

В.Н. Пророков  
Л.П. Барбетова  
Н.И. Тименова  
В.В. Кузнецов

# ХИМИЯ

сборник вопросов и задач



Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Ивановский государственный химико-технологический университет

В. Н. ПРОРОКОВ, Л. П. БАРБЕТОВА,  
Н. И. ПИМЕНОВА, В. В. КУЗНЕЦОВ

# **Х И М И Я**

## **Сборник вопросов и задач**

Под редакцией В. Н. Пророкова

2-е издание,  
переработанное и дополненное

Иваново 2009

УДК 373.167.1:54

**Пророков В.Н.**

Химия. Сборник вопросов и задач: учебное пособие для старшеклассников / В.Н. Пророков, Л.П. Барбетова, Н.И. Пименова, В.Н. Кузнецов; под ред. В.Н. Пророкова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Изд. 2-е; перераб. и доп. – Иваново, 2009, – 172 с.  
ISBN 978-5-9616-0309-5

Предлагаемый сборник включает в себя вопросы, упражнения и задачи разного уровня сложности по всем основным разделам школьной программы по химии. Приводится решение типовых задач и к большинству задач даются ответы или указания к решению.

Пособие поможет учащимся привести в систему знания по химии, понять специфику химической науки, выработать логику мышления в процессе решения задач, осмысленно используя и закрепляя теоретический материал, а также подготовиться к сдаче выпускного экзамена и поступлению в вуз.

Предназначено для химического лицея и подготовительных курсов при ИГХТУ, учащихся старших классов общеобразовательных школ, лицеев, классов с углублённым изучением химии. Пособие может быть полезно учителям химии и студентам младших курсов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ГОУ ВПО Ивановского государственного химико-технологического университета.

*Рецензенты:* кафедра общей, биоорганической и биологической химии Ивановской государственной медицинской академии; профессор Л.А. Кочергина (Ивановский государственный химико-технологический университет).

ISBN 978-5-9616-0309-5

© ГОУ ВПО Ивановский  
государственный химико-  
технологический ун-т, 2009

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие предназначено для учащихся средних школ, лицеев и специализированных классов при вузах, будет полезно преподавателям химии, а также студентам младших курсов. Составлено в соответствии с программой курса химии в школах и других средних учебных заведениях.

Весь материал разбит на три части (I часть – «Общая химия», II часть – «Неорганическая химия», III часть – «Органическая химия»), каждая содержит вопросы и задачи по основным разделам химии. Решение предложенных задач позволяет глубже усвоить и научиться применять генетическую связь между различными классами соединений, систематизировать знания по химии, понять и полюбить её как науку, а преподавателю подготовиться к уроку.

Задания в разделах расположены в порядке повышения их сложности. Кроме упражнений по закреплению фундаментальных химических знаний, в пособие вошли оригинальные задачи и вопросы, задачи химических олимпиад, тестовый материал для подготовки к сдаче ЕГЭ по химии.

Большинство задач снабжено ответами и необходимыми указаниями к решению, а для оказания помощи в самостоятельной работе для некоторых задач представлены решения. Отдельный раздел посвящён типичным реакциям в органической химии.

Основная цель учебного пособия – сознательное усвоение теоретического материала по химии, формирование умения использовать теоретические знания при решении задач, развитие логического мышления, приобретение необходимых навыков работы с учебной литературой.

*Авторы*

# 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

**1.1.** Определите, какое количество вещества (моль) содержат:

- а) 25,8 г  $\text{HNO}_3$ ; б) 4,66 г  $\text{BaSO}_4$ ;  
в)  $7,2 \cdot 10^{15}$  молекул  $\text{N}_2$ ; г) 4,18 л (н.у.)  $\text{CO}_2$ .

**1.2.** Рассчитайте массу (в граммах):

- а) 4,5 моль  $\text{NH}_3$ ; б) 3,24 л (н.у.)  $\text{Ar}$ ;  
в)  $1,12 \cdot 10^{21}$  молекул  $\text{Cl}_2$ ; г) одного атома  $\text{Na}$ .

**1.3.** Определите, какой объем (в литрах, н.у.) занимают:

- а) 0,12 моль  $\text{H}_2\text{S}$ ; б)  $1,5 \cdot 10^{26}$  молекул  $\text{O}_2$ ;  
в) 3,14 г  $\text{N}_2$ ; г)  $5,4 \cdot 10^{21}$  молекул  $\text{CO}$ .

**1.4.** Определите, какое число молекул содержат:

- а) 1,25 моль  $\text{O}_2$ ; б) 8,96 л (н.у.)  $\text{H}_2$ ;  
в) 6,6 г  $\text{CO}_2$ ; г) 14,7 г  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

**1.5.** Сколько атомов кислорода содержится в 1 г сульфата натрия? Какова массовая доля ( $\omega$ ) кислорода в этом веществе?

**1.6.** Сколько атомов водорода содержится в 1 г сульфата аммония? Какова массовая доля ( $\omega$ ) водорода в этом веществе?

**1.7.** Сколько атомов фосфора содержится в 1 кг ортофосфата кальция  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ? Какова массовая доля ( $\omega$ ) фосфора в этом веществе?

**1.8.** Какое количество вещества атомов углерода и сколько молекул  $\text{C}_6\text{H}_6$  содержится в 15,6 г бензола?

**1.9.** Какое количество вещества атомов водорода и сколько молекул  $\text{CH}_3\text{COOH}$  содержится в 15,6 г уксусной кислоты?

**1.10.** Вычислите абсолютную массу атома углерода, молекулы кислорода, 100 молекул оксида углерода(IV).

**1.11.** Вычислите массу (в г): а) 1 атома кислорода, б) 1 л газообразного кислорода (н.у.), в) 22,4 л (н.у.) газовой смеси азота и аргона, объемная доля аргона в которой составляет 10%.

**1.12.** Сколько молекул содержится в 1,28 г оксида серы(IV) (сернистого газа)? Какой объем они занимают: а) при н.у., б) при  $t = 25^\circ\text{C}$  и  $p = 99$  кПа?

**1.13.** Сколько молекул содержится в 11 г оксида углерода(IV) (углекислого газа)? Какой объем они занимают: а) при н.у., б) при  $t = 27^\circ\text{C}$  и  $p = 125$  кПа?

**1.14.** Сколько молекул содержится в 1,12 л  $\text{SO}_2$  при н.у.? Вычислите массу этого количества сернистого газа, его плотность ( $\rho$ ) при нормальных условиях и относительную плотность по воздуху ( $D_{\text{возд}}$ ).



**1.15.** Сколько молекул содержится в  $1 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$  при н.у.? Вычислите массу этого количества углекислого газа, его плотность ( $\rho$ ) при нормальных условиях и относительную плотность по кислороду ( $D_{\text{O}_2}$ ).

**1.16.** Где содержится больше атомов водорода: в 1 л жидкой воды или в 100 л газообразного аммиака при нормальных условиях?

**1.17.** Где содержится больше атомов водорода: в 90 г воды, в 80 г метана или в 112 л газообразного аммиака (н.у.)?

**1.18.** Где больше атомов кислорода: а) в 1 г  $\text{H}_2\text{O}$  или в 1 г  $\text{CO}_2$ ; б) в 1 мл жидкой воды или в 1 л углекислого газа (н.у.)?

**1.19.** Вычислите, где содержится больше атомов азота: в  $1 \text{ м}^3$  (н.у.) воздуха (объёмная доля молекулярного азота в воздухе составляет 78%), в 2 кг нитрата аммония, или в 50 моль аммиака.

**1.20.** Вычислите, где содержится больше атомов углерода: в 1 л углекислого газа (н.у.), в 1 мл бензола (плотность 0,879 г/мл), или в алмазе массой 0,6 г.

**1.21.** Сколько атомов азота содержится: а) в 17 моль аммиака, б) в 17 г аммиака, в) в 17 л аммиака (н.у.)?

**1.22.** Сколько атомов водорода содержится: а) в 2 моль метана, б) в 2 г метана, в) в 2 л метана при  $T = 298 \text{ К}$  и  $p = 100 \text{ кПа}$ ?

**1.23.** Сколько атомов водорода содержится: а) в 5 моль бензола, б) в 5 г бензола, в) в 5 л бензола (плотность 0,88 г/мл)?

**1.24.** Какое количество вещества карбоната кальция, количество вещества атомов углерода и сколько атомов углерода содержится в 100г доломита  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ , содержащего 8% некарбонатных примесей?

**1.25.** Какое количество вещества  $\text{H}_2\text{O}$  содержится в 50 г пентагидрата сульфата меди(II)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ? Вычислите массовую долю кристаллизационной воды в этом соединении.

**1.26.** Какое количество вещества  $\text{H}_2\text{O}$  содержится в 6,44 г декагидрата сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (глауберовой соли)? Вычислите массовую долю кристаллизационной воды в этом соединении.

**1.27.** Какое количество вещества  $\text{H}_2\text{O}$  содержится в 0,5 моль декагидрата карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (соды)? Вычислите массовую долю безводной соли и её массу, содержащуюся в 0,5 кг данного кристаллогидрата.

**1.28.** Какое количество вещества  $\text{H}_2\text{O}$  и сколько атомов водорода содержится: а) в 1 л жидкой воды, б) в 100 л водяного пара при  $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $p = 100 \text{ кПа}$ ?

**1.29.** Какое количество вещества этана и сколько атомов водорода содержится: а) в 150 г этана, б) в 150 л этана при  $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $p = 750 \text{ мм рт. ст.}$ ?

**1.30.** В какой массе пропана содержится  $4,515 \cdot 10^{23}$  атомов углерода? Какой объём занимает данная масса пропана при нормальных условиях?

- 1.31.** В какой массе дигидрата сульфата кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипса) содержится  $3,62 \cdot 10^{22}$  атомов кислорода?
- 1.32.** Вычислите массу красного железняка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , содержащего 5,6 г железа.
- 1.33.** Молекула некоторого вещества имеет массу  $1,76 \cdot 10^{-22}$  г. Определите молярную и молекулярную массу вещества.
- 1.34.** Молекула некоторого вещества имеет массу  $4,65 \cdot 10^{-23}$  г. Вычислите молярную массу и относительную молекулярную массу этого вещества.
- 1.35.** Масса  $9,03 \cdot 10^{22}$  молекул вещества равна 14,7 г. Определите молярную и молекулярную массу вещества.
- 1.36.** Масса пяти молекул вещества равна  $1,496 \cdot 10^{-22}$  г. Определите молярную и молекулярную массу вещества.
- 1.37.** Масса 0,15 моль вещества равна 14,7 г. Определите молекулярную массу этого вещества.
- 1.38.** В каком количестве вещества оксида серы(IV) содержится такое же число атомов серы, что и в 1 кг дисульфида железа  $\text{FeS}_2$ ?
- 1.39.** В каком количестве вещества оксида серы(IV) содержится такое же число атомов серы, что и в 60 г пирита, содержащего 80%  $\text{FeS}_2$ ?
- 1.40.** В каком количестве вещества озона содержится такое же число атомов кислорода, что и в 1 л жидкой воды?
- 1.41.** Смесь состоит из 46 г этанола и 72 мл воды. Определите количество вещества атомов кислорода в смеси и их число. Плотность жидкой воды 1 г/мл.
- 1.42.** В каком объёме газообразного аммиака (при н.у.) содержится такое же число атомов азота, что и в 1 кг нитрата аммония (аммонийной селитры)?
- 1.43.** В каком количестве вещества бензола ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) и в каком объёме (н.у.) ацетилена ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) содержится столько же атомов углерода, сколько их содержится в алмазе массой 0,72 г?
- 1.44.** В какой массе глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  содержится столько же атомов, сколько их содержится в 5,6 литрах этана  $\text{C}_2\text{H}_6$  (н.у.)?
- 1.45.** В какой массе ортофосфорной кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4$  содержится столько же молекул, сколько всего атомов содержится в 4,26 г оксида фосфора(V)?
- 1.46.** В какой массе ортофосфорной кислоты содержится столько же молекул, сколько всех атомов содержится в 49 г серной кислоты?
- 1.47.** В каком объёме аммиака при нормальных условиях содержится столько же атомов водорода, сколько всех атомов содержится в 26,5 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
- 1.48.** Имеются образцы бензола и сульфида натрия, содержащие одинаковое число атомов. Во сколько раз масса одного из образцов больше массы другого?

**1.49.** Плотность некоторого газа по воздуху ( $D_{\text{возд}}$ ) равна 1,52. Вычислите массу  $1 \text{ м}^3$  этого газа при  $T = 283 \text{ К}$  и  $p = 106,6 \text{ кПа}$ . Какой это может быть газ?

**1.50.** Относительная плотность некоторого газа по водороду  $D_{\text{H}_2} = 22$ . Вычислите массу 1 л этого газа (при н.у.) и его относительную плотность по воздуху.

**1.51.** Масса 1 л газа при нормальных условиях равна 1,429 г. Вычислите молярную и молекулярную массу этого газа и его относительную плотность по азоту.

**1.52.** Масса 1 л воздуха при нормальных условиях равна 1,293 г. Вычислите молярную массу воздуха, его среднюю молекулярную массу и относительную плотность по кислороду.

**1.53.** Какой объём при нормальных условиях займет газовая смесь, состоящая из 0,6 моль хлора, 9,6 г кислорода и 11,2 г азота? Какова объёмная доля хлора в этой смеси?

**1.54.** Объёмная доля ( $\varphi$ ) кислорода в воздухе составляет 21%. Вычислите массовую долю ( $\omega$ ) кислорода в воздухе.

**1.55.** Объёмная доля ( $\varphi$ ) азота в воздухе составляет 78%. Вычислите массовую долю ( $\omega$ ) азота в воздухе.

**1.56.** Вычислите массу и объём (н.у.) смеси, содержащей  $1,2 \cdot 10^{24}$  молекул азота и  $2,4 \cdot 10^{23}$  атомов аргона. Определите её среднюю молекулярную массу.

**1.57.** Определите массу  $1 \text{ м}^3$  (н.у.) смеси, содержащей по объёму 24 % азота, 24 % водорода и 52 % аммиака. Сколько молекул азота и молекул водорода содержится в этой смеси? Какова средняя молекулярная масса этой смеси?

**1.58.** Плотность смеси озона и кислорода по гелию равна 9. Определите объёмные доли газов в этой смеси.

**1.59.** Один литр смеси CO и CO<sub>2</sub> (н.у.) имеет массу 1,43 г. Определите состав смеси в виде молярного соотношения веществ и в объёмных процентах.

**1.60.** Вычислите плотность по водороду газовой смеси, состоящей из 2,8 л азота и 5,6 л аргона. Объёмы газов приведены к н.у.

**1.61.** Вычислите объём при нормальных условиях и относительную плотность по воздуху газовой смеси, состоящей из 1,6 кг кислорода и 0,5 кг гелия.

**1.62.** Вычислите среднюю молекулярную массу газовой смеси, состоящей (по объёму) из 30% сероводорода и 70% азота.

**1.63.** Определите массу 8,2 л газовой смеси гелия, аргона и неона (н.у.), если на один атом гелия в смеси приходится два атома неона и три атома аргона.

**1.64.** Вычислите массу  $1 \text{ м}^3$  (н.у.) газовой смеси водорода и азота, в которой массовые доли компонентов одинаковы. Какова молярная масса этой смеси?



**1.65.** Смешали равные объёмы (при одинаковых условиях) газообразных кислорода и гелия. Вычислите массовые доли веществ в полученной смеси и её среднюю молекулярную массу.

**1.66.** Молярная масса газовой смеси, состоящей из аргона и гелия, равна 13 г/моль. Определите массу гелия в 11,2 л (н.у.) этой смеси.

**1.67.** При нормальных условиях масса 5,6 л газовой смеси, состоящей из криптона и гелия, равна 12 г. Определите объёмные доли газов в этой смеси.

**1.68.** Относительная плотность по воздуху газовой смеси  $\text{NO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_4$  равна 2,062. Вычислите состав ( $\varphi$ ) смеси.

**1.69.** Относительная плотность по водороду газовой смеси метана и пропана равна 11,5. Вычислите состав ( $\varphi$ ) смеси.

**1.70.** Масса газовой смеси оксидов углерода (II) и (IV) равна 29 г, объём смеси – 16,8 л (н.у.). Сколько молекул  $\text{CO}_2$  приходится на одну молекулу  $\text{CO}$  в этой смеси?

**1.71.** Плотность смеси озона и кислорода по водороду  $D_{\text{H}_2} = 18$ . Вычислите молярное (объёмное) соотношение и молярные (объёмные) доли газов в смеси.

**1.72.** Плотность смеси метана и этана по водороду равна 9,75. Сколько молекул метана приходится на одну молекулу этана, и каковы объёмные и массовые доли углеводородов в смеси?

**1.73.** Относительная плотность по водороду газовой смеси  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$   $D_{\text{H}_2} = 20$ . Вычислите, сколько молекул  $\text{CO}_2$  приходится на одну молекулу  $\text{CO}$  в этой смеси.

**1.74.** Относительная плотность по водороду газовой смеси водорода и гелия равна 1,25. Вычислите молярную долю гелия ( $\chi_{\text{He}}$ ) и численное соотношение атомов водорода и гелия в этой смеси.

**1.75.** Относительная плотность по гелию газовой смеси оксида серы(IV) и оксида серы(VI)  $D_{\text{He}} = 17$ . Вычислите численное соотношение *молекул* оксидов и общего числа *атомов* кислорода и серы в этой смеси.

**1.76.** Газовая смесь состоит из  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  в молярном соотношении 1:3 соответственно. Вычислите объёмные и массовые доли веществ в смеси и её молярную массу.

**1.77.** Смесь  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  объёмом 10 л, содержащую одинаковые количества вещества этих газов, пропустили над раскалённым углём. Вычислите приведенный к начальным условиям объём  $\text{CO}$  после реакции.

**1.78.** Смесь  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в молярном соотношении 2:3:1, соответственно, находится в сосуде объёмом 30 л при  $t = 25^\circ\text{C}$  и  $p = 99,1$  кПа. Вычислите массу смеси и её среднюю молекулярную массу.

**1.79.** Для сжигания 1 л (н.у.) смеси СО и СО<sub>2</sub> необходимо 0,25 л кислорода (н.у.). Определите объёмную и массовую долю диоксида углерода в этой смеси.

**1.80.** Относительная плотность смеси метана и этана по кислороду равна 0,675. Сколько литров кислорода потребуется для сжигания 2,8 л этой газовой смеси (объёмы газов относятся к одинаковым условиям)?

**1.81.** В реакторе смешали 100 мл воздуха и 50 мл водорода. После реакции и конденсации водяного пара объём газа составил 87,2 мл. Определите объёмную долю кислорода в исследуемом воздухе. Все объёмы газов измерены при нормальных условиях.

**1.82.** 100 м<sup>3</sup> газовой смеси азота и водорода, в которой вещества взяты в стехиометрических количествах для реакции синтеза аммиака, пропустили через колонну синтеза, при этом 10% смеси превратилось в аммиак. Определите объём конечной смеси и её состав (объёмные доли газов).

**1.83.** Исходный объём газовой смеси водорода и хлора был равен 600 мл. После реакции с образованием хлороводорода осталось 150 мл хлора. Объёмы измерены при н.у. Вычислите количества вещества ( $n$ ) и объёмные доли ( $\varphi$ ) газов в исходной смеси.

**1.84.** Взорвали смесь хлора и водорода, при этом образовалось 10 л хлороводорода (н.у.). Остаток непрореагировавшего газа был израсходован на восстановление оксида Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, массой 2,32 г, до железа. Определите объём и массу исходной смеси газов.

**1.85.** Исходный объём смеси оксида углерода(II) и кислорода был равен 1 л. После сгорания СО осталось 160 мл кислорода (объёмы газов приведены к н.у.). Определите объёмные доли ( $\varphi$ ) газов в исходной смеси и после реакции.

**1.86.** При взаимодействии 2 моль азота и 2 моль водорода образовалось 8,96 л (при н.у.) аммиака. Определите молярный состав ( $\chi$ , %) и объём (н.у.) полученной газовой смеси.

**1.87.** К 250 мл смеси NO и NO<sub>2</sub> добавили 100 мл O<sub>2</sub>. После реакции общий объём газовой смеси составил 300 мл (объёмы газов относятся к одинаковым условиям). Определите состав исходной смеси оксидов азота в объёмных и массовых долях.

**1.88.** К 5 л смеси моно- и диоксида углерода добавили 3 л кислорода и провели реакцию. Общий объём газовой смеси после реакции составил 7 л (при начальных условиях). Определите молярное соотношение газообразных веществ до и после реакции.

**1.89.** Смесь азота и водорода объёмом 100 м<sup>3</sup> (н.у.) пропустили через колонну синтеза аммиака. Объём полученной газовой смеси составил 75 м<sup>3</sup> (н.у.). Определите объёмную долю аммиака в полученной смеси.

**1.90.** При некоторой температуре плотность паров серы по воздуху  $D_{\text{возд}} = 6,62$ . Из скольких атомов состоит молекула серы при этих условиях?