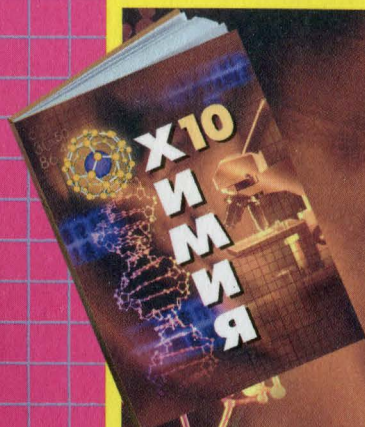


Н. Н. Гара    Н. И. Габрусева



# ХИМИЯ



**Задачник  
с «ПОМОЩНИКОМ»**

  
**ПРОСВЕЩЕНИЕ**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

# 10-11

Н. Н. Гара Н. И. Габрусева

# **ХИМИЯ**

## **Задачник с «ПОМОЩНИКОМ»**

**10-11  
классы**

Пособие для учащихся  
общеобразовательных учреждений

*2-е издание*

Москва  
«Просвещение»  
2013

УДК 373.167.1:54  
ББК 24я72  
Г20

**Гара Н. Н.**  
Г20 **Химия. Задачник с «помощником». 10—11 классы :**  
пособие для учащихся общеобразоват. учреждений /  
Н. Н. Гара, Н. И. Габрусева. — 2-е изд. — М. : Просвещение,  
2013. — 79 с. — ISBN 978-5-09-029677-9.

Сборник задач входит в линию учебно-методических комплектов по химии Г. Е. Рудзитиса и Ф. Г. Фельдмана. Содержит краткие теоретические сведения, алгоритмы решения расчетных задач по химии, задачи и тестовые задания. Может использоваться для выполнения домашних заданий, самостоятельной проверки знаний, подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации за курс средней (полной) школы.

**УДК 373.167.1:54  
ББК 24я72**

**ISBN 978-5-09-029677-9**

© Издательство «Просвещение», 2009  
© Художественное оформление.  
Издательство «Просвещение», 2009  
Все права защищены

# Содержание

## Часть I. Вычисления по химическим формулам

Нахождение молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массовой доле элементов в соединении .....	5
--	---

## Часть II. Вычисления по химическим уравнениям

1. Вычисление массы, количества или объема вещества по известной массе, количеству или объему одного из вступивших или получающихся в результате реакции веществ	10
2. Вычисление массы, количества или объема одного из исходных органических веществ или продукта реакции по массе, количеству или объему исходного вещества, содержащего примеси .....	14
3. Расчеты по химическим уравнениям, связанные с массовой долей растворенного вещества .....	18
4. Расчеты по термохимическим уравнениям .....	22
5. Нахождение молекулярной формулы органического соединения по массе (объему) продуктов сгорания .....	28
6. Расчеты по химическим уравнениям, если одно из реагирующих веществ взято в избытке .....	38
7. Расчеты по химическим уравнениям, связанные с массовой (объемной) долей выхода продукта реакции от теоретически возможного .....	45

## Часть III. Качественные задачи

1. Проведение характерных реакций на органические вещества .....	55
2. Определение состава и строения вещества .....	—
3. Распознавание веществ .....	56
4. Получение веществ .....	57
5. Получение газообразных веществ и подтверждение химическими опытами их состава и свойств .....	—

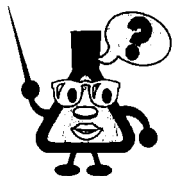
<b>Ответы</b> .....	62
---------------------	----

<i>Приложения</i> .....	63
-------------------------	----

## Дорогие друзья!

Данная книга является продолжением пособия «Задачник с «помощником» для 8—9 классов\*.

В курсе химии 10—11 классов вам встретятся задачи разных типов. Многие из них вы уже научились решать в 8—9 классах. С помощью этой книги вы вспомните навыки решения таких задач и научитесь решать те химические задачи, с которыми еще не встречались.



Ваш «помощник» подскажет нужные формулы, ход решения и правила оформления задач.

Сборник включает все типы расчетных задач, основанных на вычислениях по химическим формулам (часть I), на вычислениях по химическим уравнениям реакций (часть II), а также качественные задачи (часть III).

В каждом разделе сборника вы найдете задачи по разным темам неорганической и органической химии. В *Приложениях* содержатся справочные материалы, необходимые при решении задач.

Эта книга дает возможность систематизировать базовые знания по химии. Надеемся, что она пригодится не только вам, но и вашим учителям, и даже вашим родителям.

Желаем удачи!

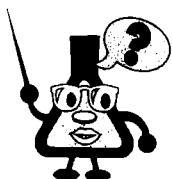
*Авторы*

---

\* Гара Н. Н., Габрусева Н. И. Химия: Задачник с «помощником»: 8—9 кл.: Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений. — М.: Просвещение, 2008.

# ЧАСТЬ I. ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ

*Нахождение молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массовой доле элементов в соединении*



Отношение масс одинаковых объемов двух газов есть величина постоянная для данных газов. Эту постоянную величину называют **относительной плотностью** одного газа по другому газу и обозначают латинской буквой  $D$ . Так как молярные объемы всех газов одинаковы, то отношение молярных масс любой пары газов также равно этой постоянной:

$$D = \frac{M_1}{M_2},$$

где  $M_1$  и  $M_2$  — молярные массы двух газообразных веществ. По величинам  $D$  и  $M_2$  можно найти молярную массу исследуемого газа:

$$M_1 = D \cdot M_2$$

Молярная масса вещества в газообразном состоянии равна его удвоенной **относительной плотности по водороду**:

$$M(\text{в-ва}) = M(\text{H}_2) = D_{\text{H}_2} = 2D_{\text{H}_2},$$

или с учетом средней молярной массы воздуха ( $M(\text{воздуха}) = 29 \text{ г/моль}$ ):

$$M(\text{в-ва}) = M(\text{воздуха}) \cdot D_{\text{возд}} = 29D_{\text{возд}}$$

**Массовая доля** химического элемента ( $w$ ) — это отношение относительной атомной массы химического элемента к относительной молекулярной массе химического соединения:

$$w(X) = \frac{nA_r(X)}{M_r},$$

где  $n$  — число атомов данного элемента, обозначенное индексом в формуле соединения.

Массовую долю химического элемента выражают в процентах или в долях единицы.

Задачи на вывод молекулярной формулы вещества по массовой доле элементов в соединении и относительной плотности

вещества вы уже решали в 8—9 классах. Поэтому образцы решения таких задач не приводятся\*.

Вам предлагаются задачи такого типа с использованием материала по органической химии. Думаем, что вы самостоятельно справитесь с ними.

### **Решите самостоятельно**

1. Выведите формулу вещества, содержащего 82,75% углерода и 17,25% водорода. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 2.

2. Выведите формулу вещества, содержащего 81,8% углерода и 18,2% водорода, если относительная плотность этого вещества по водороду равна 22.

3. Выведите молекулярную формулу углеводорода, содержащего 85,71% углерода и 14,29% водорода. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 21.

4. Определите молекулярную формулу углеводорода с массовой долей углерода 85,7%. Относительная плотность данного вещества по водороду равна 14.

5. Вычислите относительную молекулярную массу вещества и определите его формулу, если массовая доля углерода в нем равна 92,3%, а водорода — 7,7%. Относительная плотность данного вещества по водороду равна 13.

6. Определите молекулярную формулу углеводорода, если массовая доля углерода в нем равна 80%, а водорода — 20%. Относительная плотность данного вещества по водороду равна 15.

7. Определите молекулярную формулу органического соединения, если массовая доля углерода в нем равна 37,5%, кислорода — 50%, водорода — 12,5%. Относительная плотность данного соединения по водороду равна 16.

8. Выведите молекулярную формулу фторпроизводного предельного углеводорода с массовой долей фтора 0,73, углерода 0,23 и водорода 0,04. Относительная молекулярная масса этого соединения равна 52.

9. Определите молекулярную формулу углеводорода, если массовая доля углерода в нем равна 82,8%, а плотность этого вещества составляет 2,59 г/л.

---

\* Образцы решения задач см.: Гара Н. Н., Габрусева Н. И. Химия: Задачник с «помощником»: 8—9 кл.: Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений. — М.: Просвещение, 2008.

**10.** Вычислите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля углерода в котором равна 85,7%, а водорода — 14,3%. Относительная плотность вещества по водороду равна 28.

**11.** Определите простейшую химическую формулу кислородсодержащего органического вещества по данным анализа: массовая доля углерода 54,55%, водорода 9,09%. Что это за вещество?

**12.** Какова молекулярная формула вещества, в котором массовая доля углерода равна 0,52, кислорода — 0,35, водорода — 0,13? Относительная плотность вещества по водороду равна 23.

**13.** Определите простейшую химическую формулу вещества по данным анализа: массовая доля серы равна 40%, кислорода — 60%.

**14.** Определите простейшую формулу соединения, массовая доля натрия в котором равна 36,5%, серы — 25,4%, кислорода — 38,1%.

**15.** Найдите молекулярную формулу соединения азота с водородом, если массовая доля водорода в нем равна 12,5%, а относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 16.

**16.** Выведите молекулярную формулу хлорпроизводного предельного углеводорода с массовой долей хлора 83,53%, водорода 2,35%, углерода 14,12%. Относительная молекулярная масса этого вещества равна 85.

**17.** Определите молекулярную формулу углеводорода, если относительная плотность этого вещества по воздуху равна 2,69, а массовая доля углерода равна 0,923.

**18.** Относительная плотность органического соединения по водороду равна 30. Определите молекулярную формулу этого вещества, если массовая доля углерода в нем равна 40%, водорода — 6,7%, кислорода — 53,3%.

**19.** Определите молекулярную формулу углеводорода, если массовая доля углерода в нем равна 85,7%, а водорода — 14,3%. Относительная плотность этого вещества по азоту равна примерно 2.

**20.** Определите молекулярную формулу вещества, если его плотность при нормальных условиях равна 1,4285 г/л, массовая доля углерода составляет 0,375, водорода — 0,125, кислорода — 0,5.

**21.** Относительная плотность органического вещества по водороду равна 22. Массовая доля углерода в этом веществе рав-



на 54,55%, водорода — 9,09%, кислорода — 36,36%. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**22.** Определите простейшую формулу соединения, содержащего 40% меди, 20% серы и 40% кислорода по массе.

**23.** Определите простейшую формулу соединения, если массовая доля калия в нем равна 39,7%, марганца — 27,9%, кислорода — 32,4%.

**24.** Органическое вещество, в котором массовая доля углерода составляет 0,6206, водорода — 0,1032, кислорода — 0,2758, имеет относительную плотность паров по воздуху, равную 2. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**25.** Органическое вещество, в котором массовая доля углерода составляет 64,86%, водорода — 13,52%, кислорода — 21,62%, имеет относительную плотность по водороду 37. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**26.** Углеводород, массовая доля углерода в котором составляет 83,33%, а водорода — 16,67%, имеет относительную плотность паров по водороду 36. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**27.** Органическое вещество, массовая доля углерода в котором составляет 54,84%, водорода — 9%, кислорода — 36,36%, имеет относительную плотность паров по водороду 44. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**28.** Выведите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 40% углерода, 6,7% водорода, 53,3% кислорода. Относительная молекулярная масса этого вещества равна 180.

**29.** Выведите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 52,17% углерода, 34,78% кислорода и 13,05% водорода. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 23.

**30.** Органическое вещество, массовая доля углерода в котором равна 65,75%, водорода — 15,06%, азота — 19,18%, имеет относительную плотность паров по воздуху, равную 2,52. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**31.** Выведите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 38,7% углерода, 16,2% водорода и азот. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 15,5.

**32.** Выведите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 40% углерода, 6,7% водорода и кислород. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 30.

**33.** Выведите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 81,8% углерода и 18,2% водорода. Известно, что масса 1 л этого вещества равна 1,97 г.

**34.** Углеводород, массовая доля углерода в котором равна 85,7%, имеет плотность 1,875 г/л. Выведите молекулярную формулу этого органического соединения.

**35.** Углеводород, массовая доля углерода в котором равна 0,8, имеет плотность 1,35 г/л. Выведите молекулярную формулу этого органического соединения.

**36.** Определите простейшую формулу соединения, если по данным анализа известно, что массовая доля железа в нем 0,7, кислорода — 0,3.

**37.** Соединение содержит 40% кальция, 12% углерода и 48% кислорода. Определите простейшую формулу соединения.

**38.** Соединение содержит 57,5% натрия, 40% кислорода и 2,5% водорода. Определите простейшую формулу соединения.

**39.** Соединение содержит 24,7% калия, 34,8% марганца, 40,5% кислорода. Определите простейшую формулу соединения.

**40.** Определите простейшую формулу соединения, если по данным анализа массовая доля кремния в нем 46,7%, а кислорода — 53,3%.

**41.** Выведите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 84,2% углерода и 15,8% водорода. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 57.

**42.** Органическое вещество, в котором массовая доля углерода равна 53,3%, водорода — 15,6%, азота — 31,1%, имеет относительную плотность по воздуху 1,551. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**43.** Относительная плотность паров органического соединения по водороду равна 39. По данным анализа установлено, что массовая доля углерода в этом веществе составляет 92,3%, водорода — 7,7%. Определите молекулярную формулу вещества.

**44.** В органическом веществе массовая доля углерода равна 40%, водорода — 6,7%, кислорода — 53,3%. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 15. Выведите молекулярную формулу вещества.

**45.** В органическом веществе массовая доля углерода равна 64,9%, кислорода — 21,6%, водорода — 13,5%. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 2,55. Выведите молекулярную формулу вещества.

## ЧАСТЬ II. ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ УРАВНЕНИЯМ

*1. Вычисление массы, количества или объема вещества по известной массе, количеству или объему одного из вступивших или получающихся в результате реакции веществ*

Расчеты по химическим уравнениям с использованием различных величин (массы, количества вещества, объема, объемной доли вещества, массовой доли растворенного вещества) вы уже решали в 8—9 классах. Поэтому в разделах 2—4 образцы решения таких задач не приводятся\*.

Вам предлагаются задачи такого типа с использованием материала по органической химии. Думаем, что вы самостоятельно справитесь с ними.

### Решите самостоятельно

**1.1.** Определите массу сажи, образующейся при термическом разложении 180 г этана.

**1.2.** Вычислите массу этилена, полученного при гидрировании 1,12 л этана (н. у.).

**1.3.** Вычислите количество вещества бензола, полученного тримеризацией 5 моль ацетилена.

**1.4.** Определите количество вещества нитробензола, полученного из бензола массой 117 г.

**1.5.** Рассчитайте массу и количество вещества каждого из продуктов, полученных при проведении следующих превращений: метан → ацетилен → этилен, если метан был взят массой 400 кг.

**1.6.** Природный газ содержит 97,7% метана, 1,2% этана, 1,1% пропана. Вычислите объем кислорода, который нужно затратить на полное сжигание 1 м<sup>3</sup> такого газа (н. у.).

**1.7.** Вычислите, какой объем кислорода (н. у.) будет израсходован на сжигание 2 л газовой смеси, содержащей 70% этана, 15% пропана и 15% этилена.

**1.8.** Определите объем воздуха (н. у.), необходимого для сжигания 100 л пропан-бутановой смеси (массовая доля пропана в этой смеси 30%, бутана — 70%). (Принять содержание кислорода в воздухе равным 20%.)

---

\* Образцы решения задач см.: Гара Н. Н., Габрусева Н. И. Химия: Задачник с «помощником»: 8—9 кл.: Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений. — М.: Просвещение, 2008.

**1.9.** Вычислите, какой объем воздуха (в  $\text{м}^3$ ) при нормальных условиях будет израсходован на сжигание 1  $\text{м}^3$  газовой смеси, содержащей объемные доли: метана — 70%, этана — 20% и водорода — 10%. (Принять содержание кислорода в воздухе равным 20%.)

**1.10.** При сгорании смеси этана и водорода объемом 6,4 л (н. у.) получили оксид углерода(IV) объемом 12 л и пары воды. Определите объемную долю этана в смеси.

**1.11.** Вычислите, какой объем воздуха потребуется для полного сжигания 10  $\text{м}^3$  смеси, в которой массовая доля этана равна 10%, пропана — 90%. Содержание кислорода (по объему) в воздухе примерно равно 20%.

**1.12.** Достаточно ли 15 мл кислорода на сжигание 10 мл бутана? (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**1.13.** Достаточно ли 5 л хлора на хлорирование 7 л этена? (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**1.14.** Коксовый газ содержит 56% водорода, 8% оксида углерода(II), остальное — прочие газы. Вычислите объем воздуха, необходимого для сгорания 40  $\text{м}^3$  такого газа (н. у.).

**1.15.** В промышленности метанол получают взаимодействием оксида углерода(II) с водородом в присутствии катализатора под высоким давлением. Рассчитайте объем водорода, необходимого для вступления в реакцию с оксидом углерода(II) объемом 25 л. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**1.16.** Для проведения местной анестезии при хирургической операции необходимо приготовить газообразный хлорэтан объемом 5,6 л. Вычислите, какие объемы этилена и хлороводорода (н. у.) потребуются для этого.

**1.17.** Сравните объемы хлора (н. у.), которые необходимо затратить на галогенирование 1 л метана: а) до хлорметана; б) до трихлорметана (условно).

**1.18.** Вычислите объем хлорвинила (н. у.), который образуется при взаимодействии 8  $\text{м}^3$  ацетиленов с хлороводородом.

**1.19.** Вычислите объем ацетиленов (н. у.), который можно получить из 5  $\text{м}^3$  природного газа, содержащего 95% метана (н. у.).

**1.20.** Достаточно ли 10 л водорода для гидрирования 7 л этена? (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**1.21.** Вычислите массу и количество вещества ацетиленов, вступившего в реакцию с бромом, если в результате реакции образовалось 34,6 г тетрабромэтана.

**1.22.** Сожгли смесь, состоящую из 3 л метана и 3 л пропана. Определите объем оксида углерода(IV), который при этом образуется. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**1.23.** Определите объем выделяющегося формальдегида при окислении 20 м<sup>3</sup> метана (н. у.).

**1.24.** Вычислите объем выделяющегося хлорметана при хлорировании 9 м<sup>3</sup> метана (н. у.).

**1.25.** Вычислите, какие объемы ацетилен и водорода (н. у.) можно получить из 1 м<sup>3</sup> природного газа, содержащего 96% метана.

**1.26.** Вычислите, какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) выделится при взаимодействии 9,2 г этанола с натрием.

**1.27.** Вычислите массу этанола, который можно получить при гидратации 112 л этилена (н. у.).

**1.28.** При взаимодействии глицерина с азотной кислотой образовалось 5 моль тринитроглицерина. Вычислите массу глицерина, вступившего в реакцию.

**1.29.** Вычислите массу фенолята калия, полученного при взаимодействии фенола с 1,12 г гидроксида калия.

**1.30.** Вычислите массу этанала, полученного из 120 л ацетилен (н. у.) по реакции Кучерова.

**1.31.** Вычислите количество вещества воды и объем оксида углерода(IV) (н. у.), образующихся при сгорании 3 моль пропана.

**1.32.** Определите, какое количество вещества трибромфенола можно получить, если к фенолу прилить бромную воду, содержащую 1,5 моль брома.

**1.33.** Вычислите количество вещества фенолята натрия, полученного действием раствора щелочи на фенол, взятый в количестве 7 моль.

**1.34.** Вычислите количество вещества ацетата магния, полученного взаимодействием магния с 8 моль уксусной кислоты.

**1.35.** Через бромную воду пропустили 0,75 моль этилена. Какая масса 1,2-дибромэтана получится в результате реакции?

**1.36.** Вычислите массу метанала, полученного при окислении 0,5 моль метанола.

**1.37.** Вычислите массу серебра, выделившегося в результате взаимодействия муравьиной кислоты с 0,02 моль аммиачного раствора оксида серебра.

**1.38.** Вычислите количество вещества и массу сахарозы, которую подвергли полному гидролизу, если было получено 7,2 моль глюкозы.

**1.39.** В бензине массовая доля гексана составляет 30%. Вычислите количество вещества оксида углерода(IV), образующегося при сгорании 20 кг бензина.

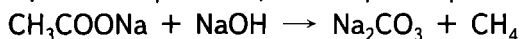
**1.40.** При сжигании 2 моль этана в кислороде получено 4 моль оксида углерода(IV). Не противоречит ли этот факт закону сохранения массы веществ при химических реакциях? Ответ поясните.

**1.41.** Определите массу брома, израсходованного на химическую реакцию с 0,25 моль этилена.

**1.42.** В результате реакции горения углеводорода получено 4,4 г оксида углерода(IV). Определите количество вещества кислорода и массу сгоревшего углеводорода.

**1.43.** Какие объемы газов хлора и метана (н. у.) потребуются для получения 154 кг четыреххлористого углерода?

**1.44.** В химической лаборатории метан может быть получен из ацетата натрия и щелочи при нагревании:



Вычислите массу, количество вещества и объем (н. у.) метана, который может быть получен, если полностью израсходовать 20 г щелочи.

**1.45.** Вычислите массу ацетата натрия, полученного в химической реакции между 15 г уксусной кислоты и гидроксидом натрия. Составьте задачу, обратную данной, и решите ее.

**1.46.** Какой объем водорода (н. у.) можно получить при взаимодействии 0,24 г магния с избытком уксусной кислоты? Какое количество вещества уксусной кислоты вступило в реакцию?

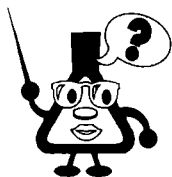
**1.47.** Вычислите массу стеариновой кислоты, которую можно получить из хозяйственного мыла, содержащего 113 г стеарата калия, если подействовать на него разбавленной серной кислотой.

**1.48.** При спиртовом брожении глюкозы получено 230 г этанола. Вычислите количество вещества глюкозы, которая подверглась брожению, и объем полученного оксида углерода(IV) (н. у.).

**1.49.** Какой объем воздуха (н. у.) потребуется для полного окисления 30 г глюкозы? Какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) при этом образуется?

**1.50.** Вычислите массу и количество вещества хлорэтана, который необходим для получения 85 г этанола.

*2. Вычисление массы, количества или объема одного из исходных органических веществ или продукта реакции по массе, количеству или объему исходного вещества, содержащего примеси*



Степень чистоты основного вещества (вещества, вступающего в реакцию), содержащего примеси, определяется массовой долей данного вещества в навеске смеси.

**Массовая доля вещества в смеси веществ** определяется отношением массы вещества к массе всей смеси:

$$w(\text{в-ва}) = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{смеси})},$$

Массовую долю вещества выражают в долях единицы или в процентах. Сумма массовых долей всех компонентов смеси равна 1 (100%):

$$w(\text{A}) + w(\text{B}) + w(\text{C}) = 1 \text{ (100\%)}$$

### **Решите самостоятельно**

**2.1.** Рассчитайте объем воздуха, израсходованного на сжигание 8 л этиламина, если объемная доля негорючих примесей составляет 2%. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**2.2.** Вычислите объем оксида углерода(IV) (н. у.), образующегося при сжигании 46,35 г этиламина, если массовая доля негорючих примесей составляет 3%.

**2.3.** При сжигании антрацита массой 40 г образовалось 3 моль оксида углерода(IV). Определите массовую долю (в %) примесей в антраците.

**2.4.** Какое количество вещества этана получится при пропускании 6,72 г этилена, содержащего 20% примесей, и водорода над нагретым никелевым катализатором?

**2.5.** Какое количество вещества этилового спирта можно получить при реакции гидратации природного газа объемом 4 м<sup>3</sup> (н. у.), содержащего 5% этилена?

**2.6.** Вычислите количество вещества ацетальдегида, который образуется по реакции Кучерова из 5 кг ацетилена, содержащего 0,2% примеси.

**2.7.** Рассчитайте, какая масса природного газа, массовая доля метана в котором 90%, потребуется для синтеза метанола количеством вещества 5 моль.

**2.8.** Определите массу ацетилена, полученного из технического карбида кальция массой 80 г, если массовая доля примесей в нем составляет 15%.

**2.9.** Определите, какую массу 3,2%-ного раствора брома обесцветит ацетилен, полученный из 40 г карбида кальция, содержащего 20% примесей.

**2.10.** Вычислите количество вещества бромэтана, который образуется при взаимодействии бромоводорода с 20 кг спирта, содержащего 5% примесей.

**2.11.** 200 г этилового спирта, содержащего 4% примеси, нагрели с концентрированной серной кислотой. Какое количество вещества этилена образовалось при этом?

**2.12.** Какое количество вещества водорода выделится при взаимодействии натрия с 20 г пропанола, если массовая доля примесей в пропаноле составляет 8%?

**2.13.** Из 281,25 кг технического бензола, массовая доля примесей в котором 20%, в результате реакции гидролиза получили фенол. Какое количество вещества фенола образовалось?

**2.14.** В результате реакции фенола с 200 г азотной кислоты, содержащей 10% примеси, получили тринитрофенол, или пикриновую кислоту. Какое количество вещества пикриновой кислоты образовалось?

**2.15.** При окислении 120 мл этанола (плотность 0,8 г/мл, массовая доля примесей 4,2%) образовался ацетальдегид. Определите количество вещества образовавшегося ацетальдегида.

**2.16.** Какое количество вещества уксусного альдегида можно получить из природного газа объемом 4 м<sup>3</sup> (н. у.), содержащего 5% этана?

**2.17.** Для каталитического гидрирования муравьиного альдегида потребовалось 7 г технического водорода, содержащего 4% примеси. Какое количество вещества метанола при этом образовалось?

**2.18.** В технике муравьиную кислоту получают по схеме



Какое количество вещества муравьиной кислоты можно получить из 680 л оксида углерода(II), содержащего 2% примеси?

**2.19.** Какое количество вещества твердого мыла можно получить при взаимодействии стеариновой кислоты с 15 кг карбоната натрия, содержащего 5% примеси?

**2.20.** Какое количество вещества мыла получится при гидролизе жира, состоящего из тристеарата, если на этот процесс расходуется 6 кг гидроксида натрия, содержащего 8% примеси?



**2.21.** Какое количество вещества глюконовой кислоты образовалось при окислении аммиачным раствором оксида серебра 6 г глюкозы, содержащей 12% примеси?

**2.22.** Вычислите массу глюкозы, образовавшейся из 22 т картофеля с массовой долей крахмала в нем 20%.

**2.23.** Какое количество вещества этанола образуется при брожении 36 г глюкозы, если массовая доля примесей в ней 10%?

**2.24.** Какая масса спирта (сорбит) образуется при восстановлении водородом 0,27 моль глюкозы, содержащей 1% примеси?

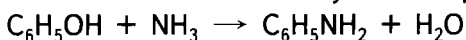
**2.25.** Какое количество вещества глюкозы можно получить из 5 т свекловичной стружки с массовой долей сахара 12%?

**2.26.** Какая масса древесных отходов с массовой долей клетчатки 60% расходуется на получение 20 моль гидролизного спирта?

**2.27.** Определите количество вещества анилина, образующегося из 330 кг нитробензола, массовая доля примесей в котором 3%.

**2.28.** Какое количество вещества оксида углерода(IV) образуется при сжигании 6 л метиламина (н. у.), объемная доля негорючих примесей в котором составляет 3%?

**2.29.** Анилин можно получить из фенола и аммиака:



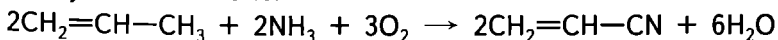
Какое количество вещества анилина образуется при взаимодействии 290 кг фенола, содержащего 3% примеси, с аммиаком?

**2.30.** Какое количество вещества этилового эфира аминоксусной кислоты образуется при взаимодействии аминоксусной кислоты с 23 мл этилового спирта (плотность 0,8 г/мл), массовая доля этанола в котором 96%?

**2.31.** Какое количество вещества аминоксусной кислоты образуется при взаимодействии аммиака с 190 г хлоруксусной кислоты, содержащей 2% примеси?

**2.32.** На нейтрализацию аминоксусной кислоты потребовалось 10 г гидроксида натрия с массовой долей примесей 2%. Какое количество вещества соли при этом образовалось?

**2.33.** Волокно нитрон — это полимер акрилонитрила, который получают по схеме:



Какое количество вещества акрилонитрила можно получить из природного газа объемом 8 м<sup>3</sup> (н. у.), если объемная доля пропена в нем 10%?

**2.34.** Вычислите массовую долю примесей (в %) в техническом этилене, если в реакции 160 г этого образца с водой образовалось 5 моль спирта.

**2.35.** Вычислите объем оксида углерода(IV) (н. у.), который образуется при спиртовом брожении глюкозы, если массовая доля примесей в нем 8%.

**2.36.** Вычислите массу глицерина, который можно получить на мыловаренном заводе из технического жира массой 20 т, если массовая доля примесей в нем составляет 2,5%. (Считать жир триглицеридом олеиновой кислоты.)

**2.37.** Определите, какое количество вещества сахарозы можно получить из 100 кг сахарной свеклы с массовой долей сахарозы 18%.

**2.38.** Массовая доля крахмала в клубнях картофеля в среднем составляет 24%. Вычислите массу спирта, который можно получить из 1 кг картофеля. (Расчет вести на одно элементарное звено крахмала.)

**2.39.** Массовая доля крахмала в кукурузе составляет 70%. Какое количество вещества глюкозы можно получить из 500 кг кукурузных семян? (Расчет вести на одно элементарное звено крахмала.)

**2.40.** Свекловичную стружку массой 80 кг с массовой долей сахарозы 15% подвергли гидролизу. Какая масса глюкозы при этом образовалась?

**2.41.** В химической лаборатории из 129 г хлорэтана, содержащего 5% примесей, был получен этанол. Рассчитайте количество вещества этанола, образовавшегося в результате этой реакции.

**2.42.** Вычислите массу этана, образующегося при гидрировании 60 г этилена, содержащего 5% примесей.

**2.43.** Вычислите количество вещества ацетата магния, полученного при взаимодействии оксида магния с 1,2 кг технической уксусной кислоты, содержащей 8% примеси.

**2.44.** Вычислите массу и количество вещества анилина, содержащего 10% примеси, израсходованного на реакцию с 7,1 г хлороводорода.

**2.45.** Вычислите объем водорода (н. у.), выделившегося при взаимодействии 5 моль фенола, содержащего 6% примесей, с металлическим натрием.

**2.46.** Вычислите массу и количество вещества этанола, содержащего 4% примеси, вступившего в реакцию с 9,2 г металлического натрия.

**2.47.** Вычислите массу этилового эфира уксусной кислоты, образовавшегося при взаимодействии этанола с 6 моль уксусной кислоты, содержащей 2% примесей.

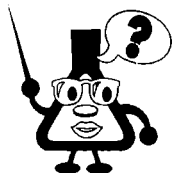
**2.48.** Вычислите массу формиата натрия, полученного взаимодействием муравьиной кислоты с 40 г карбоната натрия, содержащего 3% примеси.

**2.49.** Вычислите массу тринитротолуола, полученного при взаимодействии толуола с 190 г азотной кислоты, содержащей 10% примеси.

**2.50.** Вычислите массу фенолята калия, полученного при взаимодействии гидроксида калия и 6 г фенола, содержащего 2% примеси.

**2.51.** При взаимодействии этанола и оксида меди(II) получили 27,72 г альдегида. Вычислите массу оксида меди(II), израсходованного на эту реакцию, если в нем содержится 10% примеси.

### *3. Расчеты по химическим уравнениям, связанные с массовой долей растворенного вещества*



#### **Массовая доля растворенного вещества**

( $w$ ) — это отношение массы растворенного вещества к массе раствора:

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{в-ва}) + m(\text{р-ля})},$$

$$\text{откуда } m(\text{в-ва}) = w \cdot m(\text{р-ра})$$

Массовую долю растворенного вещества выражают в долях единицы или в процентах.

### **Решите самостоятельно**

**3.1.** Рассчитайте массу 20%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации газа, который выделяется при бромировании 46,8 г бензола.

**3.2.** Вычислите объем 3%-ной бромной воды (плотность 1,02 г/мл), необходимой для получения 792 г триброманилина.

**3.3.** Вычислите массу фенолята натрия, если для его получения использовали фенол и 120 г 60%-ного раствора гидроксида натрия.

**3.4.** Пикриновая кислота (тринитрофенол) образуется при взаимодействии фенола и азотной кислоты. Сколько граммов

тринитрофенола образовалось при взаимодействии 200 г 63%-ной азотной кислоты и фенола?

**3.5.** Вычислите массу метилацетата, образовавшегося при взаимодействии метилового спирта со 120 г 20%-ного раствора уксусной кислоты.

**3.6.** Вычислите массу калиевой соли пропионовой кислоты, если в реакцию с гидроксидом калия вступило 300 г 14%-ного раствора пропионовой кислоты.

**3.7.** При взаимодействии 200 г 60%-ного раствора уксусной кислоты с этиловым спиртом образовался сложный эфир. Вычислите массу сложного эфира.

**3.8.** В реакцию с анилином вступило 80 г 8%-ного раствора брома. Какова масса триброманилина, образовавшегося при этом?

**3.9.** Сколько граммов нитробензола можно получить из бензола и 200 г 96%-ного раствора азотной кислоты?

**3.10.** Вычислите массу соли, образующейся при взаимодействии аминокислоты с 250 г 10%-ного раствора серной кислоты.

**3.11.** Вычислите массу этилового эфира аминокислоты, образующейся при взаимодействии 150 г 20%-ного раствора аминокислоты с этиловым спиртом.

**3.12.** Вычислите массу водорода, который выделится при взаимодействии натрия с 80 г раствора этилового спирта (массовая доля в растворе этанола 96%). (Учитывать выделение водорода только из спирта.)

**3.13.** Вычислите массу муравьиной кислоты, образовавшейся при окислении 160 г 36%-ного раствора формальдегида.

**3.14.** Вычислите массу муравьиной кислоты, образовавшейся при окислении 200 мл формалина, массовая доля формальдегида в котором 40%. (Плотность формалина 1,3 г/мл.)

**3.15.** Вычислите массу муравьиной кислоты, образующейся при окислении гидроксидом меди(II) 150 мл формалина (массовая доля формальдегида 36%). (Плотность формалина 1,11 г/мл.)

**3.16.** Вычислите массу этилата натрия, образующегося при взаимодействии натрия с 60 мл 98%-ного этилового спирта, плотность которого 0,8 г/мл.

**3.17.** Какую массу дивинила можно получить, используя 300 мл 96%-ного раствора этилового спирта? (Плотность спирта 0,5 г/мл.)

**3.18.** Какую массу анилина можно получить при восстановлении нитробензола железом в кислой среде? На эту реакцию по-

требовалось 160 мл соляной кислоты (массовая доля  $\text{HCl}$  38%, плотность 1,189 г/мл).

**3.19.** Вычислите массу нитробензола, образовавшегося при нитровании бензола 10 мл 60%-ной азотной кислоты (плотность 1,373 г/мл).

**3.20.** Вычислите массу ацетата натрия, образующегося при взаимодействии уксусной кислоты и 60 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,1 г/мл).

**3.21.** Для нитрования толуола потребовалось 60 г 94,6%-ной азотной кислоты. Вычислите массу тринитротолуола.

**3.22.** Вычислите массу 2%-ной бромной воды, которая может прореагировать с 36,8 г толуола.

**3.23.** Какая масса 60%-ного раствора гидроксида натрия потребуется для взаимодействия с 28,2 г фенола?

**3.24.** При взаимодействии щавелевой кислоты  $\text{HOOC}-\text{COOH}$  с 400 г 30%-ного раствора гидроксида натрия образовалась средняя соль. Вычислите массу образовавшейся соли.

**3.25.** Вычислите массу сложного эфира, образующегося при взаимодействии 240 мл 40%-ного раствора уксусной кислоты (плотность 1,05 г/см<sup>3</sup>) с этанолом.

**3.26.** Вычислите массу сложного эфира, образующегося при взаимодействии уксусной кислоты со 120 мл 90%-ного метанола (плотность 0,7 г/см<sup>3</sup>).

**3.27.** Какая масса 8%-ного раствора брома необходима для реакции с 27,9 г анилина?

**3.28.** Какой объем 90%-ного метанола (плотность 0,8 г/см<sup>3</sup>) необходим для реакции с 17,8 г аминопропионовой кислоты?

**3.29.** Вычислите массу ацетилена, необходимого для получения по реакции Кучерова 80%-ного раствора уксусного альдегида массой 50 г.

**3.30.** При сжигании этилового спирта образовался оксид углерода(IV), который затем пропустили через 400 мл раствора щелочи (массовая доля  $\text{NaOH}$  30%, плотность 1,33 г/мл). Вычислите массу образовавшейся соли.

**3.31.** Вычислите массу раствора 62%-ной азотной кислоты, которая необходима для получения 118,8 г нитроцеллюлозы.

**3.32.** Вычислите массу дибромэтана, который образовался при взаимодействии этилена с 60 мл 3%-ной бромной воды (плотность 1,02 г/мл).

**3.33.** Для удаления воды из технического этанола его кипятят с ацетиленидом кальция  $\text{CaC}_2$ . Вычислите массу ацетилени-

да кальция, необходимого для повышения концентрации 50 мл 96%-ного технического спирта (плотность 0,8 г/мл) до 100%.

**3.34.** 96%-ный раствор этанола может быть обезвожен с помощью негашеной извести. Составьте соответствующее уравнение химической реакции и вычислите массу негашеной извести, затраченной на обезвоживание 100 кг 96%-ного раствора этанола и получение абсолютного спирта.

**3.35.** Какую массу раствора щелочи с массовой долей гидроксида натрия 20% надо израсходовать при переработке жира, чтобы получить 8,9 кг мыла? (Считать жир триглицеридом стеариновой кислоты.)

**3.36.** На гидролизном заводе из древесных опилок за сутки получают 80 кг гидролизного этилового спирта с массовой долей спирта 96%. Какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) при этом образуется?

**3.37.** Вычислите массу древесных отходов с массовой долей целлюлозы 60%, из которых получили 6 кг гидролизного спирта с массовой долей спирта 96%.

**3.38.** Вычислите массу 96%-ного раствора этанола, который может быть получен из 400 м<sup>3</sup> этилена (н. у.).

**3.39.** Фенолят калия получен взаимодействием фенола и 120 г раствора гидроксида калия (массовая доля КОН 14%). Вычислите массу фенолята калия.

**3.40.** Вычислите объем азотной кислоты (плотность 1,483 г/мл) с массовой долей кислоты 90%, которая потребуется для получения 90,8 г нитроглицерина.

**3.41.** Вычислите массу оксида меди(II), образующегося при взаимодействии 40%-ного раствора глюкозы массой 4,8 г с гидроксидом меди(II).

**3.42.** На карбонат натрия подействовали 10 г 40%-ного раствора муравьиной кислоты. Рассчитайте массу образовавшейся соли.

**3.43.** Вычислите массу этилового эфира муравьиной кислоты, полученного взаимодействием муравьиной кислоты и 46 г 60%-ного раствора этилового спирта.

**3.44.** Рассчитайте массу 2,4,6-триброманилина, образующегося при взаимодействии анилина с 24 г 6%-ной бромной воды.

**3.45.** Рассчитайте массу и количество вещества 90%-ного раствора этанола, необходимого для получения 26 г этанала.

**3.46.** Вычислите массу и количество вещества анилина, полученного при восстановлении 80 г 70%-ного раствора нитробензола.

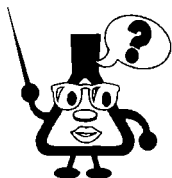
**3.47.** Вычислите объем водорода (н. у.), выделившегося в результате реакции магния с 7,3 г 40%-ного раствора уксусной кислоты.

**3.48.** Вычислите массу дивинила, полученного из 200 л 96%-ного раствора этилового спирта (плотность 0,8 г/мл).

**3.49.** Вычислите объем водорода (н. у.), выделившегося при взаимодействии металлического лития и 60 мл 96%-ного этилового спирта (плотность 0,8 г/мл).

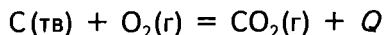
**3.50.** Вычислите объем раствора этанола (массовая доля 96%, плотность 0,8 г/мл), затраченного на этерификацию 2 моль  $\beta$ -аминопропионовой кислоты.

#### 4. Расчеты по термохимическим уравнениям



Каждая химическая реакция сопровождается изменением энергии.

**Тепловой эффект химической реакции** — это количество выделенной или поглощенной в процессе реакции теплоты ( $Q$ ). Запись химической реакции с указанием теплового эффекта называют **термохимическим уравнением реакции**. Тепловой эффект химической реакции зависит от агрегатного состояния исходных веществ и продуктов реакции, поэтому в термохимических уравнениях обязательно указывают агрегатное состояние вещества (газообразное, жидкое, твердое):

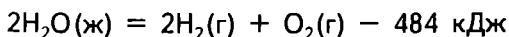


Тепловой эффект химической реакции измеряют в килоджоулях (кДж).

**Теплота образования вещества** — это количество теплоты, которая выделяется или поглощается при образовании 1 моль химического соединения из простых веществ при стандартных условиях. Она измеряется в килоджоулях на моль (кДж/моль).

**Эндотермические реакции** протекают с поглощением теплоты ( $-Q$ ), **экзотермические** — с выделением теплоты ( $+Q$ ).

**Задача 1.** Термохимическое уравнение разложения воды на молекулярный водород и кислород:



Рассчитайте, сколько теплоты необходимо затратить на разложение 360 мл воды.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 360 \text{ мл}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$Q = ?$

Решение:

1) Вычислим массу воды, которую нужно подвергнуть разложению:

$$m = \rho \cdot V$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 360 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 360 \text{ г}$$

2) Вычислим количество вещества, которое составляют 360 г  $\text{H}_2\text{O}$ :

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 360 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 20 \text{ моль}$$

3) Найдем количество теплоты, необходимой для разложения 20 моль воды.

Согласно термохимическому уравнению реакции на разложение 2 моль воды затрачивается 484 кДж. Следовательно, на разложение 20 моль потребуется в 10 раз больше теплоты, т. е. 4840 кДж.

**Ответ:** 4840 кДж.

**Задача 2.** При полном сгорании 1 т угля выделилось 32 750 000 (32,75 · 10<sup>6</sup>) кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции горения угля.

Дано:

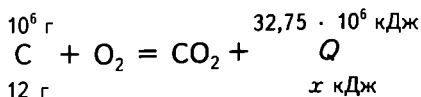
$$m(\text{C}) = 1 \text{ т} (10^6 \text{ г})$$

$$Q = 32,75 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$

Термохимическое  
уравнение  
реакции — ?

Решение:

1) Запишем уравнение химической реакции горения угля. В уравнении реакции над формулами напомним данные условия задачи и вопрос задачи; под формулами — данные, соответствующие уравнению реакции:



Составим и решим пропорцию:

$$10^6 \text{ г C} — 32,75 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$

$$12 \text{ г C} — x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{12 \cdot 32,75 \cdot 10^6}{10^6} = 393 \text{ кДж}$$



2) Составим термохимическое уравнение реакции:



Ответ:  $\text{C(тв)} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 393 \text{ кДж}$ .

**Задача 3.** Термохимическое уравнение горения алюминия



Сколько теплоты выделится при сгорании 5,4 г алюминия?

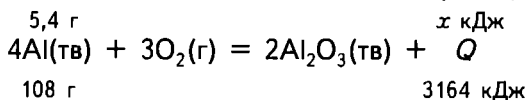
Дано:

$$m(\text{Al}) = 5,4 \text{ г}$$

$Q = ?$

Решение:

1) Запишем термохимическое уравнение реакции. В уравнении реакции над формулами напомним данные условия задачи и вопрос задачи; под формулами — данные, соответствующие уравнению реакции:



$$m(\text{Al}) = 4 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 108 \text{ г}$$

2) Рассчитаем, сколько теплоты выделится при сгорании 5,4 г алюминия. Для этого составим и решим пропорцию:

$$108 \text{ г Al} — 3164 \text{ кДж}$$

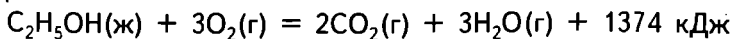
$$5,4 \text{ г Al} — x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{5,4 \cdot 3164}{108} = 158,2 \text{ кДж}$$

Ответ: 158,2 кДж.

### Решите самостоятельно

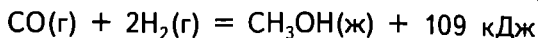
**4.1.** По термохимическому уравнению реакции горения спирта



вычислите объем полученного оксида углерода(IV) (н. у.), количество вещества и массу кислорода, если известно, что выделилось 6870 кДж теплоты.

**4.2.** При полном сжигании 210 л метана (н. у.) выделилось 8374 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции горения метана.

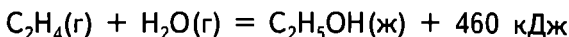
**4.3.** По термохимическому уравнению реакции



вычислите объемы исходных веществ (н. у.) и количество теплоты, выделившейся при образовании 320 г метанола.

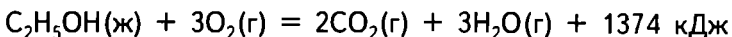
**4.4.** При взаимодействии 4,2 г железа с серой выделилось 7,15 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение химической реакции. Вычислите объем газа (н. у.), который может быть получен из продукта реакции при действии на него избытка соляной кислоты.

**4.5.** По термохимическому уравнению реакции



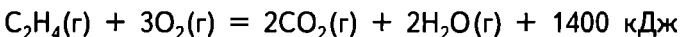
вычислите объем взятого этилена (н. у.), если известно, что в этом процессе выделилось 920 кДж теплоты.

**4.6.** По термохимическому уравнению реакции горения спирта



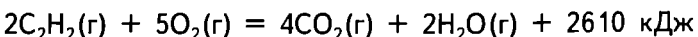
вычислите количество теплоты, которая может выделиться при полном сжигании 13,8 г этанола.

**4.7.** По термохимическому уравнению реакции горения этилена



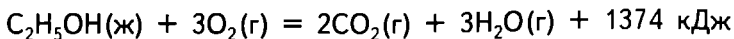
рассчитайте, сколько выделится теплоты, если в реакцию вступило 5,6 л этилена (н. у.).

**4.8.** По термохимическому уравнению реакции горения ацетилена



рассчитайте, сколько выделится теплоты, если в реакцию вступило: а) 1 моль ацетилена; б) 5,2 г ацетилена; в) 67,2 л ацетилена (н. у.).

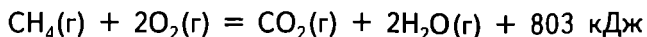
**4.9.** По термохимическому уравнению реакции горения спирта



вычислите, сколько выделится теплоты и какое количество вещества кислорода вступило в реакцию, если сгорело 3 моль спирта.

**4.10.** При гидратации 6,72 л этилена (н. у.) выделилось 13,8 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**4.11.** По термохимическому уравнению реакции горения метана



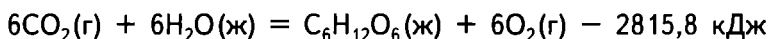
рассчитайте, какое количество теплоты выделится при сгорании  $5 \text{ м}^3$  метана (н. у.) и какое количество вещества кислорода потребуется для этого.

**4.12.** Тепловой эффект реакции горения бутадиена равен  $2310 \text{ кДж/моль}$ . Составьте термохимическое уравнение реакции горения бутадиена и вычислите массу сгоревшего бутадиена, если при этом выделилось  $924 \text{ кДж}$  теплоты.

**4.13.** При гидратации  $6,72 \text{ л}$  этилена (н. у.) выделилось  $13,8 \text{ кДж}$  теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

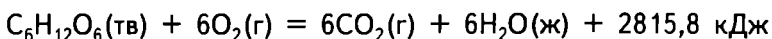
**4.14.** Составьте термохимическое уравнение реакции горения метилового спирта, при сжигании  $8 \text{ г}$  которого выделилось  $181,66 \text{ кДж}$  теплоты.

**4.15.** Возобновление содержания кислорода в атмосфере осуществляется реакцией фотосинтеза



Рассчитайте количество затраченного оксида углерода(IV) и количество поглощенной теплоты, если образовалось  $7,2 \text{ кг}$  глюкозы.

**4.16.** Одним из основных источников энергии в живом организме является окисление глюкозы:

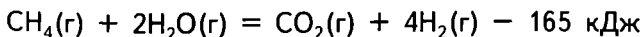


Рассчитайте количество теплоты, выделяющейся при окислении  $3 \text{ моль}$  глюкозы. Какой объем углекислого газа (н. у.) при этом образуется?

**4.17.** Составьте термохимическое уравнение реакции горения диэтилового эфира, если при сгорании  $18,5 \text{ г}$  этого вещества выделилось  $682,72 \text{ кДж}$  теплоты.

**4.18.** Составьте термохимическое уравнение реакции горения этилена, если известно, что тепловой эффект этой реакции  $1410,97 \text{ кДж/моль}$ . Вычислите объем сгоревшего этилена (н. у.), если при этом выделилось  $352,74 \text{ кДж}$  теплоты.

**4.19.** В промышленности водород получают по уравнению



Каков расход воды (в г), метана (в л) и теплоты при получении  $250 \text{ м}^3$  водорода (н. у.)?

**4.20.** Составьте термохимическое уравнение реакции горения

метилового спирта, при сжигании 0,8 г которого выделилось 18,2 кДж теплоты.

**4.21.** Составьте термохимическое уравнение реакции горения этилена, если известно, что тепловой эффект этой реакции 1410,97 кДж/моль. Вычислите объем воздуха (н. у.), израсходованного на эту реакцию, если при этом выделилось 7054,8 кДж теплоты.

**4.22.** При полном окислении 0,5 моль этана выделилось 711,5 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**4.23.** При сгорании 5,6 л этилена (н. у.) выделилось 330,75 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**4.24.** При полном окислении 15 г этана выделилось 711,5 г кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**4.25.** Вычислите, какое количество теплоты потребуется для разложения 8 кг известняка, массовая доля примесей в котором 5%. Термохимическое уравнение этой реакции:



**4.26.** По термохимическому уравнению химической реакции  
 $\text{Si(тв)} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{SiO}_2(\text{тв}) + 850,6 \text{ кДж}$

вычислите, какое количество теплоты может выделиться, если сжечь в кислороде 1,5 кг кремния, содержащего 3% примеси.

**4.27.** По термохимическому уравнению химической реакции  
 $2\text{Al(тв)} + 3\text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{AlCl}_3(\text{тв}) + 1394,8 \text{ кДж}$

вычислите, какое количество теплоты может выделиться при взаимодействии с хлором 12 кг алюминия, содержащего 4% примеси.

**4.28.** По термохимическому уравнению химической реакции  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв}) + 2\text{Al(тв)} = 2\text{Fe(тв)} + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{тв}) + 854 \text{ кДж}$

вычислите, какое количество теплоты может выделиться при восстановлении 250 г оксида железа(III), содержащего 5% примеси, алюминотермическим способом.

**4.29.** Составьте термохимическое уравнение реакции, если известно, что при сгорании 2 г водорода в кислороде выделилось 286 кДж теплоты.

**4.30.** По термохимическому уравнению химической реакции  
 $2\text{Na(тв)} + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{NaCl(тв)} + 819 \text{ кДж}$

вычислите объем хлора (н. у.), вступившего в реакцию, если известно, что выделилось 40,95 кДж теплоты.

**4.31.** Составьте термохимическое уравнение горения ацетилена, если в реакцию вступило 3 моль кислорода и при этом выделилось 1569,6 кДж теплоты.

*Внимание, тесты!*

**4.32.** При взаимодействии 2 моль натрия с хлором выделяется 819 кДж теплоты. Масса натрия, прореагировавшего с хлором с выделением 40,95 кДж теплоты, равна

- 1) 0,5 г    2) 23 г    3) 2,3 г    4) 4,6 г

**4.33.** Тепловой эффект реакции получения 1 моль этанола при взаимодействии этилена с водой составляет 46 кДж. Количество теплоты, выделившейся при взаимодействии 70 г этилена (этена) с водой, составляет

- 1) 46 кДж    2) 230 кДж    3) 3220 кДж    4) 115 кДж

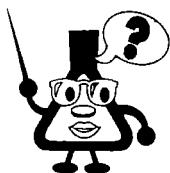
**4.34.** При окислении 1 моль глюкозы выделяется 2815,8 кДж теплоты. Количество теплоты, выделившейся при окислении 200 г глюкозы, составляет

- 1) 3128,7 кДж    2) 2815,8 кДж    3) 563 160 кДж    4) 200 кДж

**4.35.** При сгорании 1 моль ацетилена выделяется 1305 кДж теплоты. Объем кислорода, понадобившегося для проведения этой реакции, если при этом выделилось в два раза больше теплоты, составляет

- 1) 2 л    2) 44,8 л    3) 112 л    4) 224 л

*5. Нахождение молекулярной формулы органического соединения по массе (объему) продуктов сгорания*



**Задача 1.** При сжигании углеводорода массой 2,1 г получили 6,6 г оксида углерода(IV) и 2,7 г воды. Относительная плотность органического соединения по водороду равна 42. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

Дано:

$$m(C_xH_y) = 2,1 \text{ г}$$

$$m(CO_2) = 6,6 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 2,7 \text{ г}$$

$$D_{H_2}(C_xH_y) = 42$$

$C_xH_y$  — ?

Решение:

1) По относительной плотности найдем молярную массу углеводорода:

$$D_{H_2} = \frac{M(C_xH_y)}{M(H_2)}$$

$$M(C_xH_y) = 2 \text{ г/моль} \cdot 42 = 84 \text{ г/моль}$$

2) Рассчитаем массу оксида углерода(IV), выделившегося при сгорании 1 моль (или 84 г) углеводорода. При сгорании 2,1 г  $C_xH_y$  выделилось 6,6 г  $CO_2$ , а при сгорании 84 г  $C_xH_y$  —  $x$  г  $CO_2$ . Составим и решим пропорцию:

$$2,1 \text{ г } C_xH_y — 6,6 \text{ г } CO_2$$

$$84 \text{ г } C_xH_y — x \text{ г } CO_2$$

$$x = \frac{6,6 \text{ г} \cdot 84 \text{ г}}{2,1 \text{ г}} = 264 \text{ г}$$

$$m(CO_2) = 264 \text{ г}$$

3) Найдем количество вещества  $CO_2$ , выделившегося при сгорании 1 моль углеводорода:

$$M_r(CO_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$\nu(CO_2) = 264 \text{ г} : 44 \text{ г/моль} = 6 \text{ моль}$$

4) Рассчитаем массу и количество вещества воды, выделившейся при сгорании 1 моль углеводорода. При сгорании 2,1 г  $C_xH_y$  выделилось 2,7 г  $H_2O$ , а при сгорании 84 г  $C_xH_y$  —  $y$  г  $H_2O$ . Составим и решим пропорцию:

$$2,1 \text{ г } C_xH_y — 2,7 \text{ г } H_2O$$

$$84 \text{ г } C_xH_y — y \text{ г } H_2O$$

$$y = \frac{84 \text{ г} \cdot 2,7 \text{ г}}{2,1 \text{ г}} = 108 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 108 \text{ г}$$

Найдем количество воды, содержащейся в 108 г:

$$M_r(H_2O) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$$

$$\nu(H_2O) = 108 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 6 \text{ моль}$$

5) Определим молекулярную формулу органического соединения. В 6 моль оксида углерода(IV), образовавшегося при сгорании 1 моль углеводорода, содержится 6 моль атомов углерода; в 6 моль воды, образовавшейся при сгорании 1 моль углеводорода, содержится 12 атомов водорода. Следовательно, в 1 моль углеводорода содержалось 6 моль атомов углерода и 12 моль атомов водорода. Молекулярная формула углеводорода  $C_6H_{12}$ .

**Ответ:**  $C_6H_{12}$ .

**Задача 2.** При сжигании 4,4 г алкана выделилось 13,4 г оксида углерода(IV) (углекислого газа). Относительная плотность вещества по воздуху равна 1,52. Определите молекулярную формулу алкана.

Дано:

$$m(C_nH_{2n+2}) = 4,4 \text{ г}$$

$$m(CO_2) = 13,4 \text{ г}$$

$$D(\text{возд}) = 1,52$$

---


$$C_nH_{2n+2} \text{ — ?}$$

Решение:

1) По относительной плотности найдем молярную массу алкана:

$$D(\text{возд}) = M(C_nH_{2n+2}) : M(\text{возд})$$

$$M(C_nH_{2n+2}) = 29 \text{ г/моль} \cdot 1,52 = 44 \text{ г/моль}$$

2) Рассчитаем массу и количество вещества оксида углерода(IV), выделившегося при сгорании 1 моль (или 44 г) углеводорода. При сгорании 4,4 г алкана выделилось 13,4 г углекислого газа, а при сгорании 44 г алкана выделилось  $x$  г углекислого газа. Составим и решим пропорцию:

$$4,4 \text{ г алкана} \text{ — } 13,4 \text{ г } CO_2$$

$$44 \text{ г алкана} \text{ — } x \text{ г } CO_2$$

$$x = \frac{44 \text{ г} \cdot 13,4 \text{ г}}{4,4 \text{ г}} = 134 \text{ г}$$

$$m(CO_2) = 134 \text{ г}$$

Найдем количество вещества  $CO_2$ , выделившегося при сгорании 1 моль углеводорода:

$$M_r(CO_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$\nu(CO_2) = m(CO_2) : M(CO_2)$$

$$\nu(CO_2) = 134 \text{ г} : 44 \text{ г/моль} = 3 \text{ моль}$$

3) Определим молекулярную формулу алкана.

В 3 моль оксида углерода(IV), выделившегося при сгорании 1 моль алкана, содержится 3 моль атомов углерода. Следовательно, число атомов углерода в алкане равно 3. Исходя из общей формулы алканов  $C_nH_{2n+2}$ , число атомов водорода равно 8. Молекулярная формула углеводорода  $C_3H_8$ . Это пропан.

**Ответ:**  $C_3H_8$ .

**Задача 3.** При сгорании некоторой массы неизвестного углеводорода выделилось 4,48 л оксида углерода(IV) (углекислого газа) (н. у.) и 3,6 г воды. Относительная плотность вещества по водороду равна 14. Определите молекулярную формулу углеводорода.

Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 4,48 \text{ л}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ г}$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{C}_x\text{H}_y) = 14$$

$$\text{C}_x\text{H}_y - ?$$

Решение:

1) Найдем количество вещества углерода, содержащегося в 4,48 л  $\text{CO}_2$ . Для этого вычислим количество вещества  $\text{CO}_2$ , содержащегося в 4,48 л газа:

$$V_{\text{M}}(\text{CO}_2) = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 4,48 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2)$ , следовательно, 0,2 моль  $\text{CO}_2$  содержат 0,2 моль углерода.

2) Найдем количество водорода, содержащегося в 3,6 г  $\text{H}_2\text{O}$ :

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

Так как в 1 моль воды содержится 2 моль водорода, то

$$\nu(\text{H}) = 2 \cdot \nu(\text{H}_2\text{O}):$$

$$\nu(\text{H}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 2 = 0,4 \text{ моль}$$

3) Определим простейшую формулу углеводорода:

$$x : y = \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 0,2 : 0,4 = 1 : 2 (\text{CH}_2)$$

4) Найдем истинную формулу углеводорода:

$$M(\text{C}_x\text{H}_y)$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{C}_x\text{H}_y) = 14$$

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 2 \text{ г/моль} \cdot 14 = 28 \text{ г/моль}$$

Узнаем, сколько групп  $\text{CH}_2$  может содержаться в углеводороде с молярной массой 28 г/моль:

$$M(\text{CH}_2) = 12 + 2 = 14 \text{ г/моль}$$

$$28 : 14 = 2$$

Истинная формула углеводорода  $2(\text{CH}_2)$ , т. е.  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

**Ответ:**  $\text{C}_2\text{H}_4$ .



**Задача 4.** При сжигании 9,2 г органического соединения, молярная масса которого 46 г/моль, выделилось 17,6 г оксида углерода (IV) (углекислого газа) и 10,8 г воды. Определите молекулярную формулу органического вещества.

Дано:

$$m(X) = 9,2 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 17,6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 10,8 \text{ г}$$

$$M(X) = 46 \text{ г/моль}$$

Молекулярная  
формула  
вещества X — ?

Решение:

1) Найдем массу углерода, содержащегося в 17,6 г  $\text{CO}_2$ :

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

В 44 г  $\text{CO}_2$  содержится 12 г С

В 17,6 г  $\text{CO}_2$  содержится  $x$  г С

$$x = \frac{17,6 \text{ г} \cdot 12 \text{ г}}{44 \text{ г}} = 4,8 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 4,8 \text{ г}$$

2) Найдем массу водорода, содержащегося в 10,8 г воды:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

В 18 г  $\text{H}_2\text{O}$  содержится 2 г Н

В 10,8 г  $\text{H}_2\text{O}$  содержится  $x$  г Н

$$x = \frac{10,8 \text{ г} \cdot 2 \text{ г}}{18 \text{ г}} = 1,2 \text{ г}; \quad m(\text{H}) = 1,2 \text{ г}$$

3) Определим элементный состав органического вещества.

По условию задачи при сгорании органического соединения выделились оксид углерода (IV) и вода. Отсюда следует, что вещество может быть либо углеводородом и состоять из атомов углерода и водорода, либо кислородсодержащим органическим соединением и состоять из атомов углерода, водорода и кислорода.

Масса углерода и водорода составляет  $4,8 \text{ г} + 1,2 \text{ г} = 6 \text{ г}$ . Тогда  $9,2 \text{ г} - 6 \text{ г} = 3,2 \text{ г}$  — это масса кислорода. Значит, вещество является кислородсодержащим органическим соединением. Его элементный состав —  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ .

4) Определим соотношение атомов элементов в составе молекулы органического соединения:

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{4,8}{12} : \frac{1,2}{1} : \frac{3,2}{16} = 0,4 : 1,2 : 0,2$$

$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 2 : 6 : 1$ , следовательно, молекулярная формула органического вещества  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ). Это этиловый спирт.

**Ответ:**  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).

## Решите самостоятельно

**5.1.** При сжигании органического соединения массой 4,2 г получили оксид углерода(IV) массой 13,2 г и воду массой 5,4 г. Относительная плотность этого соединения по воздуху 2,9. Выведите молекулярную формулу органического соединения.

**5.2.** При сжигании без остатка 4,3 г углеводорода получили 13,2 г оксида углерода(IV). Относительная плотность углеводорода по водороду равна 43. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.3.** При сжигании 4,4 г углеводорода получили 13,2 г оксида углерода(IV). Относительная плотность вещества по воздуху равна 1,52. Определите молекулярную формулу этого вещества.

**5.4.** При сгорании органического вещества количеством 0,03 моль образовались оксид углерода(IV) и вода количеством 0,06 моль каждое. Относительная плотность этого вещества по воздуху равна 1,5. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.5.** При сгорании органического вещества количеством 0,03 моль образовались оксид углерода(IV) и вода количеством 0,15 моль каждое. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 51. Определите молекулярную формулу этого органического вещества.

**5.6.** При сгорании 3,6 г углеводорода образовалось 11 г оксида углерода(IV) и 5,4 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 36. Определите молекулярную формулу этого вещества.

**5.7.** При сжигании 36 г органического соединения образовалось 52,8 г оксида углерода(IV) и 21,6 г воды. Относительная молекулярная масса этого вещества равна 180. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.8.** При сгорании органического вещества количеством 4,2 моль образовалось 8,4 моль оксида углерода(IV) и 12,6 моль воды. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 23. Выведите молекулярную формулу этого органического вещества.

**5.9.** При сгорании органического вещества массой 6,2 г образовалось 4,48 л оксида углерода(IV), 9 г воды, 2,24 л азота (н. у.). Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 15,5. Вычислите молекулярную формулу этого вещества.

**5.10.** При сжигании органического вещества массой 0,9 г образовались оксид углерода(IV) массой 1,76 г, вода массой 1,26 г и азот. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 22,5. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.11.** При сгорании органического вещества количеством 0,09 моль образовались оксид углерода(IV) количеством 0,18 моль, вода количеством 0,315 моль и азот. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,55. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.12.** Определите молекулярную формулу углеводорода, если при сжигании 25,2 г его образовалось 40,32 л оксида углерода(IV) (н. у.) и 32,4 г воды. Плотность данного углеводорода равна 1,875 г/л.

**5.13.** При сгорании углеводорода количеством вещества 0,1 моль образовалось 0,3 моль оксида углерода(IV). Плотность данного углеводорода равна 1,9 г/л. Выведите его молекулярную формулу.

**5.14.** При сгорании органического вещества массой 1,2 г образовались оксид углерода(IV) массой 3,52 г и вода массой 2,16 г. Плотность этого вещества равна 1,35 г/л. Выведите молекулярную формулу данного вещества.

**5.15.** При сгорании углеводорода массой 2,34 г образовался оксид углерода(IV) объемом 4,032 л (н. у.). Относительная плотность паров этого углеводорода по водороду равна 39. Выведите молекулярную формулу этого углеводорода.

**5.16.** При сгорании углеводорода объемом 0,6 л выделился оксид углерода(IV) объемом 1,2 л (н. у.). Масса 1 л этого углеводорода равна 1,16 г. Определите молекулярную формулу этого углеводорода.

**5.17.** При сгорании 1,8 г органического вещества образовалось 3,96 г оксида углерода(IV) и 1,96 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 30. Выведите молекулярную формулу этого органического вещества.

**5.18.** При сжигании 2,52 г органического соединения выделилось 7,92 г оксида углерода(IV) и 3,24 г воды. Относительная плотность этого соединения по воздуху равна 2,9. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.19.** При сгорании 8,96 л органического вещества выделилось 8,96 л оксида углерода(IV) (н. у.) и 7,2 г воды. Выведите молекулярную формулу этого вещества, если относительная плотность его по водороду равна 15.

**5.20.** При сгорании азотсодержащего органического соединения количеством 0,18 моль образовались оксид углерода(IV) количеством 0,36 моль, вода количеством 0,63 моль и азот количеством 0,09 моль. Выведите молекулярную формулу этого органического соединения, если его относительная плотность по воздуху равна 1,551.

**5.21.** При сжигании 2,24 г углеводорода образовалось 7,04 г оксида углерода(IV). Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 57. Выведите молекулярную формулу этого углеводорода.

**5.22.** Выведите молекулярную формулу газа, если при сжигании 28 мл этого газа получили 84 мл (н. у.) оксида углерода(IV) и 67,7 мг воды. Относительная плотность газа по водороду равна 21.

**5.23\*.** При сжигании углеводорода количеством 0,5 моль образовались оксид углерода(IV) и вода количеством 1,5 моль каждое. Относительная плотность этого углеводорода по водороду равна 21. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.24\*.** При сгорании 3,9 г органического вещества образовалось 13,2 г оксида углерода(IV) и 2,7 г воды. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 39. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.25\*.** При сгорании 2,76 г ароматического углеводорода получили 9,24 г оксида углерода(IV) и 2,16 г воды. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 39. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

**5.26\*.** При сжигании органического вещества количеством 0,15 моль образовались оксид углерода(IV) количеством 0,75 моль и вода количеством 0,9 моль. Относительная плотность вещества по воздуху равна 3,034. Выведите молекулярную формулу этого органического вещества.

**5.27.** Относительная плотность газообразного углеводорода по водороду равна 42. При полном сжигании 0,7 г этого углеводорода получили 1,12 л оксида углерода(IV) (н. у.) и 0,9 г воды. Определите молекулярную формулу этого вещества.

**5.28.** Определите формулу спирта, при полном сжигании 0,3 г которого получили 336 мл оксида углерода(IV) (н. у.)

---

\* Задачи, отмеченные звездочкой, взяты из кн.: Ерыгин Д. П., Грабовой А. К. Задачи и примеры по химии с межпредметным содержанием. — М.: Высшая школа, 1989.

и 0,36 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 30.

**5.29.** При сжигании 2,66 г вещества получили 1,54 г оксида углерода(IV) и 4,48 г оксида серы(IV). Определите простейшую формулу этого вещества.

**5.30.** При сгорании хлорзамещенного органического вещества получили 0,22 г оксида углерода(IV) и 0,09 г воды. Для определения хлора из такой же навески получили хлорид серебра, масса которого составила 1,435 г. Определите простейшую формулу вещества.

**5.31.** При сгорании 4,4 г углеводорода образовалось 6,72 л оксида углерода(IV) (н. у.) и 7,2 г воды. Плотность этого вещества равна 1,97 г/л. Определите его молекулярную формулу.

**5.32.** При сгорании 8,4 г углеводорода получили 26,4 г оксида углерода(IV). Плотность этого вещества равна 1,87 г/л. Определите молекулярную формулу вещества.

**5.33.** При сжигании 3,34 г органического вещества получено 6,6 г оксида углерода(IV) и 3,05 г воды. Относительная молекулярная масса этого вещества равна 88. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.34.** При взрыве 1 объема газообразного углеводорода и 2,5 объема кислорода получили 2 объема оксида углерода(IV) и 1 объем водяного пара (н. у.). Какова молекулярная формула этого углеводорода?

**5.35.** При сжигании 7,8 г ароматического углеводорода получено 26,4 г оксида углерода(IV). Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 2,69. Какова молекулярная формула этого вещества?

**5.36.** Определите молекулярную формулу вещества, при сжигании 3,75 г которого получили 2,25 г водяного пара и 5,5 г оксида углерода(IV). Относительная плотность этого вещества по водороду равна 15.

**5.37.** При сжигании 2,8 л газа получили 8,4 л оксида углерода(IV) (н. у.) и 6,75 г паров воды. Плотность газа равна 1,875 г/л. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.38.** При сжигании 5,6 л органического вещества получили 16,8 л оксида углерода(IV) (н. у.) и 13,5 г паров воды. Плотность этого вещества равна 1,875 г/л. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.39.** Сожгли 4,8 г органического вещества, при этом получили 6,6 г оксида углерода(IV) и 5,4 г воды. Относительная плот-

ность этого вещества по водороду равна 16. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.40.** При сжигании 6,9 г вещества получили 13,2 г оксида углерода(IV) и 8,1 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,59. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.41.** При сжигании 0,93 г газообразного азотсодержащего органического соединения получили 1,32 г оксида углерода(IV) и 1,35 г воды. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 15,5. Определите молекулярную формулу вещества.

**5.42.** При сжигании 3,4 г азотсодержащего органического вещества получили 4,7 г воды и 6,6 г оксида углерода(IV). Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 22,5. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.43.** При сжигании 4,5 г органического вещества получили 13,2 г оксида углерода(IV) и 8,1 г воды. Масса 1 л этого вещества равна 1,35 г. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.44.** При полном сгорании 7,8 г вещества образовалось 26,4 г углекислого газа и 5,4 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 2,69. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.45.** При сгорании 1,76 г органического вещества образовалось 3,52 г оксида углерода(IV) и 1,44 мл воды. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,52. Определите молекулярную формулу вещества.

**5.46.** При сжигании 2,2 г вещества получили 4,4 г оксида углерода(IV) и 1,8 г воды. Относительная плотность вещества по водороду равна 44. Определите молекулярную формулу вещества.

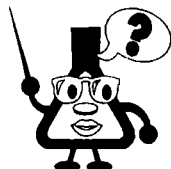
**5.47.** При сжигании 93 г вещества получили 67,2 л оксида углерода(IV) (н. у.), 135 г воды и азот. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 15,5. Определите молекулярную формулу вещества.

**5.48.** При сгорании органического вещества массой 0,7 г образовались оксид углерода(IV) и вода количеством 0,05 моль каждое. Это вещество массой 0,1 г занимает объем 32 мл. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.49.** При сгорании 11,2 г углеводорода получили оксид углерода(IV) массой 35,2 г и воду массой 14,4 г. Относительная плотность этого углеводорода по воздуху равна 1,93. Выведите молекулярную формулу вещества.

**5.50.** При сгорании органического вещества массой 2,37 г образовалось 3,36 л оксида углерода (IV) (н. у.), 1,35 г воды и азот. Относительная плотность этого вещества по воздуху равна 2,724. Выведите молекулярную формулу вещества.

*6. Расчеты по химическим уравнениям, если одно из реагирующих веществ взято в избытке*



Если одно из реагирующих веществ взято в избытке, то расчет массы (объема, количества вещества) продукта реакции осуществляют по массе (объему, количеству вещества) того реагента, **который полностью вступил в реакцию.**

**Задача 1.** К раствору хлорида кальция, содержащему 11,1 г соли, прилили раствор, содержащий 1,7 г нитрата серебра. Вычислите массу образовавшегося осадка.

Дано:

$$m(\text{CaCl}_2) = 11,1 \text{ г}$$

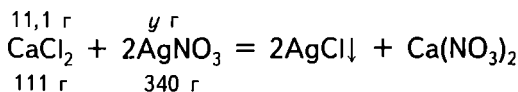
$$m(\text{AgNO}_3) = 1,7 \text{ г}$$

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

Решение:

1) В условии задачи дана масса двух реагирующих веществ. Необходимо выяснить, какое из них дано в избытке, а какое полностью вступило в реакцию.

Запишем уравнение реакции. Пользуясь уже известным нам алгоритмом, по уравнению реакции рассчитаем массу нитрата серебра, необходимого для проведения реакции с 11,1 г хлорида кальция:



$$M_r(\text{CaCl}_2) = 40 + 35,5 \cdot 2 = 111$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль}$$

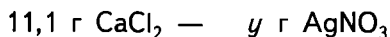
$$m(1 \text{ моль CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 111 \text{ г}$$

$$M_r(\text{AgNO}_3) = 108 + 14 + 16 \cdot 3 = 170$$

$$M(\text{AgNO}_3) = 170 \text{ г/моль}$$

$$m = 170 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 340 \text{ г}$$

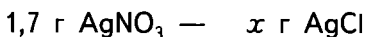
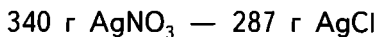
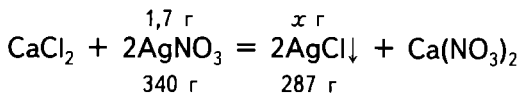
Составим и решим пропорцию:



$$y = \frac{11,1 \text{ г} \cdot 340 \text{ г}}{111 \text{ г}} = 34 \text{ г}; \quad m(\text{AgNO}_3) = 34 \text{ г}$$

По условию задачи масса  $\text{AgNO}_3$  составляла 1,7 г. Отсюда следует, что хлорид кальция дан в избытке, а нитрата серебра недостаточно для того, чтобы он прореагировал полностью с 11,1 г  $\text{CaCl}_2$ .

2) Рассчитаем массу хлорида серебра по массе нитрата серебра — веществу, которое прореагирует полностью:



$$x = \frac{1,7 \text{ г} \cdot 287 \text{ г}}{340 \text{ г}} = 1,44 \text{ г}; \quad m(\text{AgCl}) = 1,44 \text{ г}$$

**Ответ:** 1,44 г.

**Задача 2.** Вычислите объем водорода (н. у.), выделившегося при взаимодействии 5 г железа с 50 мл одномолярного раствора уксусной кислоты.

**Дано:**

$$m(\text{Fe}) = 5 \text{ г}$$

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 50 \text{ мл}$$

$$c_{\text{м}} = 1 \text{ М}$$

$$V(\text{H}_2) \text{ — ?}$$

**Решение:**

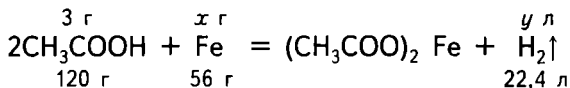
1) Вычислим массу уксусной кислоты, содержащейся в 50 мл одномолярного раствора:

1 л 1М р-ра  $\text{CH}_3\text{COOH}$  содержит 1 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 50 мл (0,05 л) будет содержать 0,05 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 3 \text{ г}$$

2) Вычислим, сколько граммов железа понадобится для того, чтобы 3 г уксусной кислоты полностью с ним прореагировали. Для этого составим уравнение реакции и запишем над формулами данные, соответствующие условию задачи, а под формулами данные, соответствующие уравнению реакции:

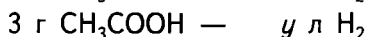




$$x = \frac{3 \text{ г} \cdot 56 \text{ г}}{120 \text{ г}} = 1,4 \text{ г}; \quad m(\text{Fe}) = 1,4 \text{ г}$$

Следовательно, по условию задачи железо дано в избытке, и расчет надо проводить по уксусной кислоте.

3) Вычислим объем водорода, выделяющегося в этой реакции. Для этого составим и решим пропорцию:



$$y = \frac{3 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{120 \text{ г}} = 0,56 \text{ л}; \quad V(\text{H}_2) = 0,56 \text{ л}$$

**Ответ:** 0,56 л.

**Задача 3.** Какая масса и какое количество вещества фенолята натрия образуется при взаимодействии 4,7 г фенола с 50 г 10%-ного раствора гидроксида натрия?

Дано:

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 4,7 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = 50 \text{ г}$$

$$w(\text{NaOH}) = 10\% (0,1)$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) \text{ — ?}$$

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) \text{ — ?}$$

Решение:

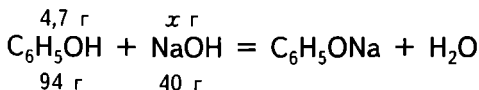
1) Вычислим массу гидроксида натрия, содержащегося в 50 г раствора:

$$M(\text{NaOH}) = 50 \text{ г} \cdot 0,1 = 5 \text{ г}$$

2) Вычислим, какое вещество полностью прореагировало в реакции между фенолом и гидроксидом натрия.

Для этого составим уравнение реакции

и запишем над формулами данные, соответствующие условию задачи, а под формулами данные, соответствующие уравнению реакции:



$$M_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 4,7 \text{ г}$$

$$M_r(\text{NaOH}) = 40$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 40 \text{ г}$$

Составим и решим пропорцию:

$$94 \text{ г } \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \text{ — } 40 \text{ г NaOH}$$

$$4,7 \text{ г } \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \text{ — } x \text{ г NaOH}$$

$$x = \frac{4,7 \text{ г} \cdot 40 \text{ г}}{94 \text{ г}} = 2 \text{ г}$$

В растворе содержится 5 г гидроксида натрия, а для проведения реакции необходимо 2 г NaOH. Следовательно, гидроксид натрия взят в избытке, и расчет надо вести по фенолу.

3) Вычислим массу и количество вещества образовавшегося фенолята натрия.

$$M_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) = 116$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) = 116 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) = 116 \text{ г}$$

Составим и решим пропорцию:

$$94 \text{ г } \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \text{ — } 116 \text{ г } \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$$

$$4,7 \text{ г } \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \text{ — } x \text{ г } \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$$

$$x = \frac{4,7 \text{ г} \cdot 116 \text{ г}}{94 \text{ г}} = 5,8 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) = 5,8 \text{ г}$$

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) = 0,05 \text{ моль}$$

**Ответ:** 5,8 г; 0,05 моль.

## Решите самостоятельно

**6.1.** К 27,6 г карбоната калия добавили 315 г азотной кислоты. Вычислите, какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) при этом образуется.

**6.2.** Какое количество вещества нитрата калия получится, если к 11,2 г гидроксида калия добавить 13 г азотной кислоты?

**6.3.** Какой объем хлороводорода (н. у.) получится в результате взаимодействия 2,5 л водорода и 1,5 л хлора?

**6.4.** Какую среду будет иметь раствор после окончания реакции между 2 моль серной кислоты и 2,5 моль гидроксида натрия? Ответ подтвердите расчетом.

**6.5.** Вычислите объем водорода (н. у.), который может выделиться при взаимодействии 1,2 г магния с 10 г серной кислоты.

**6.6.** Вычислите массу сульфида железа(II), который можно получить при взаимодействии 0,7 г железа и 0,7 г серы.

**6.7.** Для получения азотной кислоты в лаборатории взяли 8,5 г нитрата натрия и 10 г серной кислоты. Определите массу получившейся азотной кислоты. Какое вещество осталось в избытке? Вычислите его массу.

**6.8.** Вычислите массу хлорида аммония, полученного при взаимодействии 85 г аммиака и 180 г хлороводорода.

**6.9.** Вычислите массу силиката кальция, образовавшегося при сплавлении 12 кг карбоната кальция с 6 кг оксида кремния(IV).

**6.10.** Вычислите массу соли, образовавшейся при действии на 20 г гидроксида кальция раствором, содержащим 20 г азотной кислоты. Какое из исходных веществ взято в избытке и в каком количестве?

**6.11.** Вычислите количество вещества гидроксида меди(II), который может выделиться при взаимодействии 20 г гидроксида натрия и 32 г сульфата меди(II). Какое из исходных веществ взято в избытке?

**6.12.** Рассчитайте объем хлороводорода (н. у.), который можно получить при взаимодействии 24,5 г серной кислоты и 60 г поваренной соли.

**6.13.** Смесь, состоящую из 5 л этилена и 3 л водорода, пропустили через никелевый катализатор. Какой объем этана при этом образовался? (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**6.14.** Рассчитайте массу дибромэтана, который может образоваться при взаимодействии 3 г этилена и 1,6 г брома. Какое из исходных веществ взято в избытке?

**6.15.** Вычислите объем ацетилен (н. у.), который может выделиться при взаимодействии 13 г карбида кальция и 7,2 г воды. Какое вещество взято в избытке?

**6.16.** Вычислите массу спирта, образовавшегося при взаимодействии 5,6 л этилена (н. у.) и 5 г воды.

**6.17.** Вычислите массу нитробензола, полученного при действии на 15,6 г бензола 15 г азотной кислоты. Какое вещество взято в избытке?

**6.18.** Определите, какой объем займет водород (н. у.), полученный действием 0,5 г натрия на раствор 4,6 г этилового спирта в бензоле.

**6.19.** Фенол массой 4,7 г прореагировал с 25 г брома. Чему равны массы продуктов реакции?

**6.20.** Определите, какой объем водорода (н. у.) образуется при взаимодействии 1 г магния с 1,8 г уксусной кислоты. Какое вещество взято в избытке?

**6.21.** Вычислите массу сложного эфира, который получили из 9,2 г муравьиной кислоты и 9,2 г этилового спирта.

**6.22.** Вычислите массу сложного эфира, полученного из 3 г уксусной кислоты и 4 г этанола.

**6.23.** В раствор, содержащий 8 г сульфата меди(II), поместили 2 г железа. Какие вещества образуются в результате реакции и чему равны их массы?

**6.24.** Определите, какое количество вещества соли можно получить при взаимодействии 6 г уксусной кислоты и 8 г гидроксида натрия.

**6.25.** К раствору, содержащему 4,4 г хлорида кальция, добавили раствор, содержащий 4 г нитрата серебра. Вычислите массу осадка.

**6.26.** К раствору, содержащему 52,2 г нитрата бария, добавили раствор, содержащий 0,5 моль сульфата калия, и осадок отфильтровали. Какие вещества содержатся в фильтрате и чему равны их массы?

**6.27.** При нагревании 19,6 г оксида кальция с 20 г кокса получили карбид кальция. Вычислите массу и количество вещества образовавшегося карбида кальция.

**6.28.** Вычислите массу продукта реакции, если для нее взяли 37,2 г анилина и 29,2 г хлороводорода.

**6.29.** Через раствор, содержащий 4 г гидроксида натрия, пропустили 4 г сероводорода. Каков состав полученной соли? Какова ее масса?

**6.30.** Может ли полностью раствориться 1,28 г медного порошка в 10 г 98%-ной серной кислоты? Вычислите объем образовавшегося газа (н. у.).

**6.31.** Определите, какой объем оксида серы(IV) получится при окислении 2,5 л сероводорода, содержащего 16% примеси, в 2,24 л кислорода (н. у.).

**6.32.** Определите, какое количество вещества гидроксида меди(II) может быть получено, если взять 400 г 40%-ного раствора гидроксида натрия и 4 моль сульфата меди(II).

**6.33.** Вычислите массу сложного эфира, полученного из 200 мл 96%-ного раствора этанола (плотность 0,8 г/мл) и 120 г уксусной кислоты.

**6.34.** В лаборатории сероводород чаще всего получают действием раствора серной кислоты на сульфид железа(II). Вычислите объем сероводорода (н. у.), полученного из 30 г технического сульфида железа(II) (массовая доля FeS 95%) и 4,9 г серной кислоты.

**6.35.** Определите, какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) образуется при взаимодействии 12 г карбоната натрия с 9,8 г серной кислоты.

**6.36.** При сплавлении 15 кг кварцевой пыли ( $\text{SiO}_2$ ), содержащей 20% примесей, с 40 кг карбоната калия образовался силикат калия. Вычислите массу силиката калия.

**6.37.** К 300 г 10%-ного раствора гидроксида калия прилили 400 г 10%-ного раствора азотной кислоты. Вычислите количество вещества нитрата калия, образовавшегося при этом.

**6.38.** Какая соль образуется и чему равна ее масса, если через 100 мл 32%-ного раствора гидроксида кальция (плотность 1,32 г/мл) пропустить 5,6 л оксида углерода(IV) (н. у.)?

**6.39.** Определите, какое количество вещества сложного эфира можно получить при взаимодействии 10 г 92%-ного раствора муравьиной кислоты с 8 г 90%-ного раствора метилового спирта.

**6.40.** Для нитрования 0,4 моль толуола потребовалось 150 г 94,6%-ной азотной кислоты. Вычислите массу продукта.

**6.41.** Вычислите объем оксида углерода(IV), образующегося при взаимодействии 6 л ацетилена и 18 л кислорода. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**6.42.** Рассчитайте объем оксида углерода(IV) (н. у.), образующегося при взаимодействии 10 г этилена, содержащего 0,2% примеси, и 8 г кислорода.

**6.43.** Определите, какой объем ацетилена (н. у.) можно получить из 130 кг технического карбида кальция (массовая доля примесей 20%) и 9 кг воды.

**6.44.** При взаимодействии 9,2 г этанола с 5 г металлического натрия выделился водород. Вычислите массу и объем водорода (н. у.), выделившегося в результате этой реакции.

**6.45.** К 300 г 10%-ного раствора фенола прибавили 12 г гидроксида натрия. Вычислите массу образовавшегося фенолята натрия.

**6.46.** Вычислите массу глюконовой кислоты, которая образуется при нагревании 7,2 г глюкозы с 5 г гидроксида меди(II).

**6.47.** Вычислите массу соли, которая образуется при взаимодействии 30 г аминокислоты с 250 г 10%-ного раствора серной кислоты.

**6.48.** Определите массу сульфата аммония, который образуется при взаимодействии  $89,6 \text{ м}^3$  аммиака (н. у.) с  $400 \text{ г}$  80%-ного раствора серной кислоты.

**6.49.** К  $170 \text{ г}$  10%-ного раствора нитрата серебра прибавили  $120 \text{ г}$  соляной кислоты (массовая доля  $\text{HCl}$  равна 20%). Чему равна масса образовавшегося осадка? Какое вещество осталось в избытке? Вычислите его массу.

**6.50.** Найдите объем газа (н. у.), образовавшегося при взаимодействии  $20 \text{ г}$  технического сульфида железа(II), содержащего 12% примеси, с  $200 \text{ г}$  14,6%-ной соляной кислоты.

**6.51.** Вычислите объем тетрахлорэтана, образующегося при взаимодействии  $8 \text{ л}$  ацетилен и  $14 \text{ л}$  хлора. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**6.52.** Пропустили смесь  $12 \text{ мл}$  этилена и  $10 \text{ мл}$  водорода через никелевый катализатор. Определите объем этана, который при этом образовался. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

### *Внимание, тесты!*

**6.53.** Масса алкоголята, образующегося при взаимодействии  $5,75 \text{ г}$  натрия с  $60 \text{ мл}$  этанола ( $\rho = 0,8 \text{ г/мл}$ ), равна \_\_\_\_\_.

**6.54.** Масса углеводорода, полученного при нагревании  $48 \text{ г}$  2-бромбутана с  $7,67 \text{ г}$  натрия, равна \_\_\_\_\_.

**6.55.** Масса вещества, полученного при реакции  $11,2 \text{ л}$  этилена (н. у.) и  $90 \text{ г}$  брома, равна

- 1)  $0,094 \text{ г}$     2)  $94 \text{ г}$     3)  $0,198 \text{ кг}$     4)  $198 \text{ г}$

**6.56.** Объем водорода (н. у.), полученного при взаимодействии 1 моль фенола и 3 моль натрия, равен

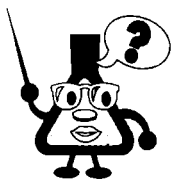
- 1)  $1,12 \text{ л}$     2)  $22,4 \text{ л}$     3)  $33,6 \text{ л}$     4)  $11,2 \text{ л}$

**6.57.** Количество вещества 2,4,6-триброманилина, полученного при взаимодействии 0,2 моль анилина и 0,03 моль брома, равно

- 1) 0,1 моль    2) 0,03 моль    3) 0,2 моль    4) 0,01 моль

*7. Расчеты по химическим уравнениям, связанные с массовой (объемной) долей выхода продукта реакции от теоретически возможного*

На практике продукта реакции всегда образуется меньше, чем следует ожидать по уравнению реакции. Причин может быть несколько: содержание примесей в исходных веществах, условия проведения реакции, особенности аппаратов и т. д.



**Массовая доля практического выхода** продукта ( $\eta$ ) — это отношение массы реально полученного продукта к массе продукта, рассчитанной по уравнению реакции (теоретический выход).

**Объемная доля практического выхода** продукта ( $\varphi$ ) — это отношение объема реально полученного газообразного продукта к объему продукта, рассчитанному по уравнению реакции (теоретический выход).

Массовая доля практического выхода продукта обозначается греческой буквой  $\eta$  (эта), объемная — греческой буквой  $\varphi$  (фи). Эти величины выражают в процентах или в долях единицы.

**Задача 1.** При взаимодействии 50 г 22%-ного раствора сульфида калия с избыточным количеством соляной кислоты выделилось 2 л сероводорода (н. у.). Чему равна объемная доля (в %) выхода данного продукта реакции от теоретически возможного?

Дано:

$$m(\text{р-ра } K_2S) = 50 \text{ г}$$

$$w(K_2S) = 22\% (0,22)$$

$$V(H_2S) = 2 \text{ л}$$

$\varphi$  — ?

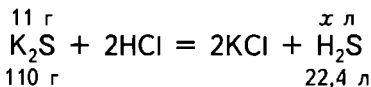
Решение:

1) Найдем массу сульфида калия, содержащегося в 50 г 22%-ного раствора:

$$m(K_2S) = 50 \text{ г} \cdot 0,22 = 11 \text{ г}$$

2) Вычислим теоретически возможный выход сероводорода в реакции соляной кислоты с 11 г сульфида калия.

Составим уравнение химической реакции; запишем над формулами данные, соответствующие условию задачи, а под формулами данные, соответствующие уравнению реакции:



$$M(K_2S) = 110 \text{ г/моль}$$

$$m(K_2S) = 110 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 110 \text{ г}$$

Составим и решим пропорцию:

$$110 \text{ г } K_2S \text{ — } 22,4 \text{ л } H_2S$$

$$11 \text{ г } K_2S \text{ — } x \text{ л } H_2S$$

$$x = \frac{11 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{110 \text{ г}} = 2,24 \text{ л}$$

Теоретически возможный выход сероводорода составляет 2,24 л.

3) Рассчитаем объемную долю выхода сероводорода от теоретически возможного:

2,24 л  $\text{H}_2\text{S}$  составляют 100%

2 л  $\text{H}_2\text{S}$  составляют  $x\%$

$$x = \frac{2 \text{ л} \cdot 100\%}{2,24 \text{ л}} = 89,3\%$$

**Ответ:** 89,3%.

**Задача 2.** Вычислите массу соли, образовавшейся в результате взаимодействия 11,2 г оксида кальция с раствором, содержащим 25,6 г азотной кислоты, если известно, что выход соли составил 80% от теоретически возможного.

Дано:

$$m(\text{CaO}) = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 25,6 \text{ г}$$

$$\eta(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 80\%$$

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = ?$$

Решение:

1) Определим, какое из реагирующих веществ полностью вступит в реакцию:

$$M_r(\text{CaO}) = 56; M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 56 \text{ г}$$

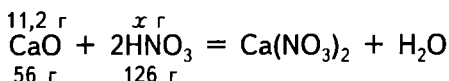
$$M_r(\text{HNO}_3) = 63; M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 63 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 126 \text{ г}$$

$$M_r(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164$$

$$M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 164 \text{ г}$$



$$11,2 \text{ г CaO} \text{ — } x \text{ г HNO}_3$$

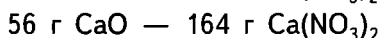
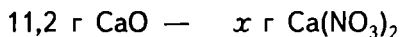
$$56 \text{ г CaO} \text{ — } 126 \text{ г HNO}_3$$

$$x = \frac{11,2 \text{ г} \cdot 126 \text{ г}}{56 \text{ г}} = 25,2 \text{ г}$$

Азотная кислота дана в избытке. Оксид кальция полностью вступил в реакцию, поэтому массу нитрата кальция будем рассчитывать по оксиду кальция.



2) Вычислим теоретически возможный выход соли:



$$x = \frac{11,2 \text{ г} \cdot 164 \text{ г}}{56 \text{ г}} = 32,8 \text{ г Ca(NO}_3)_2$$

3) Рассчитаем практический выход нитрата кальция:

$$32,8 \text{ г} \cdot 0,8 = 26,24 \text{ г}$$

**Ответ:** 26,24 г.

**Задача 3.** При получении этилового спирта реакцией гидратации этилена производственные потери составили 30%. Вычислите массу этилового спирта, полученного гидратацией 500 л этилена (н. у.).

Дано:

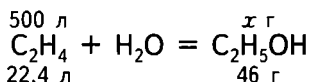
$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = 500 \text{ л}$$

$$\eta = 70\%$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \text{ — ?}$$

Решение:

1) Вычислим теоретически возможный выход продукта реакции:



$$x = \frac{500 \text{ л} \cdot 46 \text{ г}}{22,4 \text{ л}} = 1026,8 \text{ г C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

2) Вычислим практический выход этилового спирта:

$$100\% - 30\% = 70\% (0,7)$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1026,8 \text{ г} \cdot 0,7 = 718,76 \text{ г}$$

**Ответ:** 718,76 г.

### Решите самостоятельно

**7.1.** При взаимодействии 11,2 г железа с соляной кислотой выделилось 4,45 л водорода (н. у.). Вычислите объемную долю (в %) выхода водорода от теоретически возможного.

**7.2.** Вычислите массовую долю (в %) выхода хлорида аммония от теоретически возможного, если в реакцию с хлороводородом вступило 170 г аммиака и получилось 500 г хлорида аммония.

**7.3.** Вычислите объемную долю (в %) выхода оксида углерода(IV) от теоретически возможного, если известно, что при

полном сгорании  $2 \text{ м}^3$  метана получено  $1,9 \text{ м}^3$  оксида углерода(IV). (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**7.4.** Из 4,08 кг оксида алюминия получили 2 кг алюминия. Вычислите массовую долю (в %) выхода продукта реакции от теоретически возможного.

**7.5.** Из 11,2 кг азота получили 13 кг аммиака. Вычислите массовую долю (в %) выхода аммиака от теоретически возможного.

**7.6.** При восстановлении железа углеродом из 16 г оксида железа(III) выделилось 3 л оксида углерода(IV) (н. у.). Какова объемная доля (в %) выхода оксида углерода(IV) от теоретически возможного?

**7.7.** При нейтрализации 294 г серной кислоты гидроксидом натрия выделилось 400 г сульфата натрия. Какова массовая доля (в %) выхода соли от теоретически возможного?

**7.8.** При пропускании 7 л этилена с водородом над нагретым катализатором получили 6 л этана. Вычислите объемную долю (в %) выхода этана от теоретически возможного. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**7.9.** Вычислите массовую долю (в %) выхода бензола от теоретически возможного, если известно, что из 11,2 л ацетилена (н. у.) было получено 10 г бензола.

**7.10.** В лаборатории из 156 г бензола в результате реакции нитрования было получено 220 г нитробензола. Чему равен практический выход нитробензола (в %)?

**7.11.** Определите практический выход водорода, если для реакции взяли 2,3 г металлического натрия и этиловый спирт, при этом выделился 1 л водорода (н. у.).

**7.12.** При окислении 8,8 г уксусного альдегида аммиачным раствором оксида серебра получили 10 г уксусной кислоты. Вычислите массовую долю (в %) выхода кислоты от теоретически возможного.

**7.13.** При взаимодействии муравьиной кислоты количеством вещества 0,2 моль с магнием выделилось 2 л водорода (н. у.). Вычислите объемную долю (в %) выхода водорода от теоретически возможного.

**7.14.** При спиртовом брожении 2 моль глюкозы получили 180 г этилового спирта. Чему равен выход спирта от теоретически возможного?

**7.15.** При восстановлении 24,6 г нитробензола получено 18 г анилина. Вычислите массовую долю (в %) выхода анилина от теоретически возможного.

**7.16.** При взаимодействии этанола массой 27,6 г с оксидом меди(II) было получено 25 г уксусного альдегида. Вычислите массовую долю (в %) выхода альдегида от теоретически возможного.

**7.17.** При обжиге 1 т известняка, содержащего 20% примесей, получили 160 м<sup>3</sup> оксида углерода(IV) (н. у.). Вычислите объемную долю (в %) выхода газа от теоретически возможного.

**7.18.** При сливании 200 г 2%-ного раствора гидроксида натрия с раствором сульфата меди(II) получено 4 г гидроксида меди(II). Вычислите массовую долю (в %) выхода гидроксида меди(II) от теоретически возможного.

**7.19.** При взаимодействии цинка с 300 г 49%-ного раствора серной кислоты получили 1,2 моль соли. Вычислите массовую долю (в %) выхода соли от теоретически возможного.

**7.20.** При восстановлении водородом 40 г технического оксида меди(II), массовая доля примесей в котором составляет 20%, получили 20 г меди. Вычислите массовую долю (в %) выхода меди от теоретически возможного.

**7.21.** Из 240 г железного колчедана (FeS<sub>2</sub>), массовая доля примесей в котором 25%, получили 50 л оксида серы(IV) (н. у.). Вычислите объемную долю (в %) выхода газа от теоретически возможного.

**7.22.** При сжигании 1 кг угля, массовая доля углерода в котором 90%, образовалось 1,5 м<sup>3</sup> оксида углерода(IV) (н. у.). Вычислите объемную долю (в %) выхода оксида углерода(IV) от теоретически возможного.

**7.23.** При брожении 300 г технической глюкозы, массовая доля несахаристых веществ в которой составила 10%, получили 84 мл спирта (плотность 0,8 г/мл). Вычислите массовую долю (в %) выхода спирта от теоретически возможного.

**7.24.** При взаимодействии 37,5 г 40%-ного раствора формальдегида с гидроксидом меди(II) образовалось 20 г муравьиной кислоты. Вычислите массовую долю (в %) выхода спирта от теоретически возможного.

**7.25.** При взаимодействии 75 г технической уксусной кислоты, массовая доля примесей в которой равна 20%, с этиловым спиртом получили 0,8 моль уксусно-этилового эфира. Вычислите массовую долю (в %) выхода спирта от теоретически возможного.

**7.26.** На восстановление нитробензола пошло 5,6 л водорода (н. у.), при этом получили 10 г анилина. Каков выход анилина от теоретически возможного?

**7.27.** В лаборатории восстановили водородом 307,5 кг технического нитробензола, массовая доля чистого нитробензола в котором составляет 80%. При этом получили 17,6 кг анилина. Вычислите массовую долю (в %) выхода анилина от теоретически возможного.

**7.28.** При сжигании 6 л метиламина на воздухе (н. у.) получили 2,5 моль азота. Вычислите массовую долю (в %) выхода азота от теоретически возможного.

**7.29.** При обработке водой 16 г технического карбида кальция, содержащего 10% примесей, получили 4,5 л ацетилена (н. у.). Вычислите объемную долю (в %) выхода ацетилена от теоретически возможного.

**7.30.** Из 300 кг древесных опилок, содержащих 50% примесей (расчет вести по одному структурному звену молекулы целлюлозы), было получено 80 кг спирта. Вычислите массовую долю (в %) выхода спирта от теоретически возможного.

**7.31.** Вычислите объем аммиака, который получится при взаимодействии азота с 60 л водорода, если выход аммиака от теоретически возможного составляет 12%. (Объемы газов измерены при нормальных условиях.)

**7.32.** Вычислите массу серы, которая расходуется для получения 490 кг серной кислоты, если известно, что выход серы от теоретически возможного составляет 96%.

**7.33.** Вычислите массу 60%-ной азотной кислоты, которую можно получить из 68 кг аммиака, если выход продукта реакции от теоретически возможного составил 70%.

**7.34.** Вычислите массу кремния, который можно получить восстановлением 12 кг оксида кремния(IV) (массовая доля примесей в котором 16%) алюминием, если известно, что выход кремния составляет 62% от теоретически возможного.

**7.35.** Вычислите массу азотной кислоты, полученной при взаимодействии 130 г нитрата натрия с концентрированной серной кислотой, если массовая доля выхода азотной кислоты от теоретически возможного равна 0,8.

**7.36.** Какое количество вещества хлорида алюминия образовалось при взаимодействии алюминия с соляной кислотой, если в результате реакции выделилось 89,6 л водорода (н. у.)? Выход хлорида алюминия составляет 75% от теоретически возможного.

**7.37.** Вычислите массу дигидрофосфата кальция, который можно получить действием 196 кг фосфорной кислоты на фосфат кальция. Потери в производстве составляют 15%.

**7.38.** Вычислите количество вещества хлорида алюминия, полученного взаимодействием 4,48 л аммиака (н. у.) с соляной кислотой, если выход соли составляет 60% от теоретически возможного.

**7.39.** Вычислите объем оксида углерода(IV) (н. у.), который образуется при сжигании 1 кг угля, массовая доля углерода в котором 90%. Выход оксида углерода(IV) составляет 90% от теоретически возможного.

**7.40.** При бромировании бензола получили 251,2 г бромбензола, что составляет 80% от теоретически возможного выхода. Вычислите, какое количество вещества бензола вступило в реакцию.

**7.41.** Вычислите массу бензола, который можно получить из 50 л ацетилена (н. у.), если выход бензола составляет 90% от теоретически возможного.

**7.42.** Вычислите объем бензола (плотность 0,8 г/мл), который можно получить из 33,6 л ацетилена (н. у.), если выход бензола составляет 85% от теоретически возможного.

**7.43.** Какой объем водорода выделится (н. у.), если в реакцию с металлическим натрием вступило 115 мл этилового спирта, плотность которого 0,8 г/мл? Выход водорода составляет 60% от теоретически возможного.

**7.44.** Вычислите массу уксусного альдегида, который был окислен аммиачным раствором оксида серебра, если при этом получено 96 г уксусной кислоты, что составило 0,8 массовой доли от теоретически возможного выхода.

**7.45.** Вычислите количество вещества серебра, которое может выделиться при окислении 400 мл формалина, массовая доля формальдегида в котором 40%. Плотность раствора 1,3 г/мл. Массовая доля выхода серебра от теоретически возможного составляет 0,7.

**7.46.** Вычислите массу абрикосовой эссенции (сложный эфир масляной кислоты и этанола), если в реакцию вступило 440 г масляной кислоты. Выход эссенции составляет 90% от теоретически возможного.

**7.47.** Чему равна масса глюкозы, которую можно получить при переработке 2,4 кг картофеля (массовая доля крахмала в картофеле равна 20%), если известно, что выход глюкозы составляет 60% от теоретически возможного?

**7.48.** Вычислите объем 3%-ной бромной воды (плотность 1,02 г/мл), необходимой для получения 792 г триброманилина, что составляет 80% от теоретически возможного выхода.

**7.49.** Вычислите: а) количество вещества; б) массу сахарозы, которую подвергли полному гидролизу, если было получено 7,2 моль глюкозы, а потери в ее производстве составили 3%.

**7.50.** Рассчитайте массу уксусно-этилового эфира, образующегося при действии 120 г 70%-ного раствора уксусной кислоты на 80,5 мл 96%-ного раствора этилового спирта (плотность 0,78 г/мл), если выход продукта реакции составляет 75% от теоретического.

**7.51.** Смесь магниевых и медных стружек массой 3 г поместили в сосуд, содержащий 50 мл 24%-ного раствора уксусной кислоты (плотность 1,2 г/мл). Определите первоначальный состав смеси, считая, что вещества прореагировали полностью, и объем выделившегося газа (н. у.), если его выход равен 80% от теоретического.

**7.52.** Смесь этанола и этанала массой 10 г нагрели с достаточным количеством аммиачного раствора оксида серебра, в результате чего получили 3,24 г осадка, что составило 75% от теоретически возможного выхода. Определите состав смеси.

*Внимание, тесты!*

**7.53.** Масса полиэтилена, который можно получить из 2,24 м<sup>3</sup> этилена (н. у.) при 50%-ном выходе продукта, равна

- 1) 2,8 кг    2) 1,4 кг    3) 0,7 кг    4) 5,6 кг

**7.54.** Масса каучука, который можно получить из 5,6 м<sup>3</sup> дивинила (н. у.) при 50%-ном выходе продукта, равна

- 1) 52,25 кг    2) 13,5 кг    3) 6,75 кг    4) 108,5 кг

**7.55.** Объем хлороводорода, который можно получить при сгорании 2,24 л хлора (н. у.) в водороде при 80%-ном выходе продукта реакции, равен

- 1) 1,79 л    2) 22,4 л    3) 17,9 л    4) 0,8 л

**7.56.** Масса меди, которую можно получить из 40 г оксида меди(II) путем восстановления водородом при 70%-ном выходе продукта, равна

- 1) 32 г    2) 22,4 г    3) 64 г    4) 28 г

**7.57.** При взаимодействии 80 кг оксида железа(III) с оксидом углерода(II) получили 33,6 кг железа. Выход продукта составил

- 1) 42%    2) 48%    3) 60%    4) 56%

**7.58.** Масса алюминия, полученного электролизом расплава 102 кг оксида алюминия при 52%-ном выходе продукта, равна

- 1) 54 кг    2) 28,1 кг    3) 56,2 кг    4) 27 кг

**7.59.** Масса уксусно-этилового эфира, полученного из 30 г уксусной кислоты при 85%-ном выходе продукта, равна

- 1) 44 г    2) 25,5 г    3) 74,8 г    4) 37,4 г

**7.60.** Объем ацетилена (этина) (н. у.), полученного в результате гидролиза 128 г карбида кальция при 60%-ном выходе продукта, равен

- 1) 26,9 л    2) 15,6 л    3) 44,8 л    4) 22,4 л

**7.61.** При пропускании 100 л этина (н. у.) над активированным углем ( $t = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) получили 46,4 г бензола. Выход продукта от теоретически возможного составил

- 1) 46,4%    2) 40%    3) 59,5%    4) 13,3%

## ЧАСТЬ III. КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ

Качественные задачи по неорганической химии помещены в пособие «Задачник с «помощником» для 8—9 классов. В данном сборнике мы предлагаем качественные задачи по органической химии. Для их решения воспользуйтесь таблицей 1 «Качественные реакции на органические вещества» (см. *Приложение*).

### Выполните самостоятельно

#### *1. Проведение характерных реакций на органические вещества*

Проведите характерные реакции на следующие органические вещества: этилен, глицерин, фенол, формалин, муравьиная кислота, уксусная кислота, глюкоза, крахмал, белок.

#### *2. Определение состава и строения вещества*

**2.1.** Докажите опытным путем, что в состав данного органического вещества входят атомы углерода и водорода (метан, парафин, полиэтилен, крахмал, олеиновая кислота).

**2.2.** Докажите, что в соке зрелого яблока содержится глюкоза, что в составе растительного масла имеются органические вещества с двойной связью.

**2.3.** Докажите, что глюкоза является альдегидспиртом.

**2.4.** Испытайте раствор ацетата натрия индикатором. Какой вывод вы сделаете?

**2.5.** Докажите, что метаналь является альдегидом.

**2.6.** Докажите, что уксусная кислота относится к классу кислот.

**2.7.** Докажите практически взаимное влияние атомов в молекуле на примере толуола и фенола.

**2.8.** Докажите, что в состав машинного масла входят только предельные углеводороды, что в кусочке белого хлеба содержится крахмал.

**2.9.** Докажите, что в состав крекинг-бензина входят непредельные углеводороды.

**2.10.** Докажите, что глицерин является многоатомным спиртом.



### *3. Распознавание веществ*

#### **Выполните самостоятельно**

**3.1.** В двух склянках без этикеток находятся:

- а) муравьиная и уксусная кислоты;
- б) олеиновая и стеариновая кислоты;
- в) формалин и глицерин;
- г) формалин и глюкоза;
- д) глюкоза и белок;
- е) глюкоза и глицерин;
- ж) мыло и крахмал;
- з) животный жир и твердое мыло;
- и) шерстяная и хлопчатобумажная нити;
- к) капрон и хлопок;
- л) метан и этилен;
- м) иодная вода и раствор хлорида железа(III).

Распознайте эти вещества.

**3.2.** В трех склянках без этикеток находятся:

- а) формалин, глюкоза, мыло;
- б) крахмал, ацетат натрия, сахароза;
- в) глицерин, глюкоза, формалин;
- г) мыло, крахмал, глюкоза;
- д) глицерин, раствор фенола, метанол (распознайте по физическим свойствам);
- е) полиэтилен, поливинилхлорид, фенолформальдегидная пластмасса (распознайте по физическим свойствам);
- ж) полипропилен, полистирол, фенолформальдегидная смола;
- з) ацетатное волокно, капрон, хлопок;
- и) шерсть, капрон, хлопок.

Распознайте эти вещества.

**3.3.** Приведите по одному примеру органического и неорганического вещества, которые одинаково изменяют окраску выбранного вами индикатора. Ответ подтвердите химическими опытами.

**3.4.** Приведите по одному примеру органического и неорганического вещества, которые могут взаимодействовать со свежеприготовленным гидроксидом меди(II). Ответ подтвердите химическими опытами.

**3.5.** Назовите несколько органических веществ, которые можно определить с помощью свежеприготовленного гидроксида меди(II). С разрешения учителя проведите один-два опыта.

**3.6.** Назовите несколько органических веществ, для определения которых можно воспользоваться аммиачным раствором нитрата серебра. С разрешения учителя проведите химические опыты, подтверждающие ответ.

**3.7.** С какими из перечисленных веществ может вступать в химические реакции метиловый спирт: кислород, бромная вода, оксид меди(II), уксусная кислота, гидроксид меди(II), бензол, медь, хлорид меди(II)? Составьте необходимые уравнения химических реакций. С разрешения учителя проведите химические опыты, подтверждающие ответ.

**3.8.** С какими из перечисленных веществ может вступать в химические реакции муравьиная кислота: кислород, магний, карбонат натрия, этанол, формальдегид, аммиачный раствор нитрата серебра, гидроксид меди(II), соляная кислота? Составьте необходимые уравнения химических реакций. С разрешения учителя проведите химические опыты, подтверждающие ответ.

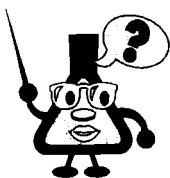
#### *4. Получение веществ*

**4.1.** Получите уксусную кислоту из ацетата натрия.

**4.2.** Получите ацетальдегид из этанола.

**4.3.** Получите мыло из стеариновой кислоты.

#### *5. Получение газообразных веществ и подтверждение химическими опытами их состава и свойств*



На практических работах по химии вам неоднократно приходилось получать газы: водород, кислород, хлор, хлороводород, оксид углерода(IV), аммиак, метан, этилен, ацетилен, сероводород, оксид серы(IV) и др. Среди них есть вещества бесцветные ( $\text{CO}_2$ ), окрашенные ( $\text{NO}_2$ ); легче воздуха ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) и тяжелее его ( $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ); очень хорошо растворимые в воде ( $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$ ), малорастворимые ( $\text{O}_2$ ) и плохо растворимые в воде ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ); с характерным запахом ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ) и без запаха ( $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ); оказывающие губительное воздействие на живые организмы ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) и жизненно необходимые для них ( $\text{O}_2$ , для растений —  $\text{CO}_2$ ).

Свойства газов разнообразны, но есть газы, обладающие сходными свойствами, и именно на этом основаны общие способы их получения, сбора и хранения.

В работе с газами недостаточно умения проводить пробирочные опыты; необходимо владеть более сложными практическими умениями — собирать приборы и работать с ними, учитывая особенности исходных веществ, условия протекания реакции и свойства получаемых газов.

Газы собирают двумя способами: вытеснением воздуха (рис. 1, а—б) и над водой (рис. 1, г).

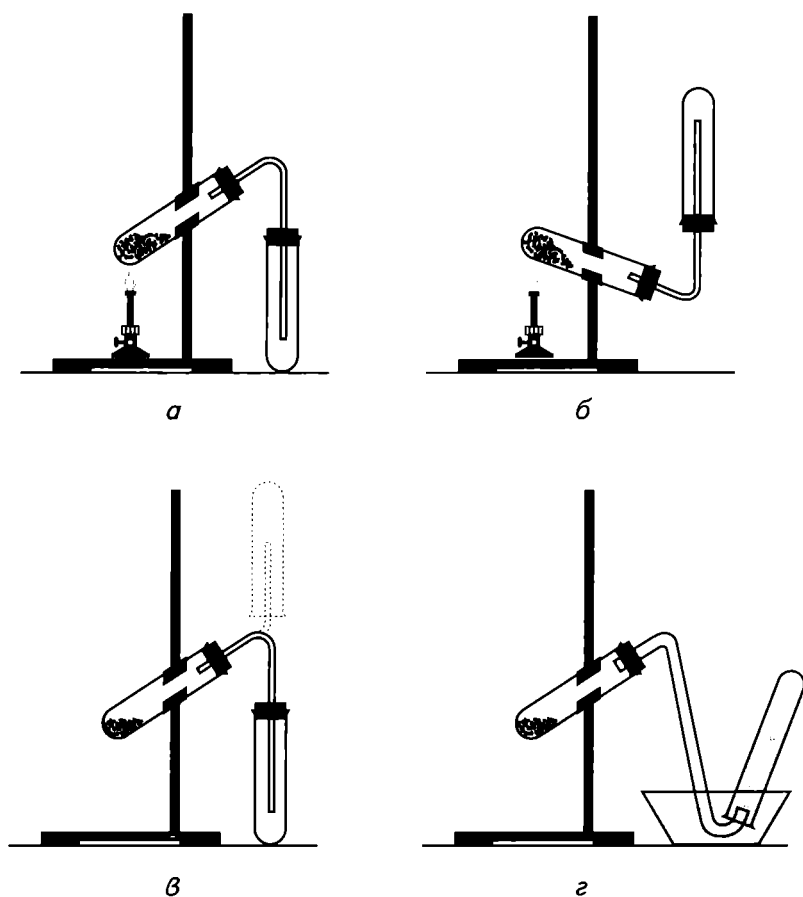


Рис. 1

Приборы для получения газов могут состоять не только из пробирок, но и из другой посуды: это могут быть круглодонные колбы с пробкой и отводной трубкой, колбы Бюрца, реторты и др. (рис. 2).

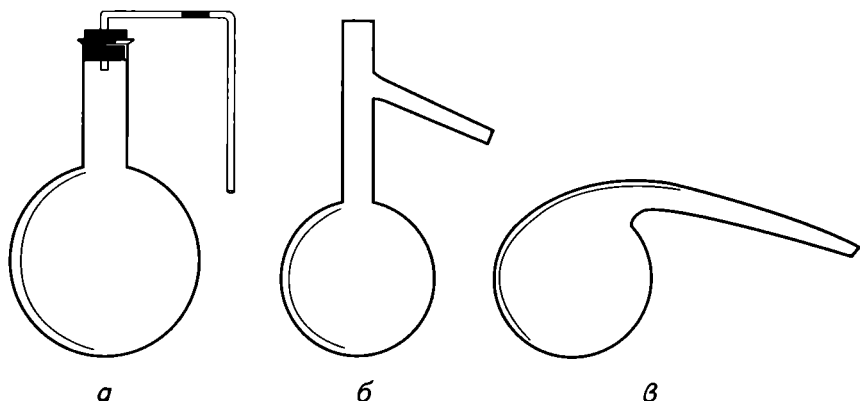


Рис. 2

**5.1.** Получите водород и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

- а) Получите водород взаимодействием кислоты и металла.
- б) Соберите водород в две пробирки либо вытеснением воздуха, либо над водой (по выбору). Проверьте газ на чистоту.
- в) Перелейте водород из одной пробирки в другую и подтвердите, что газ находится в другой пробирке.
- г) Закройте пробирку прибора пробкой с небольшой (3—5 см) отводной трубкой с оттянутым концом. Подожгите водород.

**5.2.** Получите кислород и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

- а) Получите кислород разложением перманганата калия.
- б) Соберите кислород в две пробирки над водой или вытеснением воздуха (по вашему выбору).
- в) Докажите, что собран кислород.
- г) Проверьте опытным путем, как горит сера (или уголек) на воздухе и в кислороде.
- д) В состав лучины входит сложное органическое вещество целлюлоза. Проверьте, как происходит горение лучины на воздухе и в кислороде.

**5.3.** Получите хлороводород и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

- а) Получите хлороводород реакцией обмена между концентрированной серной кислотой и кристаллической поваренной солью. Заполните хлороводородом две пробирки.

б) Опишите физические свойства хлороводорода, по которым можно определить наличие именно этого газа.

в) Проверьте опытным путем, как хлороводород растворяется в воде, и определите среду (щелочная, нейтральная или кислая) этого раствора.

г) Проведите качественные реакции с водным раствором хлороводорода (ион  $\text{H}^+$  и ион  $\text{Cl}^-$ ).

**5.4.** Получите аммиак и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

а) Получите аммиак реакцией обмена из смеси твердых веществ — хлорида аммония и гидроксида кальция.

б) Опишите физические свойства аммиака, по которым можно определить наличие именно этого газа.

в) Подтвердите опытным путем, насколько хорошо аммиак растворяется в воде, и определите среду (кислая, нейтральная или щелочная) его водного раствора.

г) Объясните, что такое возгонка, на примере вещества, которое используется в этой практической работе, а также на примере возгонки иода.

**5.5.** Получите углекислый газ и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

а) Получите оксид углерода(IV) реакцией обмена между мрамором и соляной кислотой.

б) Соберите газ в химический стакан вытеснением воздуха и докажете наличие газа.

в) Пропустите газ в раствор лакмуса и подтвердите опытным путем, какую среду (кислую, нейтральную или щелочную) образует водный раствор оксида углерода(IV).

г) Пропустите сначала небольшое количество оксида углерода(IV) в прозрачную свежеприготовленную известковую воду до появления признаков реакции. Затем отлейте пробу этого раствора и пропустите в него избыток оксида углерода(IV). От вновь полученного раствора также отлейте пробу и прокипятите ее.

**5.6.** Получите метан и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

а) Получите метан, используя смесь твердых веществ — ацетата натрия и гидроксида натрия.

б) Соберите метан над водой в две пробирки.

в) Подтвердите химическими опытами, что собранный газ горюч.

г) Проверьте действие метана на бромную воду и раствор перманганата калия.

**5.7.** Получите этилен и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

а) Исходные вещества для получения этилена — смесь этанола с концентрированной серной кислотой. Нагрейте  $2\text{ см}^3$  смеси в пробирке, закрытой пробкой с газоотводной трубкой, на слабом огне (держите пробирку над пламенем). Соберите этилен над водой в две пробирки.

б) Проверьте, как взаимодействует этилен с бромной водой.

в) Проверьте возможность окисления этилена раствором перманганата калия.

г) Проверьте горючесть этилена, собранного в пробирку.

**5.8.** Получите ацетилен и подтвердите химическими опытами его состав и свойства.

а) Получите ацетилен реакцией гидратации карбида кальция  $\text{CaC}_2$ .

б) Подожгите ацетилен у конца отводной трубки прибора, в котором получали этот газ. Опишите пламя ацетилена.

в) Докажите, что в состав ацетилена входят атомы углерода и водорода.

г) Пропустите ацетилен через бромную воду и раствор перманганата калия. Объясните наблюдаемые явления.

# Ответы

## Часть I

1.  $C_4H_{10}$ . 2.  $C_3H_8$ . 3.  $C_3H_6$ . 4.  $C_2H_4$ . 5. 26;  $C_2H_2$ . 6.  $C_2H_6$ .  
7.  $CH_3OH$ . 8.  $CH_2F_2$ . 9.  $C_4H_{10}$ . 10.  $C_4H_8$ . 11.  $C_2H_4O$ . 12.  $C_2H_5OH$ . 13.  $SO_3$ .  
14.  $Na_2SO_3$ . 15.  $N_2H_4$ . 24.  $C_3H_6O$ . 45.  $C_4H_{10}O$ .

## Часть II

- 1.1. 144 г. 1.4. 1,5 моль. 1.5. 12,5 моль, 325 г  $C_2H_2$ ; 37,5 моль, 75 г  $H_2$ ; 12,5 моль, 350 г  $C_2H_4$ . 1.6. 2,051 м<sup>3</sup>. 1.7. 32,5 л. 1.10. 93,7%.  
1.12. Недостаточно. 1.13. Недостаточно. 1.15. 50 л. 1.20. Достаточно.  
1.21. 0,1 моль; 2,6 г. 1.29. 2,64 г.

- 2.3. 10%. 2.4. 0,2 моль. 2.5. 0,01 моль. 2.9. 5 кг. 2.15. 2 моль.  
2.18. 29,75 моль. 2.22. 4,88 т. 2.30. 0,4 моль. 2.33. 0,036 моль.  
2.46. 19,14 г; 0,416 моль. 2.50. 8,25 г. 2.51. 55,44 г.

- 3.1. 120 г. 3.3. 208,8 г. 3.4. 152,7 г. 3.14. 159,5 г. 3.15. 92 г.  
3.16. 69,5 г. 3.30. 212 г. 3.34. 12,4 г. 3.35. 5,8 кг. 3.39. 39,6 г.  
3.49. 11,2 л. 3.50. 12 мл.

- 4.5. 44,8 л. 4.7. 350 кДж. 4.9. 4122 кДж; 9 моль. 4.11. 179,24 кДж;  
0,45 моль. 4.16. 8447,4 кДж; 403,2 л. 4.19. 100,45 г; 62,5 л; 460,38 кДж.  
4.22.  $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) = 4CO_2(g) + 6H_2O(g) + 2846$  кДж. 4.23.  $2C_2H_6(g) +$   
 $+ 7O_2(g) = 4CO_2(g) + 6H_2O(g) + 2846$  кДж. 4.26. 44200,82 кДж.  
4.31.  $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) = 4CO_2(g) + 2H_2O(g) + 2616$  кДж.

- 5.1.  $C_6H_{12}$ . 5.2.  $C_6H_{14}$ . 5.3.  $C_3H_8$ . 5.4.  $C_2H_4O$ . 5.5.  $C_5H_{10}O_2$ . 5.6.  $C_5H_{12}$ .  
5.7.  $C_6H_{12}O_6$ . 5.8.  $C_2H_6O$ . 5.9.  $CH_3N$ . 5.10.  $C_2H_7N$ . 5.11.  $C_2H_7N$ . 5.12.  $C_3H_6$ .  
5.13.  $C_3H_6$ . 5.14.  $C_2H_6$ . 5.15.  $C_6H_6$ . 5.16.  $C_2H_2$ . 5.17.  $C_3H_7OH$ . 5.18.  $C_6H_{12}$ .  
5.19.  $CH_2O$ . 5.20.  $C_2H_7N$ . 5.21.  $C_8H_{18}$ . 5.22.  $C_3H_6$ . 5.23.  $C_3H_6$ . 5.24.  $C_6H_6$ .  
5.25.  $C_6H_6$ . 5.26.  $C_5H_{12}O$ . 5.27.  $C_6H_{12}$ . 5.28.  $C_3H_7OH$ . 5.29.  $CS_2$ .  
5.30.  $CH_2Cl_2$ . 5.31.  $C_3H_8$ . 5.32.  $C_3H_6$ . 5.33.  $C_3H_7COOH$ . 5.34.  $C_2H_2$ .  
5.35.  $C_6H_6$ . 5.36.  $CH_2O$ . 5.37.  $C_3H_6$ . 5.38.  $C_3H_6$ . 5.39.  $CH_3OH$ . 5.40.  $C_2H_5OH$ .  
5.41.  $CH_3N$ . 5.42.  $C_2H_7N$ . 5.43.  $C_2H_6$ . 5.44.  $C_6H_6$ . 5.45.  $C_2H_4O$ . 5.46.  $C_4H_8O_2$ .  
5.47.  $CH_3N$ . 5.48.  $C_5H_{10}$ . 5.49.  $C_4H_8$ . 5.50.  $C_5H_5N$ .

- 6.1. 5,7 л. 6.2. 0,2 моль. 6.3. 3 л. 6.4. Кислую. 6.13. 3 л  $C_2H_6$ .  
6.15. Карбид кальция; 4,48 л. 6.24. 0,1 моль. 6.30. Может; 0,448 л.  
6.33. 176 г. 6.37. 0,5 моль. 6.38. 25 г  $KHCO_3$ . 6.39. 12 г. 6.40. 90,8 г.  
6.42. 3,73 л. 6.43. 5,6 м<sup>3</sup>. 6.45. 34,8 г. 6.48. 264 г. 6.49. 14,35 г;  
20,35 г  $HCl$  в избытке. 6.51. 7 л. 6.52. 10 мл. 6.53. 16,85 г.

- 7.3. 95%. 7.8. 85,7%. 7.9.  $\approx 77\%$ . 7.17. 89,2%. 7.18.  $\approx 82\%$ .  
7.23. 46,3%. 7.30. 85,1%. 7.32. 166,5 кг. 7.42. 41,4 мл. 7.49. 7,4 моль;  
2530,8 г.

## 1. Относительные молекулярные массы наиболее часто применяемых органических веществ

Радикал углеводорода (предельный)	H	CH <sub>3</sub>	Cl	Br	I	—OH	$-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix}$	$-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$	$-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}- \end{smallmatrix}$	—NO <sub>2</sub>	—NH <sub>2</sub>	Масса радикала углеводорода
H—	—	16	36,5	81	128	18	30	46	45	47	17	—
CH <sub>3</sub> —	16	30	50,5	95	142	32	44	60	59	61	31	15
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> —	30	44	64,5	109	156	46	58	74	73	75	45	29
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> —	44	58	78,5	123	170	60	72	88	87	89	59	43
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> —	58	72	92,5	137	184	74	86	102	101	103	73	57
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> —	72	86	106,5	151	198	88	100	116	115	117	87	71
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> —	86	100	120,5	165	212	102	114	130	129	131	101	85
C <sub>13</sub> H <sub>31</sub> —	212	226	246,5	291	338	228	240	256	255	257	227	211
C <sub>16</sub> H <sub>33</sub> —	226	240	260,5	305	352	242	254	270	269	271	241	225
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> —	240	254	274,5	319	366	256	268	284	283	285	255	239
CH <sub>2</sub> =CH—	28	42	62,5	107	154	44	56	72	71	73	43	27
CH <sub>2</sub> =CH—CH <sub>2</sub> —	42	56	76,5	121	168	58	70	86	85	87	57	41
CH <sub>2</sub> =CH—(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —	56	70	90,5	135	182	72	84	100	99	101	71	55
CH≡C—	26	40	60,5	115	152	42	54	70	69	71	41	25
CH≡C—CH <sub>2</sub> —	40	54	74,5	119	166	56	68	84	83	85	55	39
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> —	238	252	272,5	317	364	254	266	282	281	283	253	237



## 2. Относительные молекулярные массы неорганических соединений

	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
O <sup>2-</sup>			62	94	153	56	40	102	152	72	160	71	81	80	232	223
OH <sup>-</sup>	18	35	40	56	171	74	58	78	103	90	107	89	99	98	125	241
Cl <sup>-</sup>	36,5	53,5	58,5	74,5	208	111	95	133,5	158,5	127	162,5	126	136	135	143,5	278
Br <sup>-</sup>	81	98	103	119	297	200	184	267	292	216	296	215	225	224	188	367
I <sup>-</sup>	128	145	150	166	391	294	278	408	433	310	437	309	319	318	235	461
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	63	80	85	101	261	164	148	213	238	180	242	179	189	188	170	331
S <sup>2-</sup>	34	68	78	110	169	72	56	150	200	88	208	87	97	96	248	239
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	82	116	126	158	217	120	104	294	344	136	352	135	145	144	294	287
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	98	132	142	174	233	136	120	342	392	152	400	151	161	160	312	303
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	62	96	106	138	197	100	84	234	284	116	292	115	125	124	276	267
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	78	112	122	154	213	116	100	282	332	132	340	131	141	140	292	283
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	98	149	164	212	601	310	262	122	147	358	151	355	385	382	419	811

### 3. Качественные реакции на катионы и анионы

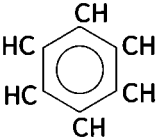
Определяемый ион	Реактив	Признаки реакции
<i>Реакции на катионы</i>		
$H^+$	Индикаторы: 1) метиловый оранжевый; 2) лакмус	Изменение окраски раствора: 1) на розовый;  2) на красный
$Ba^{2+}$	$SO_4^{2-}$	Белый мелкокристаллический осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $BaSO_4$
$Ag^+$	$Cl^-$	Белый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $AgCl$
$Fe^{2+}$	$OH^-$	Осадок грязно-зеленого цвета — $Fe(OH)_2$
	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	Осадок темно-синего цвета — $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$
$Fe^{3+}$	$OH^-$	Осадок темно-бурого цвета — $Fe(OH)_3$
	$[Fe(CN)_6]^{4-}$	Осадок темно-синего цвета — $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$
	$CNS^-$	Кроваво-красный раствор — $Fe(CNS)_3$
$Zn^{2+}$	$OH^-$ недостаток, по каплям	Белый осадок — $Zn(OH)_2$ , или $H_2ZnO_2$ , — растворимый в избытке щелочи (образуется раствор $Me_2^+[Zn(OH)_4]^{2-}$ )
$Al^{3+}$	$OH^-$ недостаток, по каплям	Белый осадок — $Al(OH)_3$ , или $H_3AlO_3$ , — растворимый в избытке щелочи (при этом образуется раствор $Me^+[Al(OH)_4]^-$ )
$Cr^{3+}$	$OH^-$ недостаток, по каплям	Серовато-голубой осадок — $Cr(OH)_3$ , или $H_3CrO_3$ , — растворимый в избытке щелочи (образуется раствор $Me^+[Cr(OH)_4]^-$ )

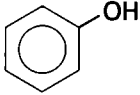
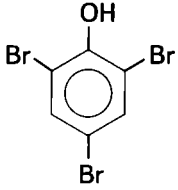
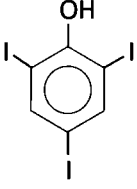
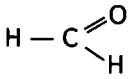
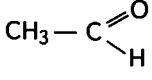
Определяемый ион	Реактив	Признаки реакции
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{OH}^-$	Голубой студенистый осадок — $\text{Cu}(\text{OH})_2$
	Проба на пламя	Изумрудно-зеленая окраска пламени
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{CO}_3^{2-}$	Белый осадок, растворимый в кислотах, — $\text{CaCO}_3$
	Проба на пламя	Кирпично-красная окраска пламени
$\text{NH}_4^+$	$\text{OH}^-$	Запах аммиака — $\text{NH}_3$
$\text{Na}^+$	Проба на пламя	Окраска пламени ярко-желтого цвета
$\text{K}^+$	Проба на пламя	Окраска пламени розово-фиолетовая, заметная через синее стекло
<i>Реакции на анионы</i>		
$\text{OH}^-$	Индикаторы: 1) лакмус; 2) метиловый оранжевый; 3) фенолфталеин	Изменение окраски раствора: 1) на синий; 2) на желтый; 3) на малиновый
$\text{Cl}^-$	$\text{Ag}^+$	Белый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $\text{AgCl}$
	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.)	Бесцветный газ, хорошо растворимый в воде, с резким характерным запахом — $\text{HCl}$
$\text{Br}^-$	$\text{Ag}^+$	Желтоватый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $\text{AgBr}$
	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.)	Бесцветный газ, хорошо растворимый в воде, с характерным запахом — $\text{HBr}$
$\text{I}^-$	$\text{Ag}^+$	Желтый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $\text{AgI}$

Определяемый ион	Реактив	Признаки реакции
$I^-$	$H_2SO_4$ (конц.)	Бесцветный газ, хорошо растворимый в воде, с характерным запахом — HI
	$Cl_2$	Бурого цвета раствор иода — $I_2$
	$Cl_2$ + крахмал (клейстер)	Посинение крахмала
$S^{2-}$	$H^+$	Газ с запахом тухлых яиц — $H_2S$
	$Cu^{2+}$	Черный осадок — $CuS$
	$Pb^{2+}$	Черный осадок — $PbS$
$NO_3^-$	$Cu^0$ , $H_2SO_4$ (конц.)	Бурый газ с неприятным резким запахом — $NO_2$
$SO_4^{2-}$	$Ba^{2+}$	Белый мелкокристаллический осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $BaSO_4$
$SO_3^{2-}$	$Ba^{2+}$	Белый мелкокристаллический осадок, растворимый в азотной кислоте, — $BaSO_3$
	$H^+$	Газ с резким запахом, обесцвечивает раствор фуксина или чернил — $SO_2$
$CO_3^{2-}$	$H^+$	Газ без запаха, не поддерживает горение, вызывает помутнение известковой воды — $CO_2$
$PO_4^{3-}$	$Ag^+$	Желтый осадок в щелочной среде — $Ag_3PO_4$
$CH_3COO^-$	$H_2SO_4$ (конц.), $H^+$	Летучая уксусная кислота с характерным запахом — $CH_3COOH$

#### 4. Качественные реакции на органические вещества

Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
<b>Алканы</b> $\text{CH}_4$ метан $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ этан $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ пропан и др.	Реакция замещения с галогенами	Выделение галогеноводорода — бесцветного газа, хорошо растворимого в воде (образуется галогеноводородная кислота)
	Реакция горения на воздухе или в кислороде	Бесцветное (голубое) пламя
	Реакция окисления раствором перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) или бромной водой	Не изменяют окраску раствора $\text{KMnO}_4$ и бромной воды
<b>Алкены</b> $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ этилен $\text{CH}_2=\text{CH—CH}_3$ пропилен и др.	Реакция присоединения галогенов ( $\text{Br}_2$ ) Реакция окисления раствором перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ )	Обесцвечивание бромной воды и раствора $\text{KMnO}_4$
<b>Алкины</b> $\text{HC}\equiv\text{CH}$ ацетилен и др.	Реакция присоединения галогенов ( $\text{Br}_2$ )	Обесцвечивание бромной воды
	Реакция окисления раствором перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ )	Обесцвечивание раствора $\text{KMnO}_4$
	Реакция замещения с аммиачным раствором оксида серебра (при нагревании)	Выпадение бурого осадка ацетиленида серебра
	Реакция горения на воздухе или в кислороде	Сильно коптящее пламя

Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
<b>Арены</b>  бензол	Реакция замещения с азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты	Образование светло-желтой жидкости с запахом горького миндаля (нитробензол)
	Реакция присоединения хлора при ярком освещении	Образование белого кристаллического вещества (гексахлорциклогексан)
	Реакция горения	Коптящее пламя
<b>Одноатомные спирты</b> $\text{CH}_3\text{OH}$ метанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ этанол и др.	Реакция горения	Бесцветное (голубое) пламя
	Реакция окисления оксидом меди(II)	Запах альдегида и образование красной меди
	Реакция замещения водорода в функциональной группе $-\text{OH}$ щелочным металлом	Выделение водорода
<b>Многоатомные спирты</b> $\begin{array}{cc} \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 \\   & &   \\ \text{OH} & & \text{OH} \end{array}$ этиленгликоль  $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{OH} \\   \\ \text{CH} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$ глицерин	Реакция восстановления свежеприготовленного гидроксида меди(II) в сильнощелочной среде	Растворение голубого осадка гидроксида меди(II) и образование раствора василькового цвета

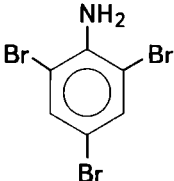
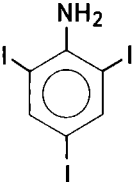
Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
<b>Фенол</b> 	Реакция замещения атомов водорода в кольце с бромной или иодной водой	Выпадение белого осадка трибромфенола (А) или желтоватого осадка трийодфенола (Б)  (А)  (Б)
	Реакция замещения водорода в функциональной группе —ОН с хлоридом железа(III)	Образование раствора фиолетового цвета (фенолят железа(III))
<b>Альдегиды</b> (муравьиный, уксусный и др.)  метаналь  этаналь и др.	Реакция окисления функциональной группы $\text{H}-\text{C}(=\text{O})$ аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)	Зеркальный налет на стенках пробирки (металлическое серебро)

Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
<b>Карбоновые предельные одноосновные кислоты</b>  $\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \\ \text{OH} \end{array}$ муравьиная кислота  $\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \\ \text{OH} \end{array}$ уксусная кислота	Отношение к индикаторам	Лакмус — красный цвет, метиловый оранжевый — розовый цвет (кислая среда)
	Реакция нейтрализации	Выделение теплоты
	Реакция с активным металлом	Выделение водорода
	Реакция этерификации	Запах сложного эфира
	Для муравьиной кислоты характерна реакция «серебряного зеркала» (реагирует подобно альдегиду)	Зеркальный налет на стенках пробирки (металлическое серебро)
<b>Высшие карбоновые кислоты</b>  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ пальмитиновая кислота  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ стеариновая кислота  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ олеиновая кислота	Отношение к индикаторам	Индикаторы не изменяют своей окраски
	Реакция нейтрализации	Образование мыла
	Реакция горения	Коптящее пламя
	Для олеиновой кислоты характерна реакция окисления бромной водой или перманганатом калия	Обесцвечивание раствора перманганата калия и бромной воды
<b>Сложные эфиры</b>  $\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \\ \text{O}-\text{R}_1 \end{array}$	Реакция горения	Бесцветное (голубое) пламя



Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
<b>Жиры</b> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{CO} - \text{R}_1 \\   \\ \text{HC} - \text{O} - \text{CO} - \text{R}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{CO} - \text{R}_3 \end{array}$	Реакция омыления	Запах эфира исчезает
	Реакция горения	Коптящее пламя
<b>Мыла</b> $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ стеарат натрия	Реакция омыления	Образование глицерина и солей высших карбоновых кислот (мыла)
	Отношение к индикаторам (гидролиз)	Фенолфталеин — малиновый цвет, лакмус — синий цвет (щелочная среда)
<b>Углеводы</b> Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ (\text{CHOH})_4 \\   \\ \text{C} = \text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	Реакция обмена с насыщенным раствором хлорида кальция	Появление на поверхности раствора серых хлопьев стеарата кальция
	Реакция на спиртовые группы —ОН со свежеприготовленным гидроксидом меди(II) (без нагревания)	Образование василькового (ярко-синего) раствора глюконата меди(II)
	Реакция на альдегидную группу со свежеприготовленным гидроксидом меди(II) (при нагревании)	Образование красного осадка оксида меди(I)
	Реакция окисления альдегидной группы аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)	Зеркальный налет на стенках пробирки

Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
<b>Сахароза</b> $C_{12}H_{22}O_{11}$	Реакция на спиртовые группы —ОН: а) со свежеприготовленным гидроксидом меди(II) без нагревания; б) с известковым молоком (суспензия гидроксида кальция в воде)	Образование ярко-синего раствора сахарата меди(II)  Исчезновение мути, образование прозрачного бесцветного раствора сахарата кальция
	Гидролиз сахарозы (в присутствии серной кислоты при нагревании)	Образование глюкозы и фруктозы. Обнаружение глюкозы качественными реакциями
<b>Крахмал</b> $(C_6H_{10}O_5)_n$	Реакция с иодной водой	Появление синего окрашивания
	Реакция на спиртовые группы —ОН со свежеприготовленным гидроксидом меди(II)	Образование ярко-синего раствора
	Гидролиз крахмала (в присутствии серной кислоты при нагревании)	Образование глюкозы. Обнаружение глюкозы с помощью качественных реакций
<b>Амины</b>  анилин	Реакция замещения атомов водорода в бензольном кольце галогеном (реактив — бромная или иодная вода)	Выпадение белого осадка триброманилина (А) или желтоватого осадка триоданилина (Б)

Класс органических соединений и определяемое вещество	Тип качественной реакции и реактив для определения вещества	Признаки реакции
		<div style="text-align: center;">  <p>(А)</p>  <p>(Б)</p> </div>
	Реакция со свежим раствором хлорной извести	Появление фиолетового окрашивания
	Реакция, доказывающая основные свойства анилина: взаимодействие с концентрированной соляной кислотой	Выпадение белого осадка хлористоводородного анилина
<b>Белки</b>  $\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & & \text{H} & & \\ &   & & &   & & \\ \dots & -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{N} & - & \text{C} & - \dots \\ &   & &    & &   & &   & \\ & \text{R}_1 & & \text{O} & & \text{H} & & \text{R}_2 & \end{array}$	Горение шерсти	Запах жженных перьев
	Нагревание раствора яичного белка	Свертывание белка
	Цветные реакции: а) ксантопротеиновая (кипячение с концентрированной азотной кислотой с последующим добавлением щелочи); б) биуретовая (взаимодействие с сульфатом меди (II) в щелочной среде)	Образовавшийся желтый осадок приобретает оранжевый цвет  Появление фиолетового окрашивания

# 5. Значения относительной электроотрицательности элементов (по Л. Полингу)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	H 2,1						(H)	He
II	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne
III	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar
IV	K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8
	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8	Kr
V	Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 2,1	Ru 2,2
	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	Xe 2,6
VI	Cs 0,7	Ba 0,9	La 1,0	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2
	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2	Rn
								Pt 2,2
								Rh 2,2
								Pb 2,2
								Ir 2,2

## 6. Физические величины, используемые при решении химических задач

Наименование величины	Единицы	Обозначение	Форма записи (с примером числового значения величины)
Количество вещества	моль	$\nu$ (ню), или $n$	$\nu$ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) = 1,6 моль
Масса вещества	мг, г, кг	$m$	$m$ ( $\text{CaO}$ ) = 60 кг
Молярная масса	г/моль, кг/моль	$M$	$M(\text{CO}_2)$ = 44 г/моль $M(\text{Ca})$ = 0,04 кг/моль
Молярный объем	л/моль, м <sup>3</sup> /моль	$V_M$	$V_M$ = 22,4 л/моль = = $22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль
Объем вещества, раствора	л, м <sup>3</sup> , мл	$V$	$V(\text{H}_2)$ = 10 л $V(\text{HCl})$ = 0,2 м <sup>3</sup>
Плотность вещества, раствора	г/мл, г/см <sup>3</sup> , кг/м <sup>3</sup>	$\rho$ (ро)	$\rho$ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) = 1 г/мл $\rho$ ( $\text{KOH}$ ) = 1062 кг/м <sup>3</sup> (раствор при 20 °C)
Относительная плотность	безразмерная	$D$	
Относительная атомная масса	безразмерная	$A_r$	$A_r(\text{Ca})$ = 40 $A_r(\text{C})$ = 12

Относительная молекулярная масса	безразмерная (в долях единицы или в %)	$M_r$	$M_r(\text{CaO}) = 56$ $M_r(\text{O}_2) = 32$	
Массовая доля растворенного вещества, элемента в соединении	безразмерная (в долях единицы или в %)	$w$	$w(\text{KOH}) = 0,45$ , $w(\text{C}) = 80\%$	
Выход вещества	безразмерная (в долях единицы или в %)	$\eta$ (эта)	$\eta(\text{NH}_3) = 0,25$ , $\eta(\text{NH}_3) = 25\%$	
Объемная доля газа в смеси	безразмерная (в долях единицы или в %)	$\varphi$ (фи)	$\varphi(\text{CH}_4) = 0,98$ , $\varphi(\text{CH}_4) = 98\%$	

7. Таблица растворимости солей, кислот и оснований в воде

Катион Анион	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	—	P	M	M	H	H	—	H	H	H	H
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	P	—	—	H	H	H	H	H	H	—
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	M	M	P	M	—	—	H	M	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	—	M	P	P	P
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	—	H	H	H	—	—
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	—	P	P	H	H	H	H	H	—	—	H	H	—	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

P — растворимое (> 1 г в 100 г воды);

M — малорастворимое (0,001 г — 1 г в 100 г воды);

H — нерастворимое (< 0,001 г в 100 г воды);

— — разлагается водой или не существует.

## 8. Соотношения между единицами массы и объема

Соотношения между единицами массы

1 тонна (т) = 1000 килограммов (кг)

1 центнер (ц) = 100 килограммов (кг)

1 килограмм (кг) = 1000 граммов (г)

1 грамм (г) = 1000 миллиграммов (мг)

Соотношения между единицами объема

1 куб. метр ( $\text{м}^3$ ) = 1000 куб. дециметров ( $\text{дм}^3$ ) =  
= 1 000 000 куб. см ( $\text{см}^3$ )

1 куб. дециметр ( $\text{дм}^3$ ) = 1000 куб. см ( $\text{см}^3$ )

1 литр (л) = 1 куб. дециметр ( $\text{дм}^3$ )

1 гектолитр (гЛ) = 100 литров (л)

## 9. Масса 1 л некоторых газов при нормальных условиях (г)

Азот 1,2504

Водород 0,08987

Воздух 1,2930

Оксид углерода(IV) 1,9643

Кислород 1,4290

Оксид азота(II) 1,3402

Оксид углерода(II) 1,2504

Сероводород 1,5392



Учебное издание

**Гара Наталья Николаевна**  
**Габрусева Надежда Ивановна**

## **ХИМИЯ**

**Задачник с «помощником»**  
**10—11 классы**

Пособие для учащихся  
общеобразовательных учреждений

**ЦЕНТР ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Руководитель Центра *В. И. Егудин*

Редактор *Л. Н. Кузнецова*

Внешнее оформление и макет *А. А. Барковской*

Художественный редактор *Е. А. Михайлова*

Техническое редактирование и компьютерная верстка *Л. В. Марушно*

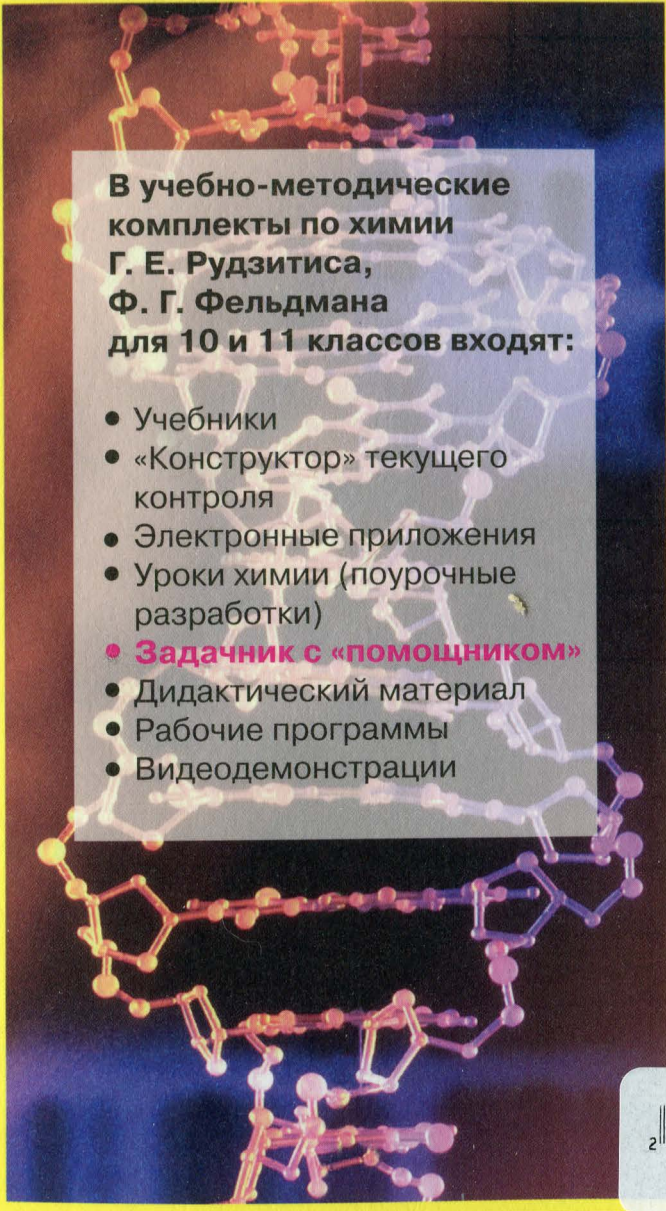
Корректоры *А. В. Рудакова, Г. Н. Смирнова*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 06.09.12. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага газетная. Гарнитура TextBookC. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 4,06. Тираж 3000 экз. Заказ № 3276.

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение». 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных издательством материалов в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР». 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.





**В учебно-методические  
комплекты по химии  
Г. Е. Рудзитиса,  
Ф. Г. Фельдмана  
для 10 и 11 классов входят:**

- Учебники
- «Конструктор» текущего контроля
- Электронные приложения
- Уроки химии (поурочные разработки)
- **Задачник с «помощником»**
- Дидактический материал
- Рабочие программы
- Видеодемонстрации

435941



2 050004 359411

У-35-4-7-1

1 шт | 165



**ПРОСВЕЩЕНИЕ**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

ISBN 978-5-09-029677-9



9 785090 296779