

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя  
общеобразовательная школа № 10  
с углубленным изучением отдельных предметов» г. Ангарска**



Утверждаю:  
И.о. директора МБОУ СОШ №10  
Орловская О.В.  
\_\_\_\_\_ 2023 г.

Согласовано:  
Зам. директора по НМР  
Толмачева М.Г.  
Толмачева  
«31» августа 2023 г.

Рассмотрено на заседании МО  
Протокол № 1 от «31» августа 2023 г.  
Руководитель МО  
Круглова Е.В. ЕК  
фамилия, инициалы \_\_\_\_\_ подпись

**Рабочая программа  
факультатива по химии**

**«Химия в задачах и упражнениях»**

**8класс**

**(количество часов: 1 час в неделю, всего 34 часа)**

**на 2023-2024 учебный год**

**Учитель химии Харина Е.Ю.**

## **Химия в задачах и упражнениях**

### **Пояснительная записка.**

Данная рабочая программа составлена в соответствии с положениями ФГОС основного общего образования, на основе Программ основного общего образования по химии и Программы по химии для 8-11 классов общеобразовательных учреждений Н.Е. Кузнецовой, Н.Н. Гара и др., М.Вентана-Граф, 2016

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.

Базисный учебный план в его федеральной части предусматривает изучение курса химии по 2 часа в неделю в 8 классах. Данный объём часов не достаточен для реализации стандарта основного общего образования по химии. Одним из последствий сокращения числа учебных часов заключается в том, что у учителя практически не остаётся времени для отработки навыков решения задач, а именно задач, обеспечивающих закрепление теоретических знаний, которые учат творчески применять их в новой ситуации, логически мыслить, т.е. служат формированию культурологической системообразующей парадигмы. Решение задач – признанное 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.

Решение задач должно способствовать целостному усвоению стандарта содержания образования и реализации поставленных целей. Содержание факультативного курса соответствует минимальным требованиям стандарта образования, а также содержит некоторый материал по углублению курса химии в 8 классе, на который следует обратить внимание для успешного изучения далее (кристаллогидраты, различные способы выражения состава раствора, различные способы приготовления необходимого раствора; качественные реакции).

Каждая тема содержит небольшой теоретический материал, а главное – большое количество различных задач. Это необходимо для формирования и развития навыков анализа, сравнения, обобщения, самоанализа и самоконтроля, умений устанавливать причинно – следственные связи между различными фактами, умений делать выводы, отстаивать свою точку зрения.

Вниманию учащихся предлагаются различные задания по содержанию и по сложности, которые требуют от учащихся активной познавательной деятельности.

### **Цели курса:**

- создание условий для реализации минимума стандарта содержания образования за курс основной школы;

- формирование у учащихся навыков самостоятельного решения расчетных задач по химии
- отработка навыков решения задач и подготовка школьников к более глубокому освоению химии в старших классах.

### **Задачи курса:**

- Формировать у учащихся навыки вычислений по формулам веществ, по химическим уравнениям, по стехиометрическим уравнениям;
- Расширить знания учащихся о возможных и наиболее рациональных способах решения задач;
- Развивать мыслительные процессы, способности учащихся, склонности к решению задач;
- Укреплять интерес к предмету.

### **Место курса в учебном плане**

1 час в неделю/34 часа в год

### **Требования к результатам освоения программы**

#### **Личностные:**

##### **1. В ценностно-ориентационной сфере:**

- воспитание чувства гордости за российскую химическую науку, гуманизма, позитивного отношения к труду, целеустремленности;
- формирование ценности здорового и безопасного образа жизни; усвоение правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях, угрожающих жизни и здоровью людей;
- понимание особенности жизни и труда в условиях информатизации общества;
- формирования творческого отношения к проблемам;
- формирование химико-экологической культуры, являющейся составной частью экологической и общей культуры, и научного мировоззрения.

##### **2. В трудовой сфере:**

- воспитание готовности к осознанному выбору дальнейшей образовательной или профессиональной траектории;
- умение оценивать ситуацию и оперативно принимать решения, находить адекватные способы поведения и взаимодействия с партнерами во время учебной и игровой деятельности;
- развитие готовности к решению творческих задач, способности оценивать проблемные ситуации и оперативно принимать ответственные решения в

различных продуктивных видах деятельности (учебная, поисково-исследовательская, клубная, проектная, кружковая и др.).

- развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях.

### 3. В познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере:

- формирование умения управлять своей познавательной деятельностью;
- формирование познавательной и информационной культуры, в том числе развитие навыков самостоятельной работы с учебными пособиями, книгами, доступными современными информационными технологиями;
- формирование экологического мышления: умения оценивать свою деятельность и поступки других людей с точки зрения сохранения окружающей среды - гаранта жизни и благополучия людей на Земле.
- развитие собственного целостного мировоззрения, потребности и готовности к самообразованию, в том числе и в рамках самостоятельной деятельности вне школы;

### **Метапредметные:**

- использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности, применение основных методов познания (системно-информационный анализ, моделирование) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации цели и применять их на практике;
- использование различных источников для получения химической информации.

### **Предметные**

- успешное обучение в последующих классах;
- знание основных законов и понятий химии и их оценивание;
- умение проводить простейшие расчёты;
- умение ориентироваться среди различных химических реакций, составлять необходимые уравнения, объяснять свои действия;

### ***Учащиеся должны знать:***

- Химические свойства разных классов неорганических веществ;
- Признаки, условия и сущность химических реакций;
- Химическую номенклатуру.
- Основные способы решения задач.

### ***Учащиеся должны уметь производить расчеты:***

- По формулам и уравнениям реакций;

- Определение компонентов смеси;
- Определение формул соединений;
- Растворимости веществ;
- Вычисление объема газообразных веществ при н.у. и условиях, отличающихся от нормальных;
- Переход от одного способа выражения концентрации к другому.

## **Содержание курса «Химия в задачах и упражнениях» (основные подходы к решению расчетных задач)**

**Введение (1 час)** Знакомство с целями и задачами курса, его структурой. Основные законы и понятия химии

### **1. Химические формулы (6 часов)**

Химические формулы. Закон постоянства состава вещества. Составление структурных формул. Вывод химических формул: нахождение химической формулы по отношению масс элементов, входящих в состав данного вещества. Вывод химических формул по массовым долям элементов.

Расчет по химическим формулам. Вычисление относительной молекулярной массы вещества. Нахождение отношения масс элементов по химической формуле сложного вещества. Нахождение содержания массовых долей элементов в сложном веществе.

### **2. Количество вещества. Число Авогадро. Молярная масса. Молярный объем газа (3 часа)**

Моль - единица измерения количества вещества. Вычисление молярной массы вещества. Анализ условия задачи и различные способы решения задач.

Вычисление количества вещества, соответствующего определенной массе вещества. Вычисление массы вещества по известному количеству вещества. Вычисление числа атомов и молекул через массу, объем и количество вещества. Вычисление массы вещества, занимающего определенный объем при нормальных условиях. Вычисление объема определенной массы газообразного вещества. Нахождение массы элемента по известной массе сложного вещества. Нахождение массы сложного вещества по заданной массе элемента. Усложненные задачи.

### **3. Расчеты, связанные с использованием плотностей, относительных плотностей газов (3 часа)**

Вычисление относительной плотности газов по относительной молекулярной массе или относительной молекулярной массы по относительной плотности газов.

Нахождение плотности газов.

### **4. Смеси. Растворы. Кристаллогидраты (4 часа)**

Массовые и объемные доли компонентов смеси (раствора). Растворимость. Расчеты на основе графиков растворимости веществ в воде. Приготовление растворов с заданной массовой долей растворенного вещества. Вычисления, связанные с разбавлением,

выпариванием и сливанием растворов. Кристаллогидраты. Массовая доля кристаллизационной воды в кристаллогидрате.

### **5. Вычисления по уравнениям химической реакции (12 часов)**

Закон сохранения массы вещества. Расстановка коэффициентов в уравнениях реакции. Расчеты по уравнениям химических реакций. Вычисление массы (объема, количества вещества, числа частиц) исходного или полученного вещества по уравнению реакции, если известна масса (объем, количество вещества, число частиц) другого вещества. Расчеты по уравнениям реакций, когда один из компонентов содержит примесь (или находится в растворе). Решение задач на последовательные реакции. Задачи на определение количественного состава смеси. Решение задач на параллельные реакции. Анализ условия задачи и выбор оптимального способа ее решения.

### **6. Расчеты по термохимическим уравнениям (2 часа)**

Тепловой эффект реакции. Вычисление на основе термохимического уравнения количества поглощенной теплоты по известной массе одного из реагирующих веществ. Нахождение массы реагирующих веществ, если известно, какое количество теплоты выделилось в данной реакции.

### **7. Важнейшие классы неорганических соединений (2 часа)**

Генетическая связь между основными классами неорганических соединений.

### **8. Итоговое занятие (1 час)**

#### **Учебно-методическое обеспечение**

1. Программа курса химии для 8-11 классов общеобразовательных учреждений.
2. Хомченко И.Г. «Решение задач по химии 8-11 классы», М., 2008,
3. А. Е. Темирбулатова. «Сборник задач и упражнений по химии для 8 класса».
4. О.А. Бочарникова «Учимся решать задачи 8-11 класс», Волгоград, 2017.
5. О.С. Габриелян, И.В. Решетов, И.Г. Остроумов «Задачи по химии и способы их решения» М., Дрофа, 2004.
6. И.Н. Новошинский, Н.С. Новошинская «Типы химических задач и способы их решения. 8-11 класс, М. 2006.
7. Адамович Т.П. Васильева Г.И. «Сборник олимпиадных задач по химии».
8. Будруджак П. «Задачи по химии».
9. Ерохин Ю.М.; Фролов В.И. «Сборник задач и упражнений по химии».
10. «Контрольные и проверочные работы по химии 8 класс» к учебнику О.С. Габриеляна «Химия – 8 класс».
11. Кузменко Н.Е., Ерёмин В.В. «2500 задач с решением».
12. Цитович И.К.; Протасов П.И. «Методика решения расчётных задач по химии».
13. Хомченко И.Г. «Сборник задач и упражнений по химии для нехимических техникумов».
14. Хомченко Г.П. «Задачи по химии для поступающих в ВУЗы».

15. Абкин Г.Л. “Задачи и упражнения по химии”.
16. Габриелян О.С. “Химия в тестах, задачах, упражнениях 8 – 9 классы”.
17. Гаврусейко Н.П. “Проверочные работы по неорганической химии 8 класс”.
18. Савинкина Е.В. Свердлов Н.Д. “Сборник задач и упражнений по химии”.
19. Суровцева Р.П. “Задания для самостоятельной работы по химии в 8 классе”.
20. Н.Е. Кузнецова, А.Н. Левкин «Задачник. Химия 8 класс».

### **Электронные образовательные ресурсы**

Мультимедийные презентации по всем темам программы для сопровождения уроков. (Разработаны самостоятельно).

Модули электронных образовательных ресурсов «Химия» ( <http://fcior.edu.ru> )

Материалы единой коллекции цифровых образовательных ресурсов ( <http://school/collection.edu.ru> )

### **Календарно - тематическое планирование**

№П.П.	Тема занятия	Дата
1.	Введение. Знакомство с целями и задачами курса, его структурой. Основные законы и понятия химии.	
2.	Вычисление относительной молекулярной массы вещества.	
3.	Химические формулы. Нахождение отношения масс элементов по химической формуле сложного вещества.	
4.	Вывод химических формул по отношению масс элементов, входящих в состав данного вещества.	
5.	Нахождение массовых долей элементов в сложном веществе.	
6.	Вывод простейшей формулы соединения по массовой доле элементов (в %).	
7.	Задачи с использованием понятия «моль».	
8.	Задачи с использованием понятия «моль».	
9.	Задачи с использованием понятия «моль».	
10	Расчеты по определению массовой доли растворенного вещества (в%).	
11.	Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей в %.	
12.	Вычисление массы растворителя и растворенного вещества для приготовления определенной массы раствора с заданной массовой долей его в %.	

13.	Вычисления по химическим уравнениям масс веществ по известному количеству вещества (одного из вступающих или получающихся в результате реакции).	
14.	Вычисление массы продукта реакции, когда вещества взяты в виде растворов с известной массовой долей (%) растворенного вещества.	
15.	Вычисление относительной плотности газов по относительной молекулярной массе (или относительной молекулярной массы вещества по относительной плотности его в газообразном состоянии).	
16.	Вычисление объема газа (при н.у.), получающегося при взаимодействии определенных исходных веществ.	
17.	Вычисление объема газа, требующегося для получения определенной массы вещества.	
18.	Вычисление объема газа, необходимого для реакции с определенным объемом другого газа.	
19.	Вычисление выхода продукта реакции в процентах от теоретически возможного.	
20.	Вычисление выхода продукта реакции в процентах от теоретически возможного	
21.	Расчеты по химическим уравнениям, если одно из исходных веществ дано в избытке	
22.	Расчеты по химическим уравнениям, если одно из исходных веществ дано в избытке.	
23.	Вычисление массы продукта реакции по известной массе исходного вещества, содержащего определенную массовую долю (в %) примесей.	
24.	Вычисление массы продукта реакции по известной массе исходного вещества, содержащего определенную массовую долю (в %) примесей.	
25.	Расчеты по термохимическим уравнениям	
26.	Расчеты по термохимическим уравнениям	
27.	Нахождение молекулярной формулы газообразного вещества на основании его относительной плотности и массовой доли элементов (%).	
28.	Нахождение молекулярной формулы газообразного вещества на основании его относительной плотности и массовой доли элементов (%).	
29.	Определение молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массе или объему продуктов сгорания.	
30.	Определение молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массе или объему продуктов сгорания.	
31.	Комбинированные задачи. Решение задач на параллельные реакции.	
32.	Генетическая связь между классами неорганических соединений.	



33.	Генетическая связь между классами неорганических соединений.	
34.	Итоговое занятие.	

## Приложение

### I. Вычисление относительной молекулярной массы

1. Вычислите относительную молекулярную массу сульфата алюминия, химическая формула которого  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Решение: Для вычисления относительной молекулярной массы необходимо суммировать относительные атомные массы элементов, образующих соединения:

$$M_r \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 27 * 2 + (32 + 16*4) * 3 = 342$$

Ответ: Относительная молекулярная масса сульфата алюминия 342.

1. Вычислите относительные молекулярные массы следующих веществ: серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , оксида железа (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , гидроксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , нитрата меди (II)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , глицерина  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ , оксида углерода (IV)  $\text{CO}_2$ , азотной кислоты  $\text{HNO}_3$ , гидроксида алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , карбоната калия  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

### II. Вычисление отношения масс атомов элементов в сложном веществе по его формуле:

1. Вычислите массовые отношения элементов в серной кислоте.

Решение: Зная относительные атомные массы элементов и число атомов, входящих в состав химического соединения, можно определить массовые соотношения этих элементов:



$$\text{H} : \text{S} : \text{O} = 2 : 32 : 64 = 1 : 16 : 32$$

$$1 + 16 + 32 = 49$$

Это означает, что на 49 мас. ч. Серной кислоты приходится 1 мас. ч.

Водорода, 16 мас. ч. и 32 мас. ч. кислорода.

Массовые части можно измерить любыми единицами (г, кг, т).

Так, 49 г серной кислоты содержат 1 г водорода, 16 г серы, 32 г кислорода.

1. Вычислите массовые отношения элементов в следующих веществах: в воде  $\text{H}_2\text{O}$ , сероводороде  $\text{H}_2\text{S}$ , сульфиде железа (II)  $\text{FeS}$ , оксиде углерода (IV)  $\text{CO}_2$ , азотной кислоте  $\text{HNO}_3$ .

### **III. Вычисление массовой доли элемента (в%) по формулам веществ.**

1. Определите массовые доли элементов в серной кислоте и выразите их в процентах.



Решение:  $\omega \% (\text{H}) = (2 \text{ а.е.м.} / 98 \text{ а.е.м.}) * 100\% = 2\%$

$$\omega \% (\text{S}) = (32 \text{ а.е.м.} / 98 \text{ а.е.м.}) * 100\% = 33\%$$

$$\omega \% (\text{O}) = (64 \text{ а.е.м.} / 98 \text{ а.е.м.}) * 100\% = 65\%$$

Ответ: массовая доля водорода в серной кислоте – 2%, серы – 33%, кислорода 65%.

1. Определите массовые доли элементов в процентах в следующих веществах: азотной кислоте  $\text{HNO}_3$ , оксиде серы (IV)  $\text{SO}_2$ , гидроксиде натрия  $\text{NaOH}$ , фосфате калия  $\text{K}_3\text{PO}_4$ , этиловом спирте  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ .

### **IV. Расчеты по определению массовой доли растворенного вещества (в%).**

1. В воде объемом 135 мл растворили соль массой 15 г. Какова массовая доля соли в данном растворе в % ?

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 135 \text{ мл}$$

$$\text{соли} = 15 \text{ г}$$

Решение:

$$\omega \% = (p.v. / (p - P_0)) * 100\%$$

$$\omega \% \text{ соли} = ?$$

$$m(p - p_0) = m(\text{воды}) + m(\text{соли}) = \\ = 135 + 15 = 150 \text{ г.}$$

$$\omega \% = (15 / 150) * 100\% = 10\%$$

Ответ: 10%.

1. При выпаривании раствора нитрата калия массой 50 г получили твердый остаток массой 0,5 г. Какова массовая доля соли в этом растворе (в %).

Ответ: 1%.

1. 150 г раствора содержат 24 г сахара. Какова массовая доля (в %) сахара в этом растворе?

Ответ: 16%.

1. Имеется 150 г 8% раствора нитрата калия. Каковую массовую долю в % будет иметь этот раствор, если в него добавить 150 г воды? Ответ: 4%.

1. Имеется 10% раствор серной кислоты – масса раствора 500 г. Какова будет массовая доля серной кислоты в растворе, если этот раствор разбавить водой объемом 0,5 л ?

Ответ: 5%.

**V. Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей в %.**

1. Сколько потребуется хлорида натрия (в г) и воды (в мл) для приготовления 5-ти %-го раствора массой 120 г ?

Дано:

$$m(p\text{-ра}) = 120 \text{ г}$$

$$\omega \% (a \text{ C}) = 5\%$$

Решение:

1) Определяем массу соли в растворе:

$$\omega \% = (m \text{ р.в.} / m (\text{р} - \text{р}_0)) * 100\% \text{ отсюда}$$

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

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

$$m \text{ р.в.} = (m (\text{р} - \text{р}_0) * \omega\%) / 100\%$$

$$m(\text{NaCl}) = 120 * 5 / 100\% = 6 \text{ (г)}$$

Определяем массу воды:

$$m \text{ воды} = m \text{ р-ра} - m \text{ р.в.} = 120 \text{ г} - 6 \text{ г} = 114 \text{ г}$$

Следовательно, для приготовления 5-ти %-го раствора массой

120 г надо взять 6 г хлорида натрия и 114 г воды или 114 мл

воды.

Ответ: 6 г хлорида натрия

114 мл воды

2. Выпарим 500 г 7,4 % раствора хлорида калия. Сколько хлорида калия получится из этого раствора?

Ответ: 37 г

Дано:

$$m (\text{р} - \text{р}_0) = 500 \text{ г}$$

$$\omega \% (\text{КС}) = 7,4 \%$$

Решение:

$$\omega \% = (m \text{ р.в.} / m (\text{р} - \text{р}_0)) * 100 \%$$

$$m (\text{КС}) = ?$$

$$m (\text{р.в.}) = (m (\text{р} - \text{р}_0) * \omega\%) / 100 \%$$

$$m(\text{КС}) = 500 \text{ г} * 7,4 \% / 100 \% = 37 \text{ (г)}$$

Ответ: 37 г

1. Определить массу соляной кислоты в 400 г 20% раствора ее? Ответ: 80 г

1. Имеется 25 г 0,5% раствора поваренной соли. Определить массу соли в растворе.

Ответ: 0,125 г

1. Имеется 160 г 7% раствора нитрата натрия. Определить массу соли в растворе.

Ответ: 11,2 г

1. Определить массу уксусной кислоты в 32 г 3-х %-го раствора ее. Ответ: 0,96 г.

**VI. Вычисление массы растворителя и растворенного вещества для приготовления определенной массы раствора с заданной массовой долей его в %.**

1. См. пример в гл. V.

1. Сколько потребуется сахара (в г) и воды (в мл) для приготовления 8% раствора массой 140 г ?

Ответ: 11,2 г сахара

128,8 мл воды

1. Какой объем хлороводорода (при н.у.) и воды потребуется, чтобы приготовить 1 л раствора, содержащего 10% хлороводорода (плотность раствора 1,05 г/см<sup>3</sup>).

Ответ: потребуется 64,44 л HCl и 945 мл воды.

1. Сколько мл этилового спирта плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup> необходимо для приготовления 200 г 40% раствора его.

Ответ: 100 мл.

1. Как приготовить 240 г 68% раствора азотной кислоты ?

Ответ: необходимо взять 163,2 г кислоты и 76,8 мл воды.

**VII. Задачи с использованием понятия «моль».**

1. Сколько молей составляют 32 г меди ?

Дано:

$$m(\text{Cu}) = 32 \text{ г}$$

$$v(\text{Cu}) = ?$$

Решение:

$$v = m / \mu$$

$$v(\text{Cu}) = 32 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

Ответ: 0,5 моль

1. Сколько молей составляет 66 г оксида углерода (IV) ?

Ответ: 1,5 моль

1. Сколько граммов содержат 0,25 моль серы ?

Дано:

$$v(\text{S}) = 0,25 \text{ моль}$$

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

Решение:

$$v = m / M ; m = v * M$$

$$m(\text{S}) = 0,25 \text{ моль} * 32 \text{ г/моль} = 8 \text{ г}$$

Ответ: 8 г

1. Сколько граммов содержат 2 моль серной кислоты?

Ответ: 196 г

1. Сколько атомов содержится в 20 г кальция?

Дано:

$$m(\text{Ca}) = 20 \text{ г}$$

$$N(\text{Ca}) = ?$$

Решение:

- 1) Вычисляем сколько молей содержится в 20 г

кальция:

$$v = m / \mu = 20 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

- 2) Вычисляем число атомов кальция:

$$1 \text{ моль содержит } 6 * 10^{23} \text{ атомов}$$

$$0,5 \text{ моль} - x \text{ атомов}$$

$$1 / 0,5 = 6 * 10^{23} / x \quad x = 6 * 10^{23} * 0,5 / 1 = 3 * 10^{23}$$

Ответ:  $3 * 10^{23}$  атомов

1. Сколько молекул содержится в 36 г воды ?

Ответ:  $12 * 10^{23}$  молекул

**VIII. Вычисления по химическим уравнениям масс веществ по известному количеству вещества (одного из вступающих или получающихся в результате реакции).**

1. Рассчитайте массы исходных веществ, необходимые для получения 2,33 г сульфата бария.

Дано:

$$m(\text{BaSO}_4) = 2,33 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

$$m(\text{BaCl}_2) = ?$$

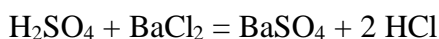
Решение:

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 * 2 + 32 + 16 * 4 = 98 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{BaCl}_2) = 137 + 35,5 * 2 = 208 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 137 + 32 + 16 * 4 = 233 \text{ г/моль}$$

$$x \text{ г у г } 2,33 \text{ г}$$



$$1 \text{ моль } 1 \text{ моль } 1 \text{ моль}$$

$$m = 98 \text{ г } m = 208 \text{ г } m = 233 \text{ г}$$

Вычисляем массу серной кислоты, необходимой для получения 2,33 г сульфата бария:

$$x \text{ г} / 98 \text{ г} = 2,33 \text{ г} / 233 \text{ г} \quad x = 2,33 * 98 / 233 = 0,98 \text{ (г)}$$

Вычисляем массу хлорида бария, необходимого для получения 2,33 г сульфата бария:

$$y \text{ г} / 208 \text{ г} = 2,33 \text{ г} / 233 \text{ г} \quad y = 208 * 2,33 / 233 = 2,08 \text{ (г)}$$

Ответ: 0,98 г серной кислоты

2,08 г хлорида бария

2. Сколько граммов гидроксида натрия образуется при взаимодействии 2,3 г натрия с водой?

Ответ: 4 г

1. Сколько тонн карбоната кальция потребуется, чтобы получить 224 т оксида кальция?

Ответ: 400 т

1. Сколько сульфата магния образуется при взаимодействии 2 моль оксида магния с избытком серной кислоты ?



Ответ: 33,1 г трибромфенола и

24,3 г бромводорода

1. На раствор, содержащий 0,1 моль фенола, подействовали бромной водой, взятой в избытке. Какое вещество и сколько его образовалось?

Ответ: 33,1 г трибромфенола и

24,3 г бромводорода.

**IX. Вычисление массы продукта реакции, когда вещества взяты в виде растворов с известной массовой долей (%) растворенного вещества.**

1. Вычислить, сколько нитрата натрия получится при взаимодействии 630 кг раствора, содержащего 50% азотной кислоты, с гидроксидом натрия.

Дано:

$$m(\text{р-ра HNO}_3) = 630 \text{ кг}$$

$$\omega \% (\text{HNO}_3) = 50 \%$$

$$m(\text{NaNO}_3) = ?$$

Решение:

- 1) Находим массу чистой азотной кислоты, содержащейся в растворе:

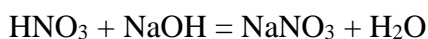
$$m \text{ р.в.} = (m(\text{р} - \text{р}_0) * \omega\%) / 100 \%$$

$$m(\text{HNO}_3) = 630 * 50\% / 100\% = 315 \text{ кг}$$

- 2) По уравнениям реакции находим массу полученного нитрата

натрия:

$$315 \text{ кг} \times \text{кг}$$



1 моль 1 моль

$$m = 63 \text{ кг} \quad m = 85 \text{ кг}$$

$$315 \text{ кг} / 63 \text{ кг} = x \text{ кг} / 85 \text{ кг} \quad x = 315 * 85 / 63 \text{ кг} = 425 \text{ кг}$$

Ответ: 425 кг

1. Вычислить, сколько образуется осадка при взаимодействии хлорида бария с 200 г 49% раствора серной кислоты.

Ответ: 233 г

3. Вычислить, сколько образуется гидроксида меди (II) при взаимодействии хлорида меди (II) со 160 г 40% раствора гидроксида натрия.

Ответ: 78,4 г

4. Сколько граммов фенолята натрия получится при взаимодействии фенола с 20 г 10% раствора гидроксида натрия ?

Ответ: 5,8 г

5. Вычислить массу соли, образовавшейся при взаимодействии гидроксида калия со 120 г 20% раствора уксусной кислоты.

Ответ: 59,4 г

**X. Вычисление относительной плотности газов по относительной молекулярной массе (или относительной молекулярной массы вещества по относительной плотности его в газообразном состоянии).**

1. Вычислить относительную плотность оксида углерода (IV) по водороду.

Решение:

$$D(\text{H}_2) = M_r \text{CO}_2 / M_r \text{H}_2 = 44 / 2 = 22$$

Ответ:  $D(\text{H}_2) = 22$

1. Вычислить относительную молекулярную массу газа, если относительная плотность его по кислороду равна 2.

Решение:

$$D(\text{O}_2) = M_r \text{газа} / M_r \text{O}_2 ; M_r (\text{газа}) = M_r \text{O}_2 * D(\text{O}_2) = 32 * 2 = 64$$

Ответ:  $M_r (\text{газа}) = 64$

1. Вычислить относительные плотности оксида серы (IV) по водороду, метану и воздуху.

Ответ:  $D_{H_2} = 32$

$D_{CH_4} = 4$

$D_{\text{возд.}} = 2,2$

1. Вычислить относительную молекулярную массу газа, если его относительная плотность по воздуху 1,5.

Ответ:  $M_r(\text{газа}) = 44$ .

1. **Вычисление объема газа (при н.у.), получающегося при взаимодействии определенных исходных веществ.**

1. Какой объем водорода (при н.у.) выделится при взаимодействии 54 г алюминия с соляной кислотой ?

Дано:

$m(\text{Al}) = 54 \text{ кг}$

$V(\text{H}_2) = ?$

Решение:

54 г х л

$2 \text{ Al} + 6 \text{ HCl} = 2 \text{ AlCl}_3 + 3 \text{ H}_2$

2 моль 3 моль

$m = 54 \text{ г } V = 67,2 \text{ л}$

$54 \text{ г} / 54 \text{ г} = x \text{ л} / 67,2 \text{ л}$

$x = 54 * 67,2 / 54 = 67,2 \text{ л}$

Ответ: 67,2 л

1. Какой объем кислорода (при н.у.) выделится при разложении 0,5 моль оксида ртути  $\text{HgO}$  ?

Ответ: 5,6 л

3. Какой объем водорода, измеренный при н.у., выделится, если в раствор серной кислоты, взятой в избытке, положить 6,5 г цинка ?

Ответ: 2,24 л

4. Какой объем углекислого газа выделится при разложении 400 г карбоната кальция ?

Ответ: 89,6 л

5. Какой объем водорода выделится при взаимодействии 4,6 г натрия с этиловым спиртом ?

Ответ: 2,24 л

**XI. Вычисление объема газа, требующегося для получения определенной массы вещества.**

1. Какой объем водорода (при н.у.) израсходуется для полного восстановления 28 кг железа из оксида железа (III) ?

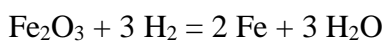
Дано:

$$m(\text{Fe}) = 28 \text{ кг}$$

$$V(\text{H}_2) = ?$$

Решение:

$$x \text{ м}^3 \text{ 28 кг}$$



$$3 \text{ моль } 2 \text{ моль}$$

$$V = 67,2 \text{ м}^3 \text{ m} = 112 \text{ кг}$$

$$x \text{ м}^3 / 67,2 \text{ м}^3 = 28 \text{ кг} / 112 \text{ кг}$$

$$x = 28 * 67,2 / 112 = 16,8 \text{ м}^3$$

Ответ: 16,8 м<sup>3</sup>

1. Какой объем кислорода, измеренный при н.у., израсходуется на сжигание 4 г серы ?

Ответ: 2,8 л

1. Какой объем кислорода (при н.у.) израсходуется на сжигание 41 г фосфора ?

Ответ: 37 л

1. Какой объем оксида углерода (IV) (при н.у.) поглотится раствором гидроксида кальция, если в результате реакции образовалось 200 г карбоната кальция ?

Ответ: 44,8 л

1. Какой объем этилена поглотится бромной водой, если в результате реакции образовалось 94 г дибромэтана ?

Ответ: 11,2 л

**ХП.Вычисление объема газа, необходимого для реакции с определенным объемом другого газа.**

1. Какой объем кислорода и воздуха потребуется, чтобы сжечь 224 м<sup>3</sup> оксида углерода (II), содержащего 25% по объему негорючих примесей ?

Дано:

$$V(\text{CO}) = 224 \text{ м}^3$$

$$\omega \% (\text{негор.прим.}) = 25 \%$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

$$V(\text{возд}) = ?$$

Решение:

1) Вычисляем, сколько чистого оксида углерода (II) содержится в смеси:

$$224 \text{ м}^3 \text{ смеси} - 100 \%$$

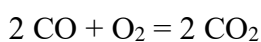
$$x \text{ м}^3 \text{ чистого CO} - 75 \%$$

$$x = 224 * 75\% / 100\% = 168 \text{ (м}^3\text{)}$$

2) Определим, какой объем кислорода потребуется, чтобы сжечь

168 м<sup>3</sup> оксида углерода (II):

$$168 \text{ м}^3 \text{ х м}^3$$



2 моль 1 моль

$$168 \text{ м}^3 / x \text{ м}^3 = 2 \text{ моль} / 1 \text{ моль}$$

$x = 168 / 2 = 84 \text{ м}^3$  (при неизменном давлении объемы реагирующих и образующихся газов относятся между собой как количества этих веществ, т.е. как коэффициенты в уравнениях реакций).

Находим объем воздуха, необходимый для реакции (в воздухе по объему содержится 21% кислорода):

100 м<sup>3</sup> воздуха содержат 21 м<sup>3</sup> кислорода,

x м<sup>3</sup> воздуха содержат 84 м<sup>3</sup> кислорода.

$$100 \text{ м}^3 / x \text{ м}^3 = 21 \text{ м}^3 / 84 \text{ м}^3 \quad x = 100 * 84 / 21 = 400 \text{ м}^3$$

Ответ: 400 м<sup>3</sup>

1. Какой объем кислорода потребуется для сжигания 5 м<sup>3</sup> метана ?

Ответ: 10 м<sup>3</sup>

3. Какой объем хлора потребуется для получения 22,4 л хлороводорода?

Ответ: 11,2 л

4. Какой объем воздуха потребуется, чтобы сжечь 3,4 кг сероводорода?

Ответ: 16 м<sup>3</sup>

5. В закрытом сосуде смешали 8 л хлора с 12 л водорода и смесь взорвали. Сколько хлороводорода получилось? Какой газ и сколько его осталось в избытке?

Ответ: 16 л HCl и 4 л H<sub>2</sub>.

### **ХIII. Вычисление выхода продукта реакции в процентах от теоретически возможного.**

1. При взаимодействии водорода объемом 11,2 л с оксидом железа FeO<sub>4</sub> образовалась железо массой 18 г. Сколько процентов составляет данный выход от теоретически возможного ?

Дано:

$$V(\text{H}_2) = 11,2 \text{ л}$$

$$m(\text{Fe практ}) = 18 \text{ г}$$

$$\text{П.в. \%} = ?$$

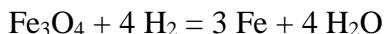
Решение:

1) Найдем массу железа, образовавшегося в результате

реакции, т.е. теоретический выход

железа:

11,2 л х г



4 моль 3 моль

$$V = 89,6 \text{ л } m = 168 \text{ г}$$

$$11,2 \text{ л} / 89,6 \text{ л} = x \text{ г} / 168 \text{ г } x = 11,2 * 168 / 89,6 = 21 \text{ (г)}$$

2) Находим практический выход железа:

21 г – 100 %

$$18 \text{ г} - x \% x = 100\% * 18 \text{ г} / 21 \text{ г} = 85,7 \%$$

Ответ: 85,7 %

1. При взаимодействии железа с 10% раствором соляной кислоты, массой 20 г, выделилось 0,5 л водорода. Выразите этот выход водорода в процентах от теоретически возможного.

Ответ: 83 %

1. Из 140 т жженой извести получили 182 т гашеной извести. Сколько процентов это составляет по сравнению с теоретическим выходом ?

Ответ: 98,38 %

1. Сколько этилена (в л) может быть получено из 4,6 г этилового спирта, если выход этилена составляет 90% от теоретически возможного ?

Ответ: 2,016 л

1. При нитровании 80 г бензола было получено 110 г нитробензола. Сколько процентов это составляет по сравнению с теоретическим выходом ?

Ответ: 87 %

### **VIX. Расчеты по химическим уравнениям, если одно из исходных веществ дано в избытке.**

1. Вычислить, сколько сульфата бария выпадет в осадок при сливании растворов, один из которых содержит 522 г нитрата бария, а второй – 500 г сульфата калия.

Дано:

$$m \text{ Ba}(\text{NO}_3)_2 = 522 \text{ г}$$

$$m \text{ K}_2\text{SO}_4 = 500 \text{ г}$$

$$m \text{ BaSO}_4 = ?$$

Решение:

$$522 \text{ г } 500 \text{ г } x \text{ г}$$



1 моль 1 моль 1 моль

$$m = 261 \text{ г } m = 174 \text{ г } m = 233 \text{ г}$$

1) Находим, сколько молей каждого из веществ содержится в растворе:

$$v = m / \mu \quad v \text{ Ba}(\text{NO}_3)_2 = 522 \text{ г} / 261 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$$

$$v \text{ K}_2\text{SO}_4 = 500 / 174 \text{ г/моль} = 2,9 \text{ моль}$$

По исходному уравнению видно, что один моль нитрата бария реагирует с одним молем сульфата калия. Следовательно, сульфат калия дан в избытке. Расчет ведут по веществу, которое дано в недостатке:

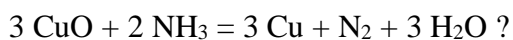
$$522 \text{ г} / 261 \text{ г} = x \text{ г} / 233 \text{ г} \quad x = 522 * 233 / 261 = 466 \text{ (г)}$$

Ответ: 466 г

1. Вычислить, сколько нитрата натрия получится при взаимодействии 630 кг раствора, содержащего 50% азотной кислоты с 170 кг раствора, содержащего 40% гидроксида натрия?

Ответ: 144,5 кг

1. Сколько меди (в г) восстановилось при взаимодействии 24 г оксида меди (II) с 5 л аммиака, если реакция протекала в соответствии со следующим уравнением:



Ответ: 19,2 г

1. На мрамор массой 4 г подействовали 25 г 10% раствора азотной кислоты. Вычислить объем образовавшегося при этом газа.

Ответ: 0,44 л

1. Сколько эфира (в г) должно образоваться при взаимодействии 5 г 95% раствора муравьиной кислоты с 7 г 92% раствора этилового спирта?

Ответ: 80 г



**XV. Вычисление массы продукта реакции по известной массе исходного вещества, содержащего определенную массовую долю (в %) примесей.**

1. Сколько тонн оксида кальция можно получить из 500 т известняка, содержащего 20% примесей.

Дано:

$$m(\text{известняка } \text{CaCO}_3) = 500 \text{ т}$$

$$\omega \% \text{ примесей} = 20 \%$$

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

Решение:

- 1) Находим, сколько чистого карбоната кальция содержалось в известняке:

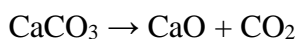
$$500 \text{ т} - 100 \%$$

$$x \text{ т} - 80 \%$$

$$x = 500 * 80 / 100 = 400 \text{ (т)}$$

- 2) Находим, сколько тонн оксида кальция можно получить из 400 т карбоната кальция:

$$400 \text{ т } \text{CaCO}_3 \text{ } x \text{ т}$$



$$1 \text{ моль } 1 \text{ моль}$$

$$m = 100 \text{ т } m = 56 \text{ т}$$

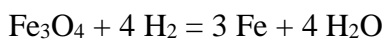
$$400 \text{ т} / 100 \text{ т} = x \text{ т} / 56 \text{ т } x = 400 * 56 / 100 = 224 \text{ (т)}$$

Ответ: 224 т

1. Из 20 т известняка, содержащего 4% примеси, получили 12 т гидроксида кальция. Сколько процентов это составляет по сравнению с теоретическим выходом?

Ответ: 84,45 %

1. Сколько железа можно получить из 232 г магнитного железняка  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , содержащего 10% примесей, если реакция протекала в соответствии со следующим уравнением:



Ответ: 151,2 г

1. Сколько оксида углерода (IV) выделится (в л) при обжиге 250 г известняка, содержащего 20% примесей ?

Ответ: 44,8 л

1. Сколько ацетилена по объему можно получить из 51,2 кг карбида кальция (содержащего 16% примесей) при взаимодействии с водой ?

Ответ: 15,5 м<sup>3</sup>

#### **XVI. Вывод простейшей формулы соединения по массовой доле элементов (в %).**

1. В состав вещества входит 72,41 % железа и 27,59 % кислорода. Вывести химическую формулу.

Решение: 1) Принимаем число атомов железа и кислорода за X и

Y, получаем формулу соединения Fe<sub>x</sub>O<sub>y</sub>.

2) Находим отношение чисел атомов (число атомов выражаем, деля процентный состав элемента на

относительную атомную массу элемента):

$$x : y = 72,41 / 56 : 27,59 / 16 = 1,29 : 1,72$$

3) Меньшее число принимаем за единицу и находим следующее отношение:

$$x : y = 1 : 1,33$$

Число атомов должно быть целым, поэтому это отношение приводим к целым числам (оба числа умножаем на 3)

$$x : y = 3 : 4$$

Ответ: химическая формула данного вещества Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

1. Известно соединение, содержащее 27,928 % фосфора и 72,07 % серы. Найдите его простейшую формулу.

Ответ: P<sub>2</sub>S<sub>5</sub>

1. В состав соединения входят 26,517 % хрома, 24,525 % серы и 48,958% кислорода. Определите химическую формулу данного вещества и назовите его.

Ответ: Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

1. Оксид содержит 50 % серы. Определите химическую формулу данного оксида.

Ответ:  $\text{SO}_2$

1. Оксид содержит 49,6 % марганца. Определите химическую формулу данного оксида.

Ответ:  $\text{Mn}_2\text{O}_7$

**XVII. Нахождение молекулярной формулы газообразного вещества на основании его относительной плотности и массовой доли элементов (%).**

1. Найдите молекулярную формулу углеводорода, содержание углерода в котором составляет 80%, а относительная плотность по водороду равна 15.

Дано:

$$\omega \% \text{C} = 80$$

$$D(\text{H}_2) = 15$$

МФ углеводорода = ?

Решение:

Обозначим число атомов углерода и водорода через  $x$  и  $y$ , получаем формулу  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

Находим отношение чисел атомов:

$$x : y = 80/12 : 20/1 = 6,6 : 20 \text{ (где 80 и 20 – процентное содержание C и H; 12 и 1 – относительные атомные массы).}$$

Меньшее число принимаем за 1 и находим следующее отношение 1 : 3. Следовательно, простейшая формула этого углевода  $\text{CH}_3$ .

Чтобы выяснить истинную формулу углеводорода, находим относительную молекулярную массу по относительной плотности:

$$D(\text{H}_2) = M_r \text{ уг-да} / M_r \text{ H}_2; M_r \text{ (уг-да)} = D(\text{H}_2) \cdot M_r (\text{H}_2) = 15 \cdot 2 = 30$$

Относительной молекулярной массе 30 соответствует формула  $\text{C}_2\text{H}_6$ , которая является истинной формулой углеводорода.

Ответ:  $\text{C}_2\text{H}_6$

2. Найдите молекулярную формулу углеводорода, содержание углерода в котом составляет 75%, а относительная плотность по кислороду равна 0,5.

Ответ:  $\text{CH}_4$

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

Ответ:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  или  $\text{CH}_3\text{COOH}$

4. Углеводород содержит 88,89 % углерода. Его плотность по воздуху 1,862. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

Ответ:  $\text{C}_2\text{H}_4$

5. Экспериментально установлено, что в состав газообразного вещества входят 85,71% углерода и 14,29% водорода. Относительная плотность его по водороду равна 14. найдите химическую формулу данного вещества.

Ответ:  $\text{C}_2\text{H}_4$

### **XVIII. Определение молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массе или объему продуктов сгорания.**

1. При сгорании 2,3 г вещества образуется 4,4 г оксида углерода (IV) и 2,7 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,59. Определить молекулярную формулу данного вещества.

Дано:

$$m(\text{в-ва}) = 2,3 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 4,4 \text{ г}$$

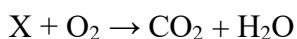
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2,7 \text{ г}$$

$$D(\text{возд.}) = 1,59$$

$$\text{МФ в-ва} = ?$$

Решение:

$$2,3 \text{ г } 4,4 \text{ г } 2,7 \text{ г}$$



Так как при сгорании данного вещества образуется оксид углерода (IV) и вода, то из этого следует, что в состав данного вещества входят углерод и водород.

Найдем, сколько граммов углерода содержат 4,4 г  $\text{CO}_2$ , столько же углерода содержалось в веществе:

$$4,4 \text{ г } x \text{ г}$$

$$\text{CO}_2 \text{ C } 4,4 \text{ г} / 44 \text{ г} = x \text{ г} / 12 \text{ г}$$

1 моль 1 моль

$$m = 44 \text{ г} \quad m = 12 \text{ г} \quad x = 12 * 4,4 / 44 = 1,2 \text{ г}$$

2) Найдем сколько граммов водорода содержат 2,7 г воды, столько же водорода содержалось в веществе

$$2,7 \text{ г} \quad x \text{ г}$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 2\text{H} \quad 2,7 \text{ г} / 18 \text{ г} = x \text{ г} / 2 \text{ г} \quad x = 2,7 * 2 / 18 = 0,3 \text{ (г)}$$

1 моль 2 моль

$$m = 18 \text{ г} \quad m = 2 \text{ г}$$

3) Находим массу кислорода, содержащегося в веществе:

$$2,3 \text{ г} - (1,2 + 0,3) = 0,8 \text{ г}$$

4) Находим отношение чисел атомов:

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad X : Y : Z = 1,2/12 : 0,3/1 : 0,8/16 = 0,1 : 0,3 : 0,05 = 2 : 6 : 1$$

Простейшая формула вещества  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 46$$

5) Находим относительную молекулярную массу исследуемого вещества по его относительной плотности паров по воздуху:

$$M_r(\text{вещ-ва}) = M_r(\text{возд.}) * D_{\text{возд.}} = 29 * 1,59 = 46,11$$

В данном случае простейшая формула  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  является истинной.

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

2. При сжигании 7,5 г органического вещества образуется 4,5 г водяных паров и 11 г оксида углерода (IV). Найдите молекулярную формулу этого вещества, если известно, что плотность его паров по водороду равна 15.

Ответ:  $\text{НСОН}$  или  $\text{СН}_2\text{О}$

3. При полном сгорании углеводорода в кислороде образовалось 0,112 л оксида углерода (IV) и 0,09 г воды, относительная плотность этого углеводорода по воздуху равна 1,45. Найдите молекулярную формулу углеводорода.

Ответ:  $\text{C}_3\text{H}_6$

4. При сгорании углеводорода образовался оксид углерода (IV) количеством 0,5 моль и столько же воды. Относительная плотность этого углеводорода по азоту равна 1,5. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

Ответ:  $C_3H_6$

5. При полном сгорании углеводорода образовался оксид углерода (IV) количеством 0,2 моль и столько же воды. Относительная плотность углеводорода по кислороду равна 0,875. Найдите молекулярную формулу углеводорода.

Ответ:  $C_2H_4$