получения железа из 29 г магнетита, содержащего 20% примесей песка.
2. При взаимодействии избытка хлорида железа (III) с 664 г 10%-ного раствора йодида калия получили йод с выходом 90% от теоретически возможного. Рассчитайте массу полученного йода.
3. При пропускании 2,24 л хлора через раствор бромида железа (III) образовалось 10 г брома. Сколько процентов составляет полученная масса брома от теоретически возможной?
4. При взаимодействии железа с 20%-ным раствором серной кислоты, массой 196 г, выделилось 8 л водорода. Рассчитайте, сколько процентов составляет выход водорода от теоретического.
5. При полном электролизе 1 кг раствора сульфата железа (II) на катоде выделилось 56 г Fe. Что и в каком количестве выделилось на аноде? Сколько граммов фосфора может вступить в реакцию с веществом, выделившимся на аноде, и каков будет состав соли, если полученный продукт реакции растворить в 88 мл 28%-го раствора гидроксида натрия ( $\rho$  р-ра NaOH = 1,3 г/мл).

### Задачи на амфотерные металлы.

1. 10 г смеси железа и алюминия обработали щелочью, при этом выделилось 6,72 л водорода. Определите состав смеси.
2. При действии избытка раствора щелочи на 44,75 г сплава, состоящего из двух металлов, одним из которых является цинк, выделился газ объемом 4,48 л (н.у.). Для окисления нерастворившегося остатка потребовалось 5,6 л кислорода (н.у.). Определите качественный и количественный состав сплава, если известно, что оба металла окислились до степени окисления +2.
3. К 340 г 2%-ного раствора хлорида цинка добавили 50 г раствора гидроксида натрия. При этом выпал осадок, который отделили и высушили при 300°C. После высушивания масса осадка составила 2,025 г. Определите массовую долю гидроксида натрия в исходном растворе щелочи.
4. 7,8 г смеси алюминия и оксида неизвестного двухвалентного металла обработали избытком раствора щелочи. При сжигании на воздухе выделившегося газа можно получить 5,4 г воды. Для растворения твердого вещества, оставшегося после обработки раствором щелочи, потребовалось 5,04 мл 36,5%-ного раствора соляной кислоты с плотностью 1,19 г/мл. Определите формулу исходного оксида неизвестного металла.

### Тема «Галогены»

1. В начале XX века появился раствор Люголя, содержащий в 17 мл воды 1 г йода и 2 г йодида калия. Этим раствором смазывали слизистую оболочку горла и полости рта при воспалениях (ангине, стоматите и др.). Рассчитайте массовую долю йода в растворе Люголя.
2. Рассчитайте массу соли, которую можно получить при действии избытка соляной кислоты на 400 г технического оксида меди (II), содержащего 20% примесей. Примеси в кислоте не растворимы.
3. При электролизе 175,5 г расплава хлорида натрия было получено 3 л хлора (н.у.) Рассчитайте выход хлора в процентах от теоретически возможного.
4. Рассчитайте массу брома, полученную при взаимодействии 11, 2 л хлора и 59,5 г бромида калия.
5. Составьте уравнения реакций по схеме превращений:



а) Найдите ОВР, составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель;  
 б) Найдите реакцию ионного обмена, составьте уравнения реакции в молекулярном и ионных видах.

б\*. а) Как из меди и соляной кислоты получить хлорид меди(II)? Напишите уравнения реакций.

б) Как имея только воду, поваренную соль и металлическую медь, получить гидроксид меди (II), не прибегая к помощи других веществ? Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания.

7\*. Простое газообразное вещество **А** желто-зеленого цвета с резким запахом реагирует с серебристо-белым металлом **В**, плотность которого меньше плотности воды. В результате реакции образуется вещество **С**, окрашивающее пламя горелки в желтый цвет. При действии на твердое вещество **С** концентрированной серной кислоты выделяется бесцветный газ, хорошо растворимый в воде. Что представляют из себя вещества **А**, **В** и **С**? Напишите уравнения всех реакций.

<b>В – 1</b> <b>соединения</b>	<b>В – 2</b> <b>Сера и её соединения</b>
<p>3ера и её соединения</p> <p>1. Какой объём сероводорода, измеренный при нормальных условиях, надо растворить в воде массой 300 г для получения раствора сероводородной кислоты с массовой долей <math>\text{H}_2\text{S}</math> 1,2 %?</p> <p>2. Смесь меди и магния общей массой 10 г обработали разбавленной серной кислотой. В газометре оказалось 3,733 л газа (н. у.). Найдите массовую долю (в %) меди в смеси.</p> <p>3. Вычислите массу образующейся в чистом виде серы, если через раствор, содержащий 3,16 г перманганата калия, пропустили 4,48 л сероводорода в присутствии <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> (н. у.).</p> <p>4. На смесь сульфида цинка, хлорида натрия и карбоната кальция массой 80 г подействовали избытком соляной кислоты. При этом образовалась смесь газов объёмом 13,44 л (н.у.). При взаимодействии этой газовой смеси с избытком оксида серы (IV) образовалось твёрдое вещество массой 19,2 г. Определите массовые доли веществ в исходной смеси.</p>	<p>Сера и её соединения</p> <p>1. Через 28 г 10%-ного раствора едкого калия пропустили 1,12 л сероводорода. Какая соль получится? Найдите массу образовавшейся соли.</p> <p>2. Какое количество серы выпадет в осадок при пропускании 11,2 л сероводорода (н. у.) через раствор, содержащий 41 г сернистой кислоты?</p> <p>3. Какую массу раствора с массовой долей серной кислоты 70% можно получить из пирита массой 200 кг, содержащего <math>\text{FeS}_2</math> и посторонние примеси? Массовая доля примесей в пирите составляет 10%, а выход серной кислоты – 80%.</p> <p>4. Имеется смесь сульфида натрия, сульфата натрия и хлорида натрия массой 20 г. Смесь растворили в воде. К половине полученного раствора добавили избыток раствора сульфата меди (II); при этом образовался осадок массой 4,8 г. При добавлении к другой половине раствора избытка хлорида бария образовался осадок массой 4,66 г. Определите массовые доли солей в исходной смеси.</p>

### Задачи по теме «Углерод, кремний и их соединения»

- В рецепт бисквита, изготавливаемого кондитерской фабрикой, входит разрыхлитель – гидрокарбонат аммония (0,15 г соли в расчёте на 100 г бисквита). Каков общий объём (в литрах, н.у.) газов, включая водяной пар, получающихся при выпечке 1 кг бисквита?
- В промышленности карбид кальция получают по схеме:  
 $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$ . Вычислите, сколько потребуется оксида кальция для получения карбида кальция массой 3,2 т. Какой объём оксида углерода(II), измеренный при н.у., выделится при этом?

3. Драгоценный камень изумруд содержит: 5% бериллия, 10% алюминия, 31% кремния, 54% кислорода. Зелёная окраска вызвана ничтожной примесью соединений хрома. Выведите формулу изумруда и запишите её в виде оксидов.
4. Обжиг 200 г известняка привёл к полному разложению карбоната кальция. Рассчитайте массовое содержание (в %)  $CaCO_3$  в этом образце известняка, если получилось 80 г диоксида углерода.
5. В качестве восстановителя для получения кремния часто применяют кокс. Уравнение процесса:  $SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO$ . Какую массу оксида кремния (IV) можно восстановить с помощью кокса массой 40 кг, если массовая доля углерода в коксе составляет 90%?
6. При действии избытка соляной кислоты на карбонат кальция массой 25 г получили оксид углерода (IV) массой 10 г. Определите выход продукта.
7. Смесь кремния и угля массой 20 г обработали избытком концентрированного раствора щёлочи. В результате реакции выделился водород объёмом 13,44 л (н.у). Определите массовую долю кремния в исходной смеси.
8. На мел (карбонат кальция) массой 8 г подействовали 20%-ным раствором азотной кислоты объёмом 23,72 мл (плотность раствора 1,054 г/мл). Вычислите объём образовавшегося при этом газа.
9. 146 г смеси, состоящей из карбоната и гидрокарбоната натрия, сильно прокалили. Остаток после прокаливания весил 137 г. Выразите состав смеси в массовых долях.
10. Углекислый газ объёмом 11,2 л пропустили через склянку, содержащую 171,4 мл раствора NaOH, имеющего плотность 1,167 г/мл с массовой долей NaOH 20%. Найдите массу полученной соли.
11. При нагревании смеси оксида кальция массой 19,6 г с коксом массой 20 г получили карбид кальция массой 16 г. Определите выход карбида кальция, если массовая доля углерода в коксе составляет 90%.

### Тема: Аммиак. Соли аммония.

1. Бесцветный газ А с резким характерным запахом, легче воздуха, реагирует с сильной кислотой В, при этом образуется соль С, водный раствор которой не образует осадков ни с хлоридом бария, ни с нитратом серебра. Что из себя представляют вещества А, В и С? Напишите уравнения реакций.
2. Как, используя простые вещества – азот, водород, кислород и хлор, можно получить хлорид аммония? Как доказать, что полученная соль – хлорид аммония? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций.
3. Вычислите объёмную долю выхода оксида азота (II) от теоретически возможного, если в реакции окисления 44,8 л аммиака получили 40 л оксида азота(II).
4. Вычислите массу сульфата аммония, полученного из аммиака и 19,8 г серной кислоты с учётом того, что выход соли составляет 85%.

