

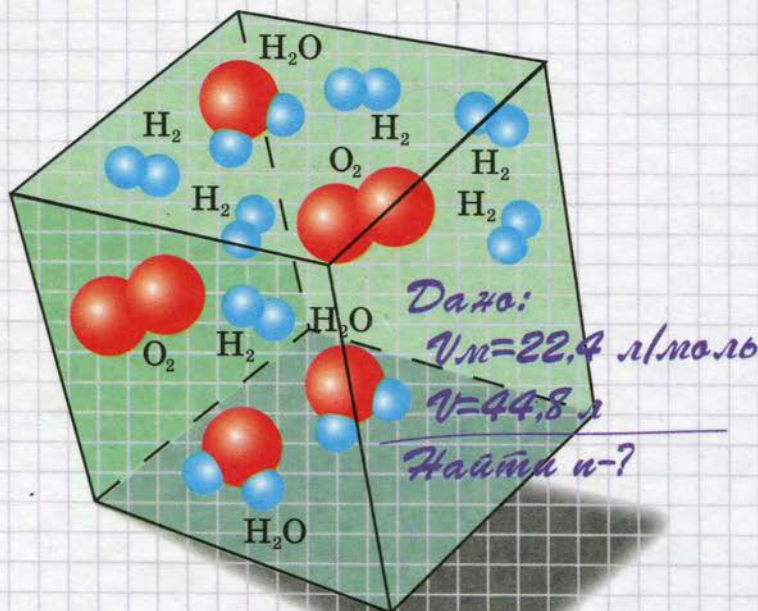
# Химия

Я. Л. Гольдфарб,  
Ю. В. Ходаков, Ю. Б. Додонов

Задачник

8-11

К Л А С С Ы



Д р о ф а

Задачник • 8-11 классы • Физико-математический факультет

**Задачники «Дрофы»**

**Я. Л. Гольдфарб,  
Ю. В. Ходаков, Ю. В. Додонов**

# **Химия**

**К Л А С С Ы**

# **8-11**

**Учебное пособие  
для общеобразовательных  
учреждений**

Допущено Департаментом  
общего и дошкольного образования  
Министерства образования Российской Федерации

5-е издание, стереотипное



**ДРОФА**  
Москва · 2005

УДК 373.167.1:54(076.1)  
ББК 24я721  
Г63

*Серия «Задачники «Дрофы»  
основана в 1996 году*

**Гольдфарб, Я. Л.**  
Г63 Химия. Задачник. 8—11 кл. : учеб. пособие для общеобразоват. учреждений / Я. Л. Гольдфарб, Ю. В. Ходаков, Ю. Б. Додонов. — 5-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2005. — 271, [1] с. : ил. — (Задачники «Дрофы»).

ISBN 5-7107-9531-3

Известный и популярный задачник для учащихся 8—11 классов содержит около 2000 разноуровневых задач, вопросов и упражнений с ответами по темам школьного курса химии. Используется современная терминология и номенклатура. Приведены примеры решения типовых расчетных задач.

УДК 373.167.1:54(076.1)  
ББК 24я721

ISBN 5-7107-9531-3

© ООО «Дрофа», 1999

## От издательства

Вниманию учащихся и учителей предлагается дополненное и переработанное издание широко известного «Сборника задач и упражнений по химии» *Я. Л. Гольдфарба, Ю. В. Ходакова, Ю. Б. Додонова*.

По сравнению с предыдущими изданиями исправлены устаревшие термины, уточнена номенклатура, а также заменены значения некоторых величин (эту работу проделал кандидат химических наук *Ю. Я. Гольдфарб*). Все усложненные расчетные задачи даны с ответами. Задачник дополнен алгоритмами решения типовых расчетных задач, которые разработала учитель химии школы № 583 г. Москвы *Г. Л. Сморгонская-Расулова*. Ею же решена значительная часть задач повышенной сложности.

При решении числовых задач можно ограничиться тремя значащими цифрами, исключая те случаи, когда из самого текста задачи вытекает необходимость в более точных ответах. Все объемы газов и паров отнесены к нормальным условиям ( $0^{\circ}\text{C}$  и  $101,3\text{ кПа}$ ). В каждой теме задачи расположены по нарастающей сложности и более трудные отмечены кружком  $\bigcirc$ . Задачи, требующие знаний последующих тем курса и предназначенные для повторения материала, отмечены кружком с точкой  $\odot$ . При расчетах пользуйтесь данными таблиц приложения.

Отзыв на выпуск нового издания сборника любезно согласился дать профессор, доктор химических наук *Л. И. Беленький* (Институт органической химии Российской академии наук), который сопровождал его следующим комментарием:

— Предлагаемая читателю книга в своем роде уникальна. В 1934 г. вышло первое издание учебного пособия *Я. Л. Гольдфарба* и *Л. М. Сморгонского* «Задачи и упражнения по химии». Подобного рода книги для средней школы нигде в мире ранее не издавались. Высокое качество этого пособия обеспечило ему завидную судьбу: в течение последующих 30 лет книга издавалась на русском языке 25 раз и была переведена на 34 языка народов СССР и некоторые иностранные языки. Книга трижды была капитально переработана профессором, доктором химических наук *Я. Л. Гольдфарбом* и профессором, доктором химических наук *Ю. В. Ходаковым* в соответствии с изменениями школьных программ и выходила с 1965 по 1978 г. 12 изданиями, а после 1982 г. была еще раз переработана при участии кандидата химических наук *Ю. Б. Додонова* и выпущена еще в пяти изданиях.

Общий тираж 42-х изданий «Сборника задач и упражнений по химии», на котором выросло несколько поколений школьников бывшего СССР, составил около 90 млн экземпляров.

Многолетний труд авторов, их талант, педагогическое мастерство и эрудиция позволили создать книгу, основные принципы которой при систематическом обновлении конкретного материала сохраняют свое значение до настоящего времени. Эта книга, содержащая около 2000 задач, отвечающая всем требованиям методики преподавания химии в средней школе и соответствующая современному состоянию химической науки, несомненно, привлечет внимание преподавателей и учеников в школах новой России.

# Первоначальные химические понятия



## Вещества

1-1. Из предложенных названий выпишите отдельно в два столбика названия физических тел (предметов) и химических веществ: мяч, золото, пластмасса, гвоздь, медь, стакан, резина, мел.

1-2. Приведите примеры предметов, изготовленных из: а) стекла; б) алюминия; в) резины; г) стали.

1-3. Если в ступке растереть отдельно поваренную соль и сахарный песок, то оба вещества внешне будут очень похожи. По каким свойствам их можно отличить друг от друга? (Пробовать на вкус вещества нельзя!)

1-4. По каким свойствам можно отличить между собой сталь, чугун и железо? Какие предметы из них изготавливают?

1-5. В чем сходны и чем отличаются по свойствам поваренная соль, пищевая сода и зубной порошок?

1-6. Имеются ли среди перечисленных ниже веществ химически чистые (индивидуальные) вещества: а) свободный от влаги и пыли воздух; б) профильтрованная речная вода; в) газированная вода? Ответ поясните.

1-7. Какие из перечисленных ниже веществ являются смесями, а какие чистыми веществами: а) гранит; б) сахарный песок; в) поваренная соль; г) дистиллированная вода?

○ 1-8. Как разделить следующие смеси, растертые в порошок:

а) мел и поваренную соль; б) речной песок, сахар и уголь?

○ 1-9. Составьте план разделения смеси трех веществ: медных, древесных и железных опилок.

○ 1-10. 5 г некоторого порошка растворили в малом объеме кипящей воды. При охлаждении из раствора выпало 3 г кристаллов. Они были отфильтрованы и снова растворены в таком же объеме кипящей воды; теперь при охлаждении выпало 2,9 г кристаллов. Был ли порошок чистым веществом или смесью?

○ 1-11. При взрыве смеси  $20 \text{ см}^3$  водорода с  $10 \text{ см}^3$  чистого кислорода получился остаток газа объемом  $3 \text{ см}^3$ . Был ли водород чистым? К ответу дайте пояснения.

○ 1-12. Путем тщательного смешения растертого в мелкий порошок медного купороса с порошкообразной серой можно получить порошок зеленого цвета, кажущийся совершенно однородным. Как отличить такой порошок от порошка малахита?

○ 1-13. Как выделить индивидуальные вещества из искусственной смеси, содержащей серу, железный купорос, оксид меди(II) и железные опилки? К ответу дайте пояснения.

## Физические и химические явления

1-14. К каким явлениям — физическим или химическим — следует отнести: а) образование инея на деревьях; б) образование зеленого налета на медных предметах; в) ржавление железа?

1-15. Какие факты свидетельствуют о том, что работа автомобильного двигателя связана с физическими и химическими явлениями? Ответ поясните.

1-16. Безводный сульфат меди — белого цвета. При добавлении к нему воды раствор разогревается и окрашивается в голубой цвет. Происходит ли при этом физическое или же химическое явление? Ответ поясните.

○ 1-17. В каком случае говорится о физическом явлении и в каком — о химическом: а) при пропускании электриче-

ского тока через водный раствор образовался кислород;  
б) при нагревании речной воды из нее выделился кислород?

○ 1-18. Какие явления наблюдаются при горении свечи? Образуются ли при этом новые вещества и если да, то какие и как доказать их наличие?

○ 1-19. Имеет ли место химическое превращение при получении кислорода: а) из жидкого воздуха; б) из оксида ртути(II); в) из перманганата калия? Ответ поясните.

○ 1-20. Имеет ли место химическое превращение при: а) перегонке воды; б) сухой перегонке древесины? Ответ поясните.

## Атомно-молекулярная теория

1-21. В поэме Тита Лукреция Кара «О природе вещей» (I в. до н. э.) существование в природе невидимых частичек доказывается следующими фактами:

Ветер, во-первых, неистово волны бичует,  
Рушит громады судов и небесные тучи разносит.  
...Стало быть, ветры — частицы, незримые нами,  
Раз и по свойствам своим и по действиям могут сравниться  
С водами мощных рек, обладающих видимым телом.  
...Далее, запахи мы обоняем различного рода,  
Хоть и не видим совсем, как в ноздри они проникают.  
...И наконец, на морском берегу, разбивающем волны,  
Платье сыреет всегда, а на солнце, вися, высыхает.  
Видеть, однако, нельзя, как влага на нем оседает,  
Как и не видно того, как от зноя она исчезает.  
Значит, дробится вода на такие мельчайшие части,  
Что недоступны они совершенно для нашего взора.

Упоминаются ли здесь химические явления? Как называются частицы, о которых говорится в сочинении, на языке современной науки?

1-22. В книге Роберта Бойля «О происхождении форм и качеств» (1666) содержится первое истолкование определенной химической реакции в свете учения об атомах: «Хотя атомы серы и ртути в веществе, называемом киноварью, тесно спаяны между собой, совместно улетучиваются при возгонке, не будучи разделяемы огнем... однако прекрасно



известно, что при тесном смешении киновари с железом атомы железа сильнее соединяются с атомами серы, чем эти последние были соединены до того с ртутью, и вследствие этого из ярко-красной киновари мы получаем ртуть». Где говорится о химическом и где — о физическом явлении? Каково химическое название киновари и вещества, получаемого из нее одновременно с ртутью в описанном опыте? Выразите эту реакцию химическим уравнением.

1-23. Джон Дальтон в многотомном труде «Новая система химической философии» (1808) изложил свои взгляды на строение вещества: «Уже одно наблюдение различных агрегатных состояний должно привести к тому заключению, что все тела состоят из колоссального количества крайне ничтожных частиц или атомов, связанных между собой более или менее значительной в зависимости от обстоятельств силой притяжения. Мы также не в состоянии сотворить или разрушить атом... Все изменения, которые мы можем производить, заключаются в разделении прежде связанных атомов и в соединении прежде разделенных атомов». Какая неточность содержится в этом отрывке с современной точки зрения на атом?

1-24. Приведите примеры частичек, которые можно называть и атомами и молекулами. Почему в этих случаях понятия «молекула» и «атом» совпадают?

1-25. Как объяснить, что газ, даже более тяжелый, чем воздух, нельзя сохранить в открытом сосуде?

1-26. На правой чашке весов (рис. 1) помещена открытая колба с углекислым газом, а на левой — точно такая же по массе и вместимости колба с водородом. Будет ли с течением времени изменяться положение чашек? Чем это объясняется?

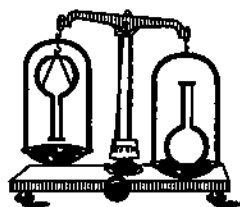


Рис. 1

О 1-27. Какие из приведенных ниже

слов можно и какие нельзя применять при описании свойств: а) вещества; б) молекулы: масса, плотность, размер, форма, летучесть, запах, вкус, температура плавления и кипения, окраска, электро- и теплопроводность, состав, твердость?

О 1-28. Как с позиций атомно-молекулярной теории можно объяснить следующие факты: а) распространение запа-

хов; б) диффузию; в) испарение и возгонку; г) изменение объема тел при изменении температуры; д) уменьшение суммарного объема при смешении некоторых жидкостей; е) упругие свойства мяча; ж) различную плотность вещества; з) различные химические свойства?

○ 1-29. Из предложенного списка выпишите в три столбика: а) вещества, состоящие из молекул; б) простые вещества, в которых мельчайшими частицами являются не молекулы, а атомы; в) вещества, состоящие из ионов, — иод, алмаз, кварц, вода, графит, бромид калия, сода, углекислый газ, серная кислота, аргон, оксид алюминия, сахар.

◎ 1-30. Из веществ, приведенных в задаче 1-29, выпишите отдельно те, которые имеют при нормальных условиях кристаллическое строение, и укажите вид решетки: атомная, молекулярная или ионная. Каким способом это можно установить?

## **Простые и сложные вещества**

1-31. Каких элементов в природе известно больше: металлов или неметаллов? Сколько из 109 элементов примерно тех и других?

1-32. По каким признакам и свойствам можно отличить металл от неметалла? Есть ли четкое различие между ними?

1-33. В справочнике указано, что в 100 г яичного желтка содержится 8,6 мг железа. Что здесь следует понимать под словом «железо» — простое вещество или химический элемент?

1-34. Каким образом можно доказать, что оксид ртути(II) — сложное вещество? Из атомов каких элементов он состоит?

1-35. В какой фразе говорится о кислороде как о простом веществе: а) рыба дышит кислородом, содержащимся в воде; б) кислород входит в состав большинства минералов?

1-36. Почему рыбы задыхаются в кипяченой воде, хотя в ее состав входит кислород?

**1-37.** Какие из перечисленных ниже веществ являются простыми и какие сложными: соль, вода, железо, мел, сера, сахар, графит, малахит, бронза, гранит, азот, медь?

**О 1-38.** Мел при прокаливании разлагается на негашеную известь и углекислый газ. Из каких химических элементов состоит мел?

**О 1-39.** При сгорании некоторого вещества в кислороде образуются углекислый газ, азот и вода. О присутствии каких химических элементов в веществе свидетельствует этот факт?

**О 1-40.** Можно ли из одного простого вещества получить другое, но тоже простое вещество? Какие факты можно привести в качестве доказательства, что получилось новое вещество?

**О 1-41.** Какие из перечисленных ниже веществ являются простыми, а какие сложными: апатит, алмаз, сода, кварц, известь, железо, уран, кислород, бензол, мрамор, рубин, парафин, полиэтилен?

**О 1-42.** Можно ли из одного сложного вещества получить другое сложное вещество с тем же самым качественным и количественным составом?

**О 1-43.** Алхимики в средние века безуспешно пытались превратить один элемент в другой, например медь в золото, а ртуть в серебро. Известны ли вам превращения одного химического элемента в другой?

## **Относительные атомные и молекулярные массы**

**1-44.** Что имеет большую массу: а) атом углерода или молекула воды; б) молекула воды или атом магния; в) атом иода или молекула кислорода?

**1-45.** Во сколько примерно раз масса молекулы азота меньше массы атома криптона?

**1-46.** Во сколько примерно раз масса атома аргона больше массы молекулы водорода?

**1-47.** В 1819 г. шведский ученый Йёнс Якоб Берцелиус опубликовал таблицу атомных весов (относительных атом-

ных масс), в которой для кислорода было принято значение 100. Какие числовые значения должны быть приписаны атомным массам водорода, углерода и серы, если исходить из указанного значения для кислорода?

1-48. Вычислите относительные молекулярные массы следующих веществ: углекислого газа  $\text{CO}_2$ , серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , пищевой соды  $\text{NaHCO}_3$ , уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

1-49. Углерод образует соединение с водородом. Относительная молекулярная масса этого соединения равна относительной атомной массе кислорода. Напишите формулу этого вещества.

О 1-50. Для определения относительных атомных масс азота и хлора пары летучего соединения — хлорида нитрозила  $\text{NOCl}$  были пропущены последовательно через нагретые трубки (предварительно взвешенные) с металлическим серебром, медью и кальцием. Увеличение масс трубок было соответственно равно 7,1, 3,2 и 2,8 г. Рассчитайте из этих данных относительные атомные массы хлора и азота, принимая относительную атомную массу кислорода равной 16.

© 1-51. Содержание кислорода, кремния, алюминия и кальция в земной коре по массе равно соответственно 47,00, 29,50, 8,05 и 2,96%. Исходя из приведенных данных, расположите эти элементы в ряд по числу атомов, приходящихся на каждый элемент. <http://kurokam.ru>

© 1-52. Распространенность химических элементов в земной коре характеризуется так называемыми кларками — атомными или массовыми. Первые указывают относительное содержание (в %) атомов, вторые — массовую долю элемента (в %). Для водорода, натрия и магния массовые кларки равны соответственно 1; 2,40; 2,35, а атомные — 16,00; 1,82; 1,72. Покажите, что между первым и вторым рядами чисел имеется соответствие.

© 1-53. Назовите известные вам вещества, для каждого из которых относительная молекулярная масса является суммой относительных молекулярных масс двух соединений.

© 1-54. Напишите формулы оксидов азота и углерода, имеющих одинаковую относительную молекулярную массу.

## Постоянство состава вещества

1-55. Сколько граммов сульфида железа  $\text{FeS}$  должно получиться, если взять для реакции 8 г серы и 28 г железа?

1-56. Сколько граммов порошков серы и цинка нужно взять, чтобы получить 194 г сульфида цинка  $\text{ZnS}$ ?

1-57. Французский химик Луи Жозеф Пруст (1766—1844) установил для элементов, образующих друг с другом два или более соединений, закономерность, согласно которой при переходе от одного соединения к другому изменение количественного состава происходит не непрерывно, а скачками. Приведите ряд соединений, содержащих два одинаковых элемента, и проиллюстрируйте эту закономерность.

1-58. Могут ли при образовании воды 2,68 г кислорода полностью прореагировать с 0,25 г водорода? Ответ поясните.

1-59. Из 1,59 г оксида меди(II) (полученного накаливанием меди в струе кислорода) при действии водорода образовалось 0,36 г воды. Из 1,99 г оксида меди(II) (полученного при нагревании малахита) образовалось при действии водорода 0,45 г воды. Соответствуют ли эти данные утверждению о постоянстве состава вещества?

© 1-60. В чистую предварительно взвешенную пробирку ввели немного оксида ртути(II) и взвесили — масса возросла на 2,17 г. После этого пробирку с содержимым нагревали в течение некоторого времени, затем дали ей остыть и снова взвесили. Оказалось, что теперь масса стала меньше ранее найденной на 0,12 г. Что осталось в пробирке после нагревания — чистая ртуть или же смесь ртути и оксида ртути(II)? Ответ поясните.

© 1-61. Смесь 10 мл водорода с 4 мл кислорода взорвана в замкнутом объеме. Какой газ останется после взрыва? Каков его объем?

## Вычисления по химическим формулам

1-62. Каково массовое отношение элементов в веществах, формулы которых: а)  $\text{CH}_4$ , б)  $\text{SO}_3$ , в)  $\text{CuO}$ , г)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , д)  $\text{CuSO}_4$ ?

1-63. Вычислите массовое отношение элементов в веществах, формулы которых: а)  $\text{MgO}$ , б)  $\text{H}_2\text{S}$ , в)  $\text{CO}_2$ , г)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , д)  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ .

1-64. В каком примерно массовом отношении нужно взять чистую серу и цинк, чтобы при образовании сульфида цинка  $\text{ZnS}$  вещества прореагировали без остатка?

1-65. Не прибегая к таблице относительных атомных масс, укажите, в каком из нижеперечисленных соединений содержится наибольшая и в каком наименьшая массовая доля железа (в %):  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Задачу решите устно.

1-66. Не прибегая к расчетам, найдите, в каком из соединений, формулы которых  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Pb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbSO}_4$ , наибольшая и в каком наименьшая массовая доля свинца. Задачу решите устно.

1-67. Чего больше по массе в медном колчедане  $\text{CuFeS}_2$ : меди или железа? Задачу решите устно.

1-68. Не производя вычислений массовой доли меди, оцените, в каком из соединений, формулы которых приведены ниже, она наибольшая:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CuSiO}_3$ ,  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

1-69. Порошок частично окисленного цинка содержит 0,5% кислорода по массе. Какова массовая доля металлического цинка в этом образце, если формула оксида цинка —  $\text{ZnO}$ ?

1-70. Железные руды относятся к богатым, если в них содержится железа более 50% по массе. Относится ли к богатым руда, в состав которой входит 60% магнитного железняка  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?

1-71. Месторождения марганца, содержащие менее 10% этого металла по массе, нецелесообразно разрабатывать,

т. е. их нельзя отнести к категории руды. Является ли рудным месторождение, содержащее 14% пиролюзита  $\text{MnO}_2$ ?

1-72. Медные руды считались богатыми, если содержали более 2% меди, и бедными, если содержали от 0,5 до 1% меди по массе. К богатым или бедным относятся руды, содержащие: а) 2,5% халькопирита  $\text{CuFeS}_2$ ; б) 3% борнита  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ; в) 2,5% куприта  $\text{Cu}_2\text{O}$ ; г) 3% халькозина  $\text{Cu}_2\text{S}$ ?

1-73. Вычислите массовую долю каждого элемента в мраморе, состав которого отвечает формуле  $\text{CaCO}_3$ .

1-74. Какова массовая доля кислорода в соединениях, формулы которых: а)  $\text{SO}_2$ ; б)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; в)  $\text{CO}$ ?

1-75. Вычислите массовую долю каждого элемента в сульфате магния  $\text{MgSO}_4$  и в карбонате железа  $\text{FeCO}_3$ .

1-76. Какова массовая доля воды в мирабилите, имеющем состав  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ?

1-77. Оцените, чего больше по массе в железном купоросе  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — воды или безводного сульфата железа (не вычисляя их массовые доли).

○ 1-78. Чему равно число  $n$  в формуле кристаллогидрата  $\text{K}_2\text{S} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , если содержание воды в нем составляет 45%?

○ 1-79. Вычислите содержание каждого элемента (в % по массе) в преципитате, состав которого соответствует формуле  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Какова массовая доля воды в этом соединении?

○ 1-80. Установите формулу муравьиной кислоты, если известно, что массовое отношение водорода, углерода и кислорода в ней составляет 1 : 6 : 16.

○ 1-81. В натуральном жемчуге массовое отношение кальция, углерода и кислорода равно 10 : 3 : 12. Какую формулу можно предложить для этого вещества?

○ 1-82. При применении в качестве микроудобрения медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  было достигнуто увеличение урожая одной травянистой культуры. Какая масса меди вносится в почву с 10 кг указанной соли (содержащей около 4% примесей по массе)?

© 1-83. Внесение 0,3 кг бора на 1 га полностью излечивает лен от бактериоза (болезни растений, вызываемой бактериями) и повышает урожай семян и волокна льна. Вычислите, сколько килограммов буры  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необходимо взять для внесения в почву 0,3 кг бора.

© 1-84. В чем выше массовая доля серы: в сульфате меди, сульфате натрия, серной кислоте или сульфате калия?

© 1-85. Вычислите содержание каждого элемента в сульфате аммония (в % по массе).

© 1-86. Определите простейшую формулу соединения, имеющего состав (в % по массе): К — 39,7, Мп — 27,9 и О — 32,4.

© 1-87. Какова формула поташа, если состав (в % по массе) этого вещества равен: К — 56,6; С — 8,7; О — 34,8?

### Понятие о количестве вещества

1-88. Сколько примерно атомов содержится в 0,5 моль углерода?

1-89. Какому числу атомов соответствует 0,25 моль железа?

1-90. Вычислите, сколько атомов содержится в 2 моль меди.

1-91. Определите число молекул воды, которое соответствует количеству вещества 10 моль.

1-92. Сколько примерно нужно взять молекул углекислого газа  $\text{CO}_2$ , чтобы количество вещества соответствовало 1,5 моль?

1-93. В каком случае масса вещества больше, если взять:  
а) 1 моль атомов алюминия; б) 1 моль атомов железа;  
в) 1 моль атомов ртути?

1-94. Вычислите массу вещества, соответствующую 4 моль атомов углерода.

© 1-95. Какова масса 0,5 моль молекул воды?

© 1-96. Сколько примерно атомов содержит 1 моль молекул углекислого газа  $\text{CO}_2$ ?



О 1-97. В каком случае масса вещества больше, если взять:  
а) 3 моль атомов углерода; б) 2,5 моль молекул воды; в) 2 моль молекул углекислого газа; г) 0,5 моль атомов ртути?

## Валентность

1-98. Какова валентность азота, фосфора, хлора, кремния и серы в соединениях, формулы которых  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ?

1-99. Какова валентность элементов в соединениях, формулы которых  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{SnS}_2$ ,  $\text{P}_2\text{S}_5$ ?

1-100. Назовите элементы, являющиеся в следующих соединениях а) одновалентными, б) двухвалентными, в) трехвалентными, г) четырехвалентными, д) пятивалентными:



1-101. Напишите формулы соединений с водородом следующих элементов: а) азота(III); б) кремния(IV); в) серы(II); г) брома(I).

1-102. Напишите формулы соединений с кислородом следующих элементов: а) серебра (I); б) магния (II); в) фосфора(V); г) кремния(IV); д) алюминия(III); е) марганца(VII); ж) серы(VI); з) осмия(VIII).

1-103. С одновалентным фтором ксенон образует соединения, в которых он двух-, четырех- и шестивалентен. Напишите формулы этих соединений.

О 1-104. В соединении кремния с водородом на 1 г водорода приходится 7 г кремния. Относительная атомная масса кремния 28. Какова формула этого соединения и валентность кремния в нем?

О 1-105. В соединении кремния с кислородом на 16 г кислорода приходится 14 г кремния. Какова формула этого соединения и валентность кремния в нем, если относительная атомная масса кремния равна 28?

О 1-106. На 16 г кислорода в одном из оксидов азота приходится 14 г, в другом — 7 г азота. Каковы формулы этих соединений и валентность азота в том и другом оксиде, если относительная атомная масса азота равна 14?

© 1-107. Напишите формулы: а) двух оксидов золота, в одном из которых золото одновалентно, а в другом — трехвалентно; б) оксида бария(II); в) двух оксидов серы, в одном из которых сера четырехвалентна, а в другом — шестивалентна.

© 1-108. Фосфор образует с хлором соединения состава  $\text{PCl}_3$  и  $\text{PCl}_5$ . Напишите формулы оксидов фосфора, в которых фосфор проявляет такие же значения валентности, как и в указанных соединениях с хлором.

© 1-109. Определите валентность каждого элемента в следующих соединениях: в нитрате цинка, в сульфате алюминия, в дихромате аммония и в гидроортофосфате кальция.

### **Сохранение массы веществ при химических реакциях**

1-110. Сколько граммов углекислого газа выделилось при разложении 2,21 г малахита, если при этом образовалось 1,59 г оксида меди(II) и 0,18 г воды?

1-111. Сколько граммов оксида меди(II), воды и углекислого газа должно получиться при разложении 111 г малахита  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ?

1-112. Какая масса воды образуется при действии водорода на: а) 10 г оксида меди  $\text{Cu}_2\text{O}$  и б) 10 г оксида меди  $\text{CuO}$ ?

1-113. Сколько граммов воды разложилось при действии электрического тока, если получилось: а) 2 г водорода, б) 2 г кислорода?

1-114. Основоположник советской космонавтики в нашей стране К. Э. Циолковский в качестве источника энергии для движения ракет в космосе предложил использовать горение водорода в кислороде. В каком соотношении по объему и по массе нужно подавать водород и кислород в камеру сгорания ракетного двигателя, чтобы не было перерасхода ни одного, ни другого газа?

1-115. При восстановлении водородом оксида меди  $\text{Cu}_2\text{O}$  и соединения свинца  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  в каждом случае было получено

по 3,6 г паров воды. Сколько граммов каждого из веществ было взято?

1-116. Какие массы оксида железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и оксида олова  $\text{SnO}_2$  нужно взять, чтобы при восстановлении углем получить по 10 г каждого металла?

О 1-117. В токе водорода нагревали 18,47 г оксида свинца(II). После того как нагревание было прекращено, масса оставшегося оксида и образовавшегося свинца составила 18,07 г. Какая масса воды образовалась в этом опыте?

О 1-118. Немного смеси малахита и порошка алюминия прокалили на воздухе, но общая масса при этом не изменилась. Как это объяснить? Каково содержание в первоначальной смеси малахита и алюминия (в % по массе)?

О 1-119. При сжигании 2 г смеси серы и угля образовалось 6 г смеси сернистого газа и углекислого газа. Сколько граммов серы и угля было в первоначальной смеси?

О 1-120. При раздельном восстановлении оксидов  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и  $\text{PbO}_2$  оксидом углерода(II) при нагревании было получено по 10 г каждого металла. Какой объем оксида углерода был израсходован?

О 1-121. При нагревании оксида ртути(II) с углем получается газ, не поддерживающий дыхания, в котором гаснет зажженная лучинка и при пропускании которого в известковую воду она мутнеет. Какое еще вещество получается при нагревании? Сколько граммов каждого из исходных веществ нужно взять, чтобы получить 5,6 л этого газа? Напишите уравнения реакций.

О 1-122. Докажите справедливость утверждения М. В. Ломоносова, что при химических реакциях массы веществ практически сохраняются, на следующих примерах: а) при взаимодействии цинка с соляной кислотой масса образующегося хлорида цинка меньше массы цинка и кислоты, вступивших в реакцию; б) масса продуктов крекинга нефти не может быть больше массы взятой нефти, а масса продуктов сгорания всегда больше массы сгоревшей нефти; в) превращение белого фосфора в красный и красного в белый не сопровождается изменением массы.

© 1-123. При прокаливании на воздухе известняка масса твердого вещества уменьшается, а при прокаливании железа — увеличивается. Не противоречит ли это утверждениям М. В. Ломоносова о сохранении массы веществ? Дайте обоснованный ответ.

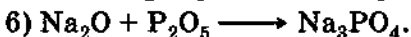
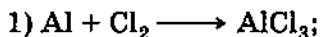
## Типы химических реакций

1-124. Приведите примеры образования оксида меди(II) в результате реакции: а) соединения; б) разложения.

1-125. Приведите примеры образования водорода в результате реакции: а) разложения; б) замещения.

1-126. Если оксид кальция образуется при нагревании карбоната кальция, то его масса меньше, чем масса взятого вещества; если же оксид образуется при нагревании кальция на воздухе, то его масса больше, чем масса взятого вещества. Какого типа реакции происходят в этих двух случаях?

1-127. Проставьте коэффициенты в следующих схемах реакций, определите, к какому типу относится каждая из реакций:



1-128. К какому типу химической реакции относится образование углекислого газа в результате: а) взаимодействия угля с оксидом меди; б) прокалывания известняка; в) сжигания угля; г) горения угарного газа?

О 1-129. Приведите примеры образования кислорода в результате реакций разложения.

О 1-130. В одну часть герметически закрытого прибора (рис. 2) поместили 1,35 г порошка алюминия, а в другую — оксид сереб-

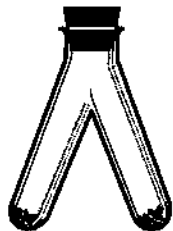
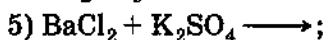
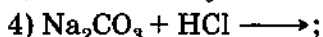
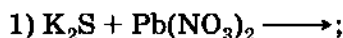


Рис. 2

ра и одновременно прокалили. К какому типу реакций относится процесс в каждой части прибора и сколько граммов оксида серебра было взято, если состав воздуха в приборе не изменился?

О 1-131. По каким внешним признакам можно судить, что произошла химическая реакция при взаимодействии следующих пар веществ:



Напишите, какие вещества образуются, расставьте коэффициенты и укажите, к какому типу реакций относится каждая из них.

О 1-132. К какому типу химических реакций относится образование воды в результате: а) горения водорода в воздухе; б) взаимодействия оксида цинка с водородом; в) нагревания гидроксида меди(II); г) взаимодействия серной кислоты с гидроксидом бария; д) нагревания медного купороса?

О 1-133. Приведите два примера реакций соединения, которые сопровождаются окислением-восстановлением участвующих в реакции веществ.

О 1-134. Приведите два примера реакций разложения, которые не связаны с процессом окисления-восстановления.

О 1-135. Изменяются ли степени окисления элементов при: а) соединении железа с серой; б) разложении воды?

О 1-136. Возможны ли реакции замещения с участием простого вещества, которые не связаны с процессом окисления-восстановления?

# Кислород. Воздух. Горение



## Способы получения кислорода

**2-1.** В начале прошлого века кислород получали из минерала пиролюзита — оксида марганца(IV), либо накаливанием его в каменной реторте (при этом пиролюзит отдает  $1/3$  содержащегося в нем кислорода), либо нагреванием с концентрированной серной кислотой (при этом пиролюзит отдает  $1/2$  своего кислорода). Выразите обе реакции уравнениями и проверьте путем расчета следующее утверждение, записанное в химическом словаре Рихтера (1803): «Пиролюзит при прокаливании дает примерно наполовину больше кислорода, чем красная окись ртути». Какие вещества образуются при этом?

**2-2.** В каком из природных соединений содержится больше всего кислорода (в % по массе)? В каком из искусственно получаемых соединений кислорода еще больше?

**2-3.** Можно ли составить уравнение, отражающее процесс получения кислорода из жидкого воздуха?

**2-4.** Сколько тонн воздуха нужно переработать в установке для получения  $1 \text{ млн м}^3$  кислорода? Степень извлечения кислорода из воздуха 95%, кислорода в воздухе содержится 23% по массе.

**2-5.** Как поставить опыт, который позволил бы убедиться, что технический кислород содержит небольшую примесь инертных газов?

**2-6.** Приведите уравнения реакций получения кислорода путем: а) нагревания твердых соединений без катализатора; б) нагревания твердого соединения в присутствии катализатора; в) разложения соединения в присутствии катализатора при обычной температуре.

© 2-7. В лаборатории кислород можно получить электролизом воды, в которую добавлено немного гидроксида натрия. Какой объем кислорода получится при электролитическом разложении 1 л воды?

© 2-8. При нагревании оксида ртути(II)  $\text{HgO}$ , перманганата калия  $\text{KMnO}_4$ , бертолетовой соли  $\text{KClO}_3$  и нитрата натрия  $\text{NaNO}_3$  образуется кислород. Сколько граммов каждого вещества нужно взять, чтобы получить по 1 л кислорода?

© 2-9. На подводных лодках кислород получают за счет реакций надпероксида калия  $\text{KO}_2$  и пероксида натрия  $\text{Na}_2\text{O}_2$  с углекислым газом, образующимся при дыхании. Вычислите, какой объем кислорода можно получить из пероксида натрия  $\text{Na}_2\text{O}_2$  массой 1 кг.

## Свойства кислорода

2-10. Назовите известные вам простые вещества: а) взаимодействующие с кислородом при обычных температурах; б) взаимодействующие с кислородом при повышенных температурах; в) непосредственно не соединяющиеся с кислородом.

2-11. Металлический натрий горит в кислороде с образованием пероксида натрия —  $\text{Na}_2\text{O}_2$ . Напишите уравнение реакции и определите, массовая доля какого элемента в пероксиде больше — натрия или кислорода.

2-12. Можно ли сказать, что кислород при обычной температуре довольно инертное вещество? Приведите примеры.

2-13. Какое известное вам простое вещество не горит на воздухе, но активно горит в атмосфере кислорода? Приведите уравнение химической реакции.

2-14. Сколько граммов воды образуется при взрыве смеси 2 г водорода и 20 г кислорода?

○ 2-15. Для обнаружения примеси водорода в кислороде можно применить прибор, схема которого представлена на рисунке 3. При наличии водорода стрелка гальванометра отклоняется

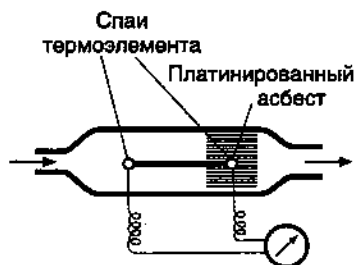


Рис. 3

тем больше, чем больше водорода примешано к кислороду. Платинированный асбест, над которым пропускается исследуемый кислород, играет при этом роль катализатора. Разъясните действие этого прибора.

О 2-16. Пероксид водорода  $H_2O_2$  может быть использован взамен жидкого кислорода. Рассчитайте, сколько килограммов пероксида водорода (в расчете на 100% -ный  $H_2O_2$ ) потребуется для полного сгорания 1 кг жидкого топлива следующего состава: углерода 37%, водорода 13%, кислорода 50% (по массе).

О 2-17. В эвдиометре взорвана смесь 4 мл водорода с 4 мл кислорода. Какой газ останется после взрыва? Каков его объем?

О 2-18. При 20 °C в 100 мл воды растворяется около 3 мл кислорода. Вычислите, какая масса кислорода может раствориться в 1 м<sup>3</sup> воды.

О 2-19. Кислород, предназначенный для сварки и резки металлов, должен быть свободным от влаги. Можно ли для осушения кислорода применять: а) обезвоженный медный купорос; б) оксид кальция; в) оксид меди(II)? Дайте обоснованный ответ и напишите уравнения возможных реакций.

## Применение кислорода

2-20. В медицинской практике используется воздух, обогащенный кислородом, объемная доля которого достигает 0,7. В каком объемном соотношении должны поступать для этого к пациенту воздух и чистый кислород?

2-21. Сколько килограммов кислорода  $O_2$  было израсходовано при сгорании каменного угля, если образовалась 1 т оксида углерода(IV)  $CO_2$ ?

О 2-22. Кислород широко применяется в металлургии для выплавки стали из чугуна, при этом углерод, содержащийся в чугуне, превращается в оксид углерода(IV)  $CO_2$ . Вычислите, сколько килограммов кислорода расходуется на одну тонну чугуна, если выгорает 4% углерода.

О 2-23. Вместимость медицинской кислородной подушки около 15 л (при н. у.). Вычислите, сколько минут можно ею



пользоваться, если при дыхании человек расходует примерно  $\frac{1}{3}$  грамма кислорода  $O_2$  в 1 мин.

© 2-24. Какой объем кислорода вступит в реакцию при сгорании  $14 \text{ м}^3$  смеси водорода с оксидом углерода  $CO$ ?

© 2-25. «Гелиевый воздух» — смесь одного объема кислорода и четырех объемов гелия — используется для лечения некоторых заболеваний и применяется водолазами при работе на глубине. Легче или тяжелее обычного такой воздух и во сколько раз?

© 2-26. Какой примерно объем воздуха необходим для полного сгорания  $1 \text{ м}^3$  газа следующего состава (в % по объему): 95 метана, 3 азота, 1 этана и 1 углекислого газа?

## Состав воздуха

2-27. М. В. Ломоносов, обжигая металлы в «запаянных накрепко стеклянных сосудах», обнаружил остаток воздуха, не соединяющийся с металлом. Каков состав этого остатка?

2-28. Для определения содержания кислорода в воздухе 100 мл его были смешаны с 50 мл водорода и смесь взорвана. После сжигания воды остаток (азот, инертные газы и излишек водорода), приведенный к прежней температуре и давлению, составлял 87 мл. Определите, сколько кислорода в исследованном образце воздуха (в % по объему).

© 2-29. Общее давление атмосферы представляет собой сумму давлений составляющих ее газов. Каково числовое значение давления кислорода?

© 2-30. Какой воздух легче: сухой или влажный (содержащий водяные пары)? Дайте обоснованный ответ.

© 2-31. Приняв среднюю относительную молекулярную массу воздуха равной 29, вычислите массу  $1 \text{ м}^3$  сухого воздуха при нормальных условиях.

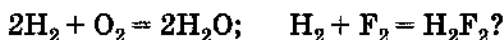
© 2-32. Зная содержание газов в воздухе в объемных долях, вычислите примерную массу азота, кислорода, инертных газов (считая на аргон) и углекислого газа в  $1 \text{ м}^3$  воздуха.

## Горение

2-33. Назовите по крайней мере два газообразных вещества, в атмосфере которых оказался бы горючим газом кислород.

2-34. Укажите, какие из следующих высказываний верны и какие ошибочны: а) горение в чистом кислороде происходит с большей скоростью, чем в атмосфере; б) при сгорании данного количества вещества в кислороде достигаемая температура выше, чем при сгорании его в воздухе; в) горение может происходить не только с участием кислорода, но и с участием других веществ; г) горение происходит лишь при участии по меньшей мере двух веществ.

2-35. В чем сходны между собой реакции, выраженные уравнениями:



2-36. Опишите случаи, когда кислород: а) заметно не реагирует с другими веществами; б) действует медленно; в) действует быстро; г) очень быстро, со взрывом.

2-37. Почему природный газ горит на воздухе синеватым, почти невидимым пламенем (например, в газовой плите), а керосин — ярким, коптящим пламенем?

О 2-38. При окислении газообразного аммиака  $\text{NH}_3$  кислородом в присутствии катализатора образуется оксид азота  $\text{NO}$  и вода. Какой объем кислорода вступает в реакцию с 20 л аммиака?

О 2-39. В одном из газообразных соединений азота горючие вещества горят, как в кислороде. Формула этого соединения была установлена на основании следующих измерений: при сгорании угля в определенном объеме соединения образуется такой же объем азота и вдвое меньший объем углекислого газа. Установите формулу соединения.

О 2-40. А. Лавуазье определил с химической точки зрения жизнь как медленное горение. Подтвердите это, составив и сравнив словесные схемы реакций, происходящих при сгорании в воздухе обычных горючих веществ и при окислении органических веществ в нашем организме в процессе дыхания.

© 2-41. Какой объем кислорода будет израсходован при сгорании  $1 \text{ м}^3$  водяного газа следующего состава (в % по объему):  $\text{H}_2$  — 49,  $\text{CO}$  — 44,  $\text{N}_2$  — 4,  $\text{CO}_2$  — 3?

© 2-42. Окислителем или восстановителем является сера в следующих превращениях:



Ответ объясните.

© 2-43. Что представляет собой горение с химической точки зрения? Каковы внешние признаки этого процесса?

© 2-44. Для тушения пожаров применяется негорючая жидкость, представляющая собой соединение углерода с хлором. Валентность углерода в этом соединении такая же, как и в углекислом газе. Назовите это вещество и рассчитайте относительную плотность его паров по воздуху.

## Использование воздуха

2-45. Какой объем жидкого азота ( $\rho^* = 0,81 \text{ г/см}^3$ ) можно получить из  $1 \text{ м}^3$  воздуха ( $\rho = 1,29 \text{ г/л}$ ), считая, что массовая доля азота в воздухе равна 0,755?

© 2-46. При сжигании угля в избытке кислорода или воздуха не происходит изменения объема (если сравнение объемов производится при одинаковой температуре). Объясните почему.

© 2-47. Уголь сожжен в четырехкратном объеме воздуха по сравнению с теоретически необходимым. Рассчитайте состав образовавшейся газовой смеси (в объемных долях).

© 2-48. Какой объем воздуха требуется по расчету для полного сгорания 1 кг антрацита следующего состава (в % по массе): углерода — 96, водорода — 2, кислорода — 1 и азота — 1?

© 2-49. Считая для простоты, что бензин состоит из смеси изомерных гептанов, рассчитайте: а) в каком объемном отношении должны быть смешаны в двигателе внутреннего сгорания пары бензина с воздухом для полного сгорания

---

\* Греческой буквой  $\rho$  («ро») обозначают плотность вещества — физическую величину, равную отношению его массы к объему:  $\rho = m/V$ .

бензина; б) какой объем воздуха расходуется на полное сгорание 1 г бензина.

⊙ 2-50. Какой объем воздуха необходим по расчету для полного сгорания 1 м<sup>3</sup> метана до углекислого газа и воды?

⊙ 2-51. Какой объем воздуха необходим для сгорания 1 м<sup>3</sup> природного газа следующего состава (в % по объему): метана — 98, углекислого газа и азота — 1,4, этана — 0,4 и пропана — 0,2?

⊙ 2-52. Смесь метана с воздухом взрывоопасна при содержании метана от 5% по объему (нижний предел взрываемости) до 15% по объему (верхний предел взрываемости). Выразите эти данные в виде отношений числа молекул кислорода (из воздуха) к числу молекул метана.

⊙ 2-53. При дыхании человек обычно потребляет 15 л кислорода в 1 ч, используя лишь 1/5 часть его содержания в воздухе. На какой срок хватит 10 м<sup>3</sup> воздуха при условии поглощения образующегося углекислого газа?

⊙ 2-54. Азот, содержащийся в воздухе, используют для синтеза аммиака. Вычислите, сколько граммов аммиака можно получить из 1 м<sup>3</sup> воздуха, если степень его использования составляет 95%.

⊙ 2-55. Вычислите массу сухого воздуха, теоретически необходимую для полного сгорания 1 кг каменного угля следующего состава (в % по массе): С — 82,2, Н — 4,6, S — 1, О — 4, N — 1,2, Н<sub>2</sub>O — 1, золы — 6. (Массовая доля кислорода в воздухе равна 23%.)

## Основные виды топлива

2-56. Раньше на грузовых автомобилях часто устанавливали газогенераторы, в которых сжигали твердое топливо (дрова, торф, каменный уголь). В настоящее время используют в основном жидкое топливо (бензин, соляровое масло), а также и газообразное (смесь пропана и бутана). Какой вид топлива меньше всего загрязняет окружающую среду? Дайте обоснованный ответ.

**2-57.** Почему кокс горит без пламени, между тем как горение дров и каменного угля сопровождается пламенем?

**2-58.** Объясните, почему кокс, получаемый из каменного угля, воспламеняется труднее, чем уголь.

**2-59.** Если при горении топлива получается черный дым, то говорят, что сжигание идет неправильно. Верно ли это?

**2-60.** Обладают ли запахом продукты полного сгорания бензина? (Примерный состав бензина в % по массе: С — 86, Н — 14.)

○ **2-61.** Вычислите теоретически необходимое количество сухого воздуха для полного сгорания 1 кг бензина (его примерный состав в % по массе: С — 86, Н — 14). Массовая доля кислорода в воздухе равна 23%, средняя относительная молекулярная масса воздуха равна 29.

○ **2-62.** Котельная сжигает 2 т каменного угля в сутки. Состав угля (в % по массе): С — 84, Н — 5,  $H_2O$  — 5, S — 3,5, негорючие примеси — 2,5. Учитывая, что 1 га леса дает в сутки 10 кг кислорода, вычислите, какая площадь леса необходима для восполнения расходуемого на сжигание кислорода.

○ **2-63.** Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании  $1\text{ м}^3$  водяного газа следующего состава (в % по объему):  $CO$  — 40,  $H_2$  — 50,  $CO_2$  — 5 и  $N_2$  — 5, зная, что при сгорании 1 моль водорода и 1 моль оксида углерода(II) выделяется теплота, равная соответственно 245 и 284 кДж.

◎ **2-64.** Бытовая газовая плита потребляет за 1 ч 250 л пропан-бутановой смеси, состоящей из 96% пропана, 3% бутана, 1% паров воды и негорючих примесей по объему. Сколько времени в кухне размером  $3 \times 3 \times 3$  м может постоянно работать газовая плита, пока концентрация углекислого газа не достигнет опасного для здоровья значения? (Предельно допустимая концентрация  $ПДК_{CO_2} = 30\text{ г/м}^3$ . Считать, что помещение не вентилируется.)

◎ **2-65.** Каково было бы содержание углекислого газа (в % по объему) в дымовом газе, если весь кислород воздуха вступил бы в реакцию с углем, образуя углекислый газ? Объемная доля кислорода в воздухе равна 21%.

# Водород. Вода



## Получение водорода

3-1. В каком случае выделится больше водорода при взаимодействии с избытком разбавленной серной кислоты: а) 1 г железа; б) 1 г магния; в) 1 г цинка?

3-2. Водород получают при термическом разложении метана  $\text{CH}_4$  при температурах выше  $1500^\circ\text{C}$ . Составьте четыре уравнения реакции для процессов, в которых образуются: а) только водород; б) водород и этилен  $\text{C}_2\text{H}_4$ ; в) водород и ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

3-3. Какой объем водорода выделится при взаимодействии с избытком воды: а) 1 г натрия; б) 1 г кальция? (Масса 1 л водорода равна 0,09 г.)

3-4. В каком случае получится больше водорода: при действии на избыток разбавленного раствора серной кислоты 30 г цинка или 20 г железа?

3-5. Один из старых лабораторных методов получения чистого водорода состоял в действии воды на сплав натрия со свинцом, в котором массовая доля первого из этих металлов равна 0,3. Какой объем водорода (масса 1 л водорода равна 0,09 г) можно получить, используя 100 г такого сплава?

○ 3-6. В лаборатории водород можно получить взаимодействием алюминия с раствором щелочи  $\text{NaOH}$  либо с раствором кислоты  $\text{HCl}$ . Одинаковые или разные массы водорода образуются в этих случаях, если в реакцию вступает по 9 г алюминия?

○ 3-7. Какова масса и объем водорода, который образуется при разложении 100 г воды электрическим током; сколько граммов кислорода получится при этом?

○ 3-8. В прежнее время водород получали на небольших установках при взаимодействии паров воды с раскаленным

железом. Составьте уравнение реакции и вычислите, сколько килограммов оксида  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  получается при образовании  $1 \text{ м}^3$  водорода.

© 3-9. Весьма выгодные промышленные способы получения водорода — неполное сжигание природного газа метана  $\text{CH}_4$  или его взаимодействие с парами воды при высокой температуре. Расставьте коэффициенты в схемах реакций и определите, в каком из процессов получается больше водорода на единицу массы исходного сырья — метана:



## Химические свойства водорода

3-10. К какому типу химических реакций относится образование воды в результате: а) горения водорода в воздухе; б) восстановления оксида меди(II) водородом?

3-11. После взрыва 40 мл смеси водорода с кислородом осталось 4 мл водорода. Определите объемные доли газов в исходной смеси (в %).

3-12. Взорвали 1 л смеси, содержащей 60% водорода и 40% хлора (по объему). Каков объем и состав (в % по объему) получившейся смеси газов?

3-13. Сколько граммов металла получится при восстановлении водородом 10 г оксида свинца(II) и 10 г оксида олова(IV)?

© 3-14. Напишите уравнение реакции горения водорода в оксиде азота(IV), учитывая, что из шести объемов взятой смеси газов получается, не считая паров воды, один объем нового газа.

© 3-15. Смесь водорода с воздухом взрывоопасна при содержании водорода от 4% (нижний предел взрываемости) до 75% по объему (верхний предел взрываемости). Выразите эти данные в виде отношений числа молекул кислорода (из воздуха) к числу молекул водорода.

© 3-16. Газы называют несовместимыми, если они при обычных температуре и давлении способны вступать в реакцию. Какие из перечисленных ниже газов являются по-

парно несовместимыми: водород, хлор, этилен, оксид углерода(IV), ацетилен, метан?

© 3-17. При повышенных давлении и температуре водород реагирует с металлическим литием, образуя гидрид. Каковы степени окисления у лития и водорода в этом соединении?

© 3-18. Какой объем водорода вступает в реакцию при гидрировании 1 кг олеиновой кислоты?

## Применение водорода

3-19. Какая масса водорода требуется для получения 1 кг вольфрама из оксида вольфрама  $WO_3$ ?

3-20. Какой вид топлива — водород или бензин — целесообразнее использовать для поддержания нормального санитарно-гигиенического состояния больших городов?

© 3-21. При получении соляной кислоты синтетическим способом водород сжигают в хлоре и затем хлороводород растворяют в воде. Сколько молей водорода вступает в реакцию при получении 1 л 30%-ной кислоты ( $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$ )?

© 3-22. Какой объем воздуха расходуется при сгорании  $1 \text{ м}^3$  водяного газа следующего состава (в % по объему): 50 водорода, 40 оксида углерода(II), 5 оксида углерода(IV) и 5 азота?

© 3-23. Баллон со сжатым водородом вмещает 0,5 кг водорода. Какой объем займет этот водород при нормальных условиях? Какой груз, включая оснастку и оболочку, может поднять воздушный шар, заполненный этим водородом?

## Вода. Состав воды и ее образование

3-24. Приведите примеры реакций соединения, разложения и замещения, позволяющие подтвердить, что вода — сложное вещество, состоящее из двух элементов.

3-25. Сколько граммов воды разложилось при действии электрического тока, если получилось: а) 2 г водорода; б) 2 г кислорода?



3-26. Какая масса воды образуется при взрыве смеси 2 г водорода и 12 г кислорода?

3-27. Вычислите состав пероксида водорода (в % по массе). Что образуется при его разложении?

© 3-28. На восстановление оксида меди(II) потребовалось 448 л водорода. Сколько молей меди и воды получилось при этом?

© 3-29. При полном сгорании 6,5 г жидкого углеводорода образовалось 4,5 г воды. Вычислите состав (в % по массе) этого соединения. Какие вещества удовлетворяют условиям задачи?

## Химические свойства воды

3-30. Назовите известные вам вещества, которые:  
а) взаимодействуя с водой, образуют растворимые или нерастворимые соединения; б) не взаимодействуют с водой.

<http://kurokam.ru>

3-31. Фосфор, взаимодействуя с водой при 1000 °С под давлением, образует фосфорную кислоту и горючий газ, не содержащий фосфора. Напишите уравнение реакции.

© 3-32. Можно ли, имея только воду, отличить безводный хлорид алюминия от кристаллогидрата состава  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Ответ поясните.

© 3-33. Какой объем водорода выделится при реакции с водой 1 моль: а) одновалентного; б) двухвалентного металла?

© 3-34. Вода реагирует при обычной температуре с фтором с образованием атомарного кислорода. Составьте уравнение этой реакции и укажите, какой элемент окисляется.

© 3-35. Какой внешний признак может свидетельствовать, что в результате некоторой реакции образуется вода, если вы располагаете безводным сульфатом меди  $\text{CuSO}_4$ ? Предполагается, что соединение  $\text{CuSO}_4$  находится в U-образной трубке, присоединенной к сосуду, в котором при нагревании происходит эта реакция.

© 3-36. Можно ли рассматривать реакцию оксида азота(IV) с водой как окислительно-восстановительную? Составьте уравнение соответствующей реакции.

# Растворы



## Растворимость\*

4-1. Путем выпаривания досуха 200 г насыщенного при 10 °С раствора хлорида натрия получено 52,6 г соли. Чему равна растворимость хлорида натрия в воде при 10 °С?

4-2. Растворимость нитрата натрия при 10 °С равна 80,5 г. Сколько граммов этой соли можно растворить в 250 г воды при 10 °С?

4-3. Имеется ненасыщенный раствор нитрата калия. Укажите три способа, с помощью которых можно приготовить из него насыщенный раствор.

4-4. Имеется насыщенный при 10 °С раствор хлорида калия. Укажите два способа, с помощью которых можно приготовить из него ненасыщенный раствор.

4-5. Из 12,8 г насыщенного при 15 °С водного раствора хлорида бария путем выпаривания воды получено 4,1 г кристаллогидрата  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Найдите растворимость хлорида бария  $\text{BaCl}_2$  (в расчете на безводную соль). Проверьте результат по рисунку 4.

4-6. Для растворения 84 г кристаллогидрата  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  при 15 °С требуется 100 г воды. Рассчитайте растворимость хлорида стронция (безводной соли).

\* Часть задач этого раздела решается с использованием графиков (рис. 4). В этом разделе растворимость указана на 100 г растворителя.

4-7. Из каких солей (рис. 4) и при каких условиях можно приготовить растворы, содержащие больше растворенного вещества, чем растворителя?

4-8. Какая минимальная масса воды требуется для растворения 7,5 г сульфата калия при 45 °С?

4-9. Сколько граммов нитрата свинца содержится в 277 г насыщенного при 50 °С раствора?

4-10. Будет ли насыщенным или ненасыщенным 33,8% -ный раствор хлорида бария при температурах: а) 65 °С; б) 85 °С?

4.11. Сколько граммов воды необходимо для растворения 165 г нитрата калия, чтобы получился раствор, насыщенный при 36 °С?

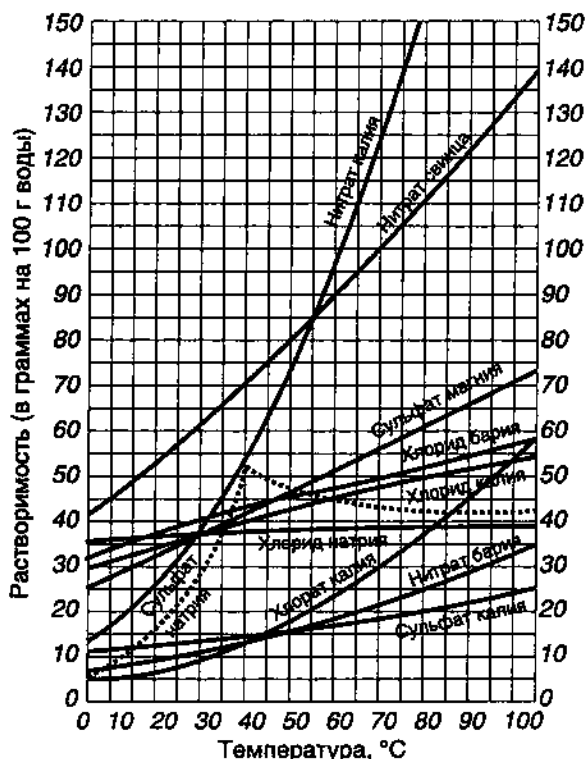


Рис. 4

**4-12.** При какой температуре растворимости нитрата калия и нитрата свинца одинаковы?

**4-13.** Укажите для каждого из приводимых ниже примеров, какой имеется раствор — насыщенный или ненасыщенный (рис. 4): а) 33 г хлорида натрия в 100 г воды при 18 °С; б) 220 г нитрата калия в 200 г воды при 60 °С.

**4-14.** Какую массу нитрата калия можно получить путем выпаривания 30 г насыщенного при 60 °С водного раствора этой соли?

**О 4-15.** Имеется 330 г насыщенного при 40 °С раствора нитрата калия. Сколько граммов соли выкристаллизуется при охлаждении раствора до 30 °С?

**О 4-16.** В фарфоровую чашку массой 11,6 г налит насыщенный при 15 °С раствор нитрата калия. Масса чашки с раствором равна 106,0 г, а после выпаривания раствора — 30,5 г. Найдите растворимость нитрата калия при указанной температуре. Результат расчета проверьте по рисунку 4.

## **Массовая доля вещества в растворе**

**4-17.** Какова массовая доля хлорида натрия в растворе, полученном растворением 5 г этой соли в 45 г воды?

**4-18.** Путем выпаривания 20 г раствора было получено 4 г соли. Какова была массовая доля соли в растворе?

**4-19.** Какую массу поваренной соли и воды надо взять, чтобы получить: а) 100 г 10%-ного раствора; б) 200 г 15%-ного раствора?

**4-20.** Сколько граммов безводной соли и воды надо взять, чтобы получить: а) 50 г 5%-ного раствора соды; б) 20 г 2%-ного раствора соды?

**4-21.** Содержание солей в морской воде достигает 3,5% по массе. Сколько граммов соли останется после выпаривания 10 кг морской воды?

**4-22.** К 80 г 15%-ного раствора сульфата натрия прибавлено 20 г воды. Какова массовая доля этой соли в полученном растворе?

**4-23.** При некоторых заболеваниях в кровь вводят 0,85%-ный раствор поваренной соли, называемый физио-

логическим раствором. Вычислите: а) сколько граммов воды и соли нужно взять для получения 5 кг физиологического раствора; б) сколько граммов соли вводится в организм при вливании 400 г физиологического раствора.

4-24. Смешаны 100 г 20% -ного раствора и 50 г 32% -ного раствора некоторого вещества. Какова массовая доля вещества в полученном растворе?

4-25. Требуется приготовить 1 кг 15% -ного раствора аммиака из 25% -ного раствора. Сколько граммов 25% -ного раствора аммиака и воды необходимо для этого взять?

4-26. Необходимо разбавить 400 г 95% -ной серной кислоты водой, чтобы получилась 19% -ная кислота. Сколько для этого понадобится литров воды и сколько килограммов разбавленной кислоты получится?

4-27. Необходимо приготовить из безводной фосфорной кислоты 85% -ную фосфорную кислоту. В каких отношениях по массе следует смешать безводную кислоту с водой?

○ 4-28. Имеется разбавленный раствор серной кислоты. Опытным путем было установлено, что наибольшая масса цинка, которая может прореагировать со 100 г этого раствора, равна 13 г. Какова массовая доля (в %)  $H_2SO_4$  в данном растворе?

○ 4-29. Сколько примерно литров водорода выделится при взаимодействии 65 г 20% -ной соляной кислоты с 15 г цинка?

◎ 4-30. 12,5 г  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  растворено в 87,5 мл воды. Какова массовая доля безводной соли в получившемся растворе?

◎ 4-31. Древнеримский ученый Плиний Старший (I в. н. э.) в «Естественной истории в 37 книгах» писал: «...существует своеобразный факт, что, если ввести в 5 весовых частей воды больше одной весовой части соли (поваренной), растворяющее действие воды будет истрачено и больше соль уже не растворится». Рассчитайте коэффициент растворимости и массовую долю соли в растворе по данным Плиния и сравните со значениями, найденными по рисунку 4.

## Кристаллогидраты

4-32. Какова массовая доля воды в кристаллогидратах, формулы которых  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ?

4-33. Сколько граммов воды выделится при прокаливании 644 г глауберовой соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ?

4-34. Какую массу безводного сульфата натрия можно получить из 3,22 г глауберовой соли?

4-35. Какую массу медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  необходимо взять для получения 80 г безводного сульфата меди?

4-36. Сколько граммов воды соединяется с 28,4 г безводного сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  при образовании кристаллогидрата состава  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ?

4-37. Чего больше по массе, воды или безводной соли, в кристаллической соде  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ?

4-38. Для борьбы с вредителем растений готовят растворы хлорида бария из расчета около 500 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  на 10 л воды. Вычислите массовую долю безводной соли в таком растворе.

4-39. При применении цинка в качестве микроудобрения его вносят из расчета около 4 кг сульфата цинка  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  на гектар. Сколько это составляет в пересчете на безводную соль?

О 4-40. Из 4,88 г безводного сульфата магния  $\text{MgSO}_4$  получается 10,00 г кристаллогидрата. Сколько молей кристаллизационной воды приходится на 1 моль безводной соли в этом кристаллогидрате?

О 4-41. Кристаллогидрат хлорида бария содержит 14,8% кристаллизационной воды. Определите формулу этого кристаллогидрата.

© 4-42. Гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при нагревании до 128 °С теряет 3/4 своей воды по массе, превращаясь в другой гидрат, жженный гипс. Какова формула жженого гипса (алебастра)?

О 4-43. Русским химиком Т. Ловицем в 1796 г. впервые был получен кристаллогидрат гидроксида калия. Какова

формула этого кристаллогидрата, если известно, что он содержит 39,1% воды по массе?

© 4-44. В соответствии с ГОСТом медный купорос должен содержать от 25,1 до 25,3% меди. Каково содержание (в %) кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в медном купоросе, содержащем 25,2% меди по массе?

© 4-45. Водный раствор хлорида кальция, плотность которого  $1,396 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ , содержит 40% безводной соли. Каково содержание (в %) кристаллогидрата  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в таком растворе и сколько молей кристаллогидрата содержится в 1 л раствора?

### **Плотность раствора и массовая доля вещества в растворе\***

4-46. Соляная кислота плотностью  $1,149 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$  содержит хлороводород, массовая доля которого 30%. Сколько граммов хлороводорода содержится в 1 л такой кислоты?

4-47. Какова массовая доля (в %) кислоты в растворе, полученном смешением 1 объема 94%-ной серной кислоты плотностью  $1,831 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$  с 5 объемами воды?

4-48. К 1 л раствора азотной кислоты, плотность которого  $1,310 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ , содержащего 50,0%  $\text{HNO}_3$ , добавлено 690 мл воды. Какова массовая доля (в %) кислоты в полученном растворе?

4-49. Какой объем раствора серной кислоты плотностью  $1,824 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$  необходимо взять для приготовления 1 л аккумуляторной кислоты, плотность которой  $1,186 \text{ г/см}^3$  при той же температуре?

4-50. Какая масса воды содержится в 400 мл 20%-ного раствора карбоната калия плотностью  $1,19 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ ?

\* Часть задач этого раздела решается с помощью таблицы, помещенной в приложении 3.

О 4-51. В щелочных аккумуляторах применяется раствор гидроксида калия. При  $20^{\circ}\text{C}$  для приготовления 500 мл такого раствора было использовано 133 г гидроксида калия и 470 мл воды. Определите плотность полученного раствора и массовую долю КОН в нем.

О 4-52. Имеется разбавленная соляная кислота плотностью  $1,098\text{ г/см}^3$  при  $20^{\circ}\text{C}$ . Сколько граммов NaOH пойдет на нейтрализацию: а) 500 г этого раствора; б) 500 мл этого раствора?

О 4-53. Сколько миллилитров раствора серной кислоты ( $\rho = 1,260$  при  $20^{\circ}\text{C}$ ) пойдет на полную нейтрализацию 80 г гидроксида натрия?

О 4-54. Вычислите массовую долю (в %) гидроксида кальция в известковом молоке, если для приготовления 1 л было взято 200 г СаО и 950 мл воды. Какова плотность полученного таким образом известкового молока?

О 4-55. 11,2 л хлороводорода растворены в 73 мл воды. Вычислите массовую долю хлороводорода в соляной кислоте и объем полученного раствора.

О 4-56. Сколько молей серной кислоты содержится в 100 г ее раствора, плотность которого равна  $1,39\text{ г/см}^3$  при  $20^{\circ}\text{C}$ ? Сколько граммов гидроксида натрия пойдет на полную нейтрализацию 300 г этого раствора?

О 4-57. Для получения в лаборатории водорода действием серной кислоты на цинк обычно применяют разбавленную кислоту: на 1 объем кислоты плотностью  $1,824\text{ г/см}^3$  при  $20^{\circ}\text{C}$  берут 5 объемов воды. Какова массовая доля (в %) кислоты в полученном растворе и какова ее молярная концентрация (в моль/л)?

О 4-58. Для получения оксида углерода(IV) действием соляной кислоты на мрамор обычно применяют разбавленную кислоту, приготовленную из одного объема концентрированной соляной кислоты плотностью  $1,174\text{ г/см}^3$  и четырех объемов воды. Какова массовая доля (в %) хлороводорода и его молярная концентрация в полученном растворе?



## Приготовление растворов\*

О 4-59. Из двух растворов серной кислоты, плотности которых равны  $1,348$  и  $1,779$  г/см<sup>3</sup> при  $20^\circ\text{C}$ , требуется приготовить  $440$  г раствора кислоты, плотность которой при той же температуре  $1,553$  г/см<sup>3</sup>. Какая масса каждой из исходных кислот потребуется?

4-60. Сколько граммов воды и 87% -ного раствора серной кислоты необходимо взять для приготовления  $600$  г 55% -ного раствора?

4-61. Какую массу 8% -ного и 75% -ного раствора соли необходимо взять для приготовления  $400$  г 42% -ного раствора?

4-62. В медицинской практике для промывания ран и полоскания горла применяется 0,5% -ный раствор перманганата калия. Какой объем насыщенного раствора (содержащего  $6,4$  г этой соли в  $100$  г воды) и чистой воды необходимо взять для приготовления  $1$  л 0,5% -ного раствора ( $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>)?

4-63. Требуется приготовить  $1$  л 20% -ного раствора гидроксида натрия, плотность которого  $1,219$  г/см<sup>3</sup> при  $20^\circ\text{C}$ . Сколько граммов 98% -ного раствора NaOH необходимо для этого взять?

4-64. Уксусная эссенция — это 80% -ный раствор уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в воде. Какой объем этой эссенции и чистой воды необходимо взять для приготовления  $200$  мл 3% -ного раствора уксуса, применяемого как приправа к пище? Плотность эссенции можно принять равной  $1$  г/см<sup>3</sup>.

4-65. Для нейтрализации щелочи, попавшей в глаза, применяют 2% -ный раствор борной кислоты. Сколько граммов насыщенного раствора с массовой долей кислоты 4,7% понадобится для приготовления  $0,5$  л 2% -ного раствора?

---

\* Часть задач этого раздела решается с помощью таблицы, помещенной в приложении 3.

4-66. Сколько граммов нужно взять 20% -ной и 32,1% -ной соляной кислоты, чтобы приготовить 242 г 26,7% -ного раствора?

О 4-67. Необходимо приготовить 1 л 20% -ного раствора серной кислоты, имеющего плотность  $1,139 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ , из 93,6% -ной кислоты, плотность которой  $1,830 \text{ г/см}^3$ . Сколько миллилитров 93,6% -ной кислоты и воды для этого нужно взять?

О 4-68. Какую массу 5% -ного раствора сульфата натрия и кристаллической соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необходимо взять для приготовления 50 г 20% -ного раствора?

О 4-69. Вычислите массовую долю нитрата калия в растворе, если в 1 л воды было растворено 2 моль нитрата калия, 0,5 моль хлорида натрия и 0,5 моль нитрата натрия.

О 4-70. Определите молярную концентрацию ионов натрия в растворе, если 5 л его содержат 2 моль сульфата натрия, 0,5 моль хлорида натрия и 0,5 моль нитрата натрия.

## Молярная концентрация

4-71. Вычислите молярную концентрацию гидроксида натрия в водном растворе, если в 2 л его содержится 8,0 г NaOH.

4-72. Сколько граммов ортофосфорной кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4$  содержится в 200 мл водного раствора, если концентрация кислоты равна 3 моль/л?

4-73. Определите молярную концентрацию хлорида натрия в 24% -ном растворе его, если плотность раствора равна  $1,18 \text{ г/см}^3$ .

4-74. Вычислите, какую массу нитрата калия нужно взять, чтобы приготовить 400 мл раствора с концентрацией соли 2 моль/л.

4-75. Сколько килограммов сульфата алюминия содержится в 3,1 л раствора, концентрация которого составляет 1,5 моль/л?

○ 4-76. Определите молярную концентрацию азотной кислоты в растворе, если плотность раствора равна  $1,18 \text{ г/см}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ .

○ 4-77. Вычислите массовую долю (в %) гидроксида калия в водном растворе, если концентрация гидроксида калия в нем равна  $3,0 \text{ моль/л}$  [т. е.  $c(\text{KOH}) = 3,0 \text{ моль/л}$ ], а плотность раствора —  $1,138 \text{ г/см}^3$ .

○ 4-78. Какова молярная концентрация соляной кислоты, если известно, что массовая доля хлороводорода в ней составляет 20%?

○ 4-79. Какой объем одномолярного (1M) раствора нитрата свинца необходимо добавить к 100 мл одномолярного (1M) раствора сульфата алюминия, чтобы реакция прошла полностью и не осталось исходных веществ?

○ 4-80. Сколько граммов медного купороса требуется для приготовления 2 л водного раствора с концентрацией сульфата меди  $0,1 \text{ моль/л}$ ?

○ 4-81. Какова примерно должна быть молярная концентрация карбоната натрия, чтобы при насыщении его водного раствора оксидом углерода(IV) можно было получить одномолярный (1M) раствор питьевой соды?

○ 4-82. Какой объем раствора уксусной кислоты плотностью  $1,01 \text{ г/см}^3$  необходимо взять для приготовления 1 л водного раствора с концентрацией уксусной кислоты  $0,5 \text{ моль/л}$ ?

## Основные классы неорганических соединений



### Оксиды. Составление формул и вычисление состава

5-1. Напишите формулы оксидов: натрия, кальция, железа(III), углерода(IV), фосфора(V).

5-2. Какова валентность марганца в оксидах, формулы которых  $Mn_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $MnO_2$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $MnO_3$ ?

5-3. Назовите оксиды, формулы которых  $Cu_2O$ ,  $CuO$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $MnO_2$ ,  $SO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $RuO_4$ .

5-4. Ниже приведены формулы некоторых оксидов. Укажите, не производя вычислений, в каком из них массовая доля кислорода наибольшая и в каком наименьшая:  $NO$ ,  $CaO$ ,  $MnO$ ,  $FeO$ ,  $MgO$ ,  $CO$ ,  $BaO$ ,  $CuO$ ,  $HgO$ ,  $ZnO$ .

5-5. Вычислите состав (в % по массе) следующих оксидов:  $Mn_2O_3$ ,  $Cu_2O$ ,  $CO_2$ ,  $Al_2O_3$ .

5-6. Определите формулы оксидов перечисленных ниже элементов на основании массовых долей элементов в этих соединениях:

- 1) S — 50,0%;
- 2) Mn — 49,6%;
- 3) C — 42,8%;
- 4) Pb — 86,6%;
- 5) Cu — 80,0%;
- 6) P — 56,4%.

5-7. На завод была доставлена руда, содержащая 464 т магнитного железняка  $Fe_3O_4$ . Какая масса железа содержится в руде?

5-8. При анализе одного образца руды в нем было найдено 2,8 г железа. Какой массе оксида железа(III) это соответствует?

5-9. Одинаковые ли массы железа содержатся в 1 кг  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и в 1 кг  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?

© 5-10. Напишите формулы оксидов калия, бария, алюминия, кремния, фосфора, хлора, осмия, зная, что валентность элемента в оксиде соответствует номеру группы периодической системы.

© 5-11. Каково содержание (в % по массе) железа в оксидах, формулы которых  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?

## Классификация оксидов

5-12. Приведите формулы и названия известных вам оксидов, которые при нормальных условиях являются: а) твердыми; б) жидкими; в) газообразными.

5-13. Какой из хорошо знакомых вам оксидов при одной и той же температуре может существовать в трех агрегатных состояниях?

© 5-14. Напишите уравнения реакций воды с оксидами, формулы которых  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ; укажите, в каких случаях образуются кислоты и в каких — щелочи.

© 5-15. Приведите примеры оксидов, которые не реагируют с водой при обычных условиях. Какие из них являются несолеобразующими?

© 5-16. Напишите формулы оксидов, которые могут реагировать: а) только с кислотами; б) только со щелочами; в) как с кислотами, так и со щелочами. Как называются эти три типа оксидов?

© 5-17. Напишите формулы высших оксидов для углерода, мышьяка и теллура. К какому типу их можно отнести на основании химических свойств?

## Способы получения оксидов

5-18. Оксиды многих элементов могут быть получены при сгорании простых веществ на воздухе. Напишите формулы продуктов сгорания магния, серы и фосфора.

**5-19.** Оксид цинка получают сжиганием металлического цинка в присутствии воздуха в специальных печах. Считая для простоты, что цинковая пыль состоит из чистого цинка, рассчитайте, сколько килограммов цинковой пыли потребуется для получения 40,7 кг оксида цинка.

**5-20.** При прокаливании оксида меди(II) выделяется половина кислорода и образуется оксид меди(I). Какую массу оксида меди(II) прокалили, если получилось 32 г кислорода?

**5-21.** При полном сгорании газа метана  $\text{CH}_4$  образовалось 72 г паров воды. Напишите уравнение реакции и вычислите массу сгоревшего метана.

○ **5-22.** Приведите пример образования трех оксидов при нагревании одного вещества.

○ **5-23.** Карбонат магния при нагревании разлагается на два оксида. Рассчитайте, какая масса каждого оксида образуется при разложении 210 кг карбоната магния.

◎ **5-24.** В технике оксид бария получают путем нагревания нитрата бария, при этом образуется еще оксид азота(IV) и кислород. Рассчитайте, какую массу оксида бария можно получить из 5,2 кг нитрата бария.

◎ **5-25.** 18,47 г диоксида свинца нагрели в токе водорода. После того как нагревание было прекращено, масса оставшегося оксида и образовавшегося свинца составляла 18,07 г. Какая масса оксида водорода образовалась в этом опыте?

## Химические свойства оксидов

**5-26.** Способны ли оксиды разных элементов реагировать друг с другом? Ответ обоснуйте.

**5-27.** При восстановлении водородом оксида марганца(IV) образовался оксид марганца(II). Напишите уравнение реакции.

**5-28.** Попробуйте объяснить, почему оксиды  $\text{CO}_2$  и  $\text{SiO}_2$  не горят в кислороде даже при сильном нагревании.

○ **5-29.** При прокаливании оксида марганца  $\text{MnO}_2$  образуется оксид состава  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  и кислород. Сколько граммов ок-

сида марганца(IV) нужно прокалить, чтобы получить 8 г кислорода?

○ 5-30. Какие из оксидов, формулы которых  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , будут реагировать с водой при обычных условиях и что при этом образуется? Напишите уравнения возможных реакций.

◎ 5-31. Каким реактивом — концентрированным раствором гидроксида щелочного металла или соляной кислотой — вы воспользовались бы, чтобы отличить часто встречающийся в химических лабораториях оксид кремния(IV) от оксида цинка?

◎ 5-32. Оксид углерода(II) образуется при восстановлении оксида железа(III) углем. Составив уравнение реакции, укажите, сколько литров оксида углерода(II) получается при использовании одного моля оксида железа(III).

◎ 5-33. Приведите примеры оксидов, которые могут реагировать с водными растворами солей. Напишите уравнение реакций.

## Применение оксидов

5-34. В XIX в. оксид бария широко применяли для получения кислорода из воздуха. При нагревании на воздухе, начиная с  $500^\circ\text{C}$ , образуется пероксид бария  $\text{BaO}_2$ , но при дальнейшем нагреве свыше  $700^\circ\text{C}$  снова образуется оксид бария. Напишите уравнения этих реакций.

5-35. Некоторые оксиды применяют в лабораторной практике в качестве осушителей. Какие из оксидов, формулы которых приведены ниже, пригодны для этой цели:  $\text{CuO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

5-36. Приведите примеры известных вам оксидов, в которых: а) на один атом элемента приходится один или два атома кислорода, два или три атома кислорода, два или четыре атома кислорода; б) на один атом кислорода приходится один или два атома элемента.

5-37. Хрустальное стекло получают сплавлением соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , сурика  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  и чистого песка  $\text{SiO}_2$ . Вычислите,

сколько граммов исходных компонентов необходимо взять для получения 1 кг хрусталя, если состав его соответствует формуле  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

**5-38.** Углекислый газ применяют при тушении пожаров. Но магний, горящий на воздухе, продолжает гореть и в углекислом газе. Что при этом происходит? Напишите уравнение реакции.

**О 5-39.** Один из технических способов получения сажи состоит в нагревании оксида углерода(II) под давлением в присутствии катализаторов. Составьте уравнение происходящей при этом реакции, зная, что образующийся наряду с сажой газ может поглощаться раствором щелочи.

**О 5-40.** Применяемый в медицине карбоген представляет собой смесь кислорода с углекислым газом, возбуждающим дыхательный центр. (Объемная доля кислорода 93—95%.) Предложите способ определения содержания углекислого газа в карбогене.

**О 5-41.** Ванадий в промышленности часто получают из оксида ванадия  $\text{V}_2\text{O}_5$  с помощью алюминотермии. Напишите уравнение соответствующей реакции.

**О 5-42.** В доменной печи окончательный процесс восстановления оксида железа(II) происходит при полуторном избытке оксида углерода(II). Составьте уравнение реакции и рассчитайте расход по массе углерода на 1 т чугуна. Содержанием углерода в чугуне при реакциях можно пренебречь.

## Гидроксиды металлов.

### Состав и классификация

**5-43.** Напишите формулы гидроксидов калия, натрия, меди, кальция, магния, железа(III), алюминия. Какие из них растворимы в воде?

**5-44.** Напишите графические формулы гидроксидов следующих металлов: лития(I), марганца(II), свинца(II), хрома(III), железа(III), олова(IV), марганца(IV). От чего зависит число гидроксильных групп в основаниях?



**5-45.** Какие из гидроксидов, формулы которых приведены ниже, нерастворимы и какие растворимы в воде:  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ? Как еще называют эти группы гидроксидов? Какое из двух названий является более общим?

**5-46.** Напишите формулы оснований, соответствующих оксидам, формулы которых  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO}_2$ . Приведите названия этих оксидов и гидроксидов.

**5-47.** Вычислите состав (в % по массе) гидроксидов металлов, формулы которых  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ .

**О 5-48.** Найдите формулы гидроксидов, имеющих следующий состав (в % по массе):

- |                         |                    |                    |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| 1) $\text{Mn}$ — 61,8%, | $\text{O}$ — 36,0% | $\text{H}$ — 2,3%, |
| 2) $\text{Sn}$ — 77,7%, | $\text{O}$ — 21,0% | $\text{H}$ — 1,3%, |
| 3) $\text{Pb}$ — 75,3%, | $\text{O}$ — 23,2% | $\text{H}$ — 1,5%. |

## Получение и химические свойства гидроксидов

**5-49.** Напишите уравнения реакций металлов калия, кальция и бария с водой.

**5-50.** Произойдет ли химическая реакция, если раствором гидроксида калия подействовать на растворы следующих солей:  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ? Укажите, по каким признакам можно узнать, что химическая реакция прошла, напишите уравнения возможных реакций.

**5-51.** Как получить гидроксид кальция, исходя из кальция, кислорода и воды? Напишите уравнения реакций. Можно ли подобным путем получить гидроксид меди?

**5-52.** Гашеную известь, применяемую в строительстве, получают из известняка. Напишите уравнения соответствующих реакций.

**5-53.** Какие простейшие приемы можно применить, чтобы отличить негашеную известь от мела?

**О 5-54.** Приведите примеры получения оснований прямым действием металла на воду.

○ 5-55. Натронная известь представляет собой смесь гидроксида натрия и гидроксида кальция. На чем основано применение этой смеси для поглощения углекислого газа? Напишите уравнения соответствующих реакций.

○ 5-56. Если кипятить магний со слегка подкисленной водой в присутствии лакмуса, то окраска раствора вскоре из красной становится синей. Напишите уравнение соответствующей реакции.

○ 5-57. Какие вам известны гидроксиды, которые не проявляют основных свойств? Почему?

○ 5-58. Приведите примеры получения оснований путем электролиза растворов солей.

## Кислоты. Классификация и состав кислот

5-59. Что общего у неорганических и органических кислот?

5-60. Приведите примеры кислот, которые при обычных условиях являются жидкостями или твердыми веществами.

5-61. Приведите по одной формуле кислот разной основности.

5-62. Приведите по три формулы кислородных и бескислородных кислот. Напишите их графические формулы.

5-63. Из приведенных ниже формул выпишите отдельно формулы кислот разной основности:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .

5-64. Укажите валентность кислотных остатков, входящих в состав солей, формулы которых  $\text{MgBr}_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{PbCl}_4$ ,  $\text{KI}$ .

5-65. Вычислите элементный состав (в % по массе) серной, азотной и фосфорной кислот.

○ 5-66. Найдите формулы кислот, имеющих следующий элементный состав:

- |              |            |            |
|--------------|------------|------------|
| 1) H — 2,1%, | N — 29,8%, | O — 68,1%, |
| 2) H — 2,4%, | S — 39,1%, | O — 58,5%, |
| 3) H — 3,7%, | P — 37,8%, | O — 58,5%. |

О 5-67. Солями каких кислот являются поташ  $K_2CO_3$  и бертолетова соль  $KClO_3$ ? Напишите формулы этих кислот и их магниевых солей.

О 5-68. Расположив в ряд галогеноводородные кислоты по их силе, укажите, имеется ли связь между последней и электроотрицательностью образующих эти кислоты галогенов.

## Способы получения кислот

5-69. Укажите известные вам газы и твердые вещества, образующие при взаимодействии с водой кислоты.

5-70. Какая из бескислородных кислот по масштабу применения наиболее важна и как ее получают?

5-71. Оксид фосфора(V), представляющий собой белое твердое вещество, на воздухе расплывается. Какая химическая реакция при этом происходит? Напишите соответствующее уравнение.

О 5-72. Сколько килограммов азотной кислоты можно получить из 10 кг калийной селитры  $KNO_3$  при ее взаимодействии с избытком концентрированной серной кислоты?

О 5-73. При образовании сероводорода из простых веществ с 1 г водорода соединяются 16 г серы. Какова валентность серы в сероводороде?

О 5-74. До начала XX в. азотную кислоту получали единственным способом — действием концентрированной серной кислоты на натриевую селитру. Напишите уравнение реакции и объясните, почему эта реакция осуществима, учитывая, что азотная кислота более сильная, чем серная.

О 5-75. Производство так называемой термической фосфорной кислоты заключается в сжигании белого фосфора и последующей гидратации образовавшегося оксида. Составьте уравнения этих реакций.

## Химические свойства кислот

5-76. Концентрированная серная кислота и оксид фосфора(V) часто применяются в эксикаторах как осушители. Что происходит при этом с веществами-осушителями?

5-77. М. В. Ломоносов впервые установил отличие между явлениями растворения металла в кислоте и растворения соли в воде. В чем именно заключается это отличие?

5-78. Какую массу водорода можно получить при действии 13 г цинка на соляную кислоту, имеющуюся в избытке? Какая масса соли при этом образуется?

5-79. Как из негашеной извести  $\text{CaO}$  получить хлорид кальция и нитрат кальция? Напишите уравнение реакций.

5-80. В лаборатории потребовалось нейтрализовать раствор, содержащий 196 г серной кислоты. Для нейтрализации вначале был прибавлен раствор, содержащий 60 г гидроксида натрия, а дальнейшую нейтрализацию проводили гидроксидом калия. Сколько граммов гидроксида калия было израсходовано на полную нейтрализацию раствора?

5-81. Смесь оксида меди(II) с медью обработали избытком раствора соляной кислоты и профильтровали. Какое вещество осталось на фильтре и какое перешло в раствор? Ответ поясните.

5-82. Сколько литров водорода можно получить при действии разбавленной серной кислоты, взятой в избытке, на 1,2 г магния? Масса 1 л водорода равна 0,09 г.

5-83. При ожогах кислотой следует быстро промыть пораженные места струей холодной воды, а затем нейтрализовать остатки кислоты 2% -ным раствором соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Глаза лучше промыть таким же раствором пищевой соды  $\text{NaHCO}_3$ , а затем снова водой. Что достигается такой обработкой? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций с какой-либо кислотой.

О 5-84. На чашках весов уравновешены стаканчики с соляной кислотой одинаковой массы и концентрации. В один стаканчик опустили кусок цинка, а в другой — такой же по массе кусок магния. В каком положении будут чашки весов после окончания реакции: а) если металлы были в избытке; б) если в избытке была кислота?

О 5-85. Приведите формулы оксидов, которые можно получить путем прокаливании кислот состава:  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{HBO}_2$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ .

© 5-86. При взаимодействии с кислотой 0,7 г некоторого двухвалентного металла выделяется 280 мл водорода. Назовите этот металл.

## Применение кислот

5-87. В лабораторных условиях хлороводород получают действием концентрированной серной кислоты на поваренную соль. Какую массу хлороводорода можно получить из 1 г хлорида натрия?

5-88. При паянии употребляют так называемую травленую кислоту. Приготавливают ее действием цинка на соляную кислоту до прекращения реакции. Напишите уравнение и рассчитайте, сколько граммов цинка пойдет на травление кислоты, содержащей 12 г HCl.

© 5-89. В промышленности железный купорос  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  получают как побочный продукт на металлообрабатывающих заводах. Сколько тонн железного купороса получится при использовании 1 т серной кислоты?

© 5-90. Если в лаборатории щелочь попала на тело, то обожженные щелочью участки тела сначала следует быстро промыть холодной водой, а затем 2%-ным раствором уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . После нейтрализации щелочи снова промыть обожженные участки холодной водой. Напишите уравнение реакции нейтрализации щелочи.

© 5-91. Применяемый как примочка при ушибах ацетат свинца  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  (ядовит!) по одному из способов приготавливается действием уксусной кислоты на оксид свинца(II). Сколько граммов уксусной кислоты вступает в реакцию при образовании 65 г ацетата свинца?

© 5-92. В промышленности для улавливания аммиака из коксового газа используют раствор серной кислоты. Какое количество вещества серной кислоты вступает в реакцию при образовании 66 кг сульфата аммония?

© 5-93. Литиевая соль стеариновой кислоты используется в производстве пластических масс. Напишите ее формулу и уравнения возможных реакций получения этой соли.

## Соли. Состав и классификация солей

5-94. Напишите формулы солей, образованных натрием и следующими кислотами: азотной, серной и фосфорной. Укажите их названия.

5-95. Составьте формулы кальциевых солей бромоводородной, угольной и фосфорной кислот. Напишите их названия.

5-96. Вычислите элементный состав карбоната кальция (в % по массе). (Задачу решите устно.)

5-97. Ниже приведены тривиальные (обычные) названия и формулы некоторых солей, часто применяемых в домашнем обиходе, промышленности, сельском хозяйстве и медицине: пищевая сода  $\text{NaHCO}_3$ ; кальцинированная (стиральная) сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; мел, мрамор, известняк  $\text{CaCO}_3$ ; поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; калийная селитра  $\text{KNO}_3$ ; ляпис  $\text{AgNO}_3$ ; поваренная соль  $\text{NaCl}$ . Дайте этим солям названия по международной (систематической) номенклатуре.

5-98. Напишите формулы следующих солей: сульфата калия, нитрата бария, карбоната натрия, ортофосфата кальция, сульфата цинка, сульфида железа(II), хлорида меди(II), силиката калия, сульфита натрия, бромида алюминия, иодида калия. Какие из них относятся к растворимым, а какие к нерастворимым солям?

5-99. Вычислите содержание (в %) каждого элемента в соединениях, формулы которых: а)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{KNO}_3$ ; в)  $\text{NH}_4\text{K}_2\text{PO}_4$ .

○ 5-100. Напишите по два примера основной, средней и кислой солей. Дайте им систематические названия.

○ 5-101. Какие двойные соли вы знаете? Напишите их формулы и дайте химическое (по международной номенклатуре) и тривиальное (обычное) название.

◎ 5-102. Найдите простейшие формулы солей, имеющие следующий состав: а) N — 35%, O — 60%, H — 5%; б) Mg — 9,9%, S — 13,0%, O — 71,4%, H — 5,7%; в) K — 39,67%, Mn — 27,87%, O — 32,46%.

◎ 5-103. Из перечня веществ, формулы которых приведены ниже, выпишите отдельно: а) основные соли; б) средние

(нормальные) соли; в) кислые соли; г) кристаллогидраты солей; д) двойные и е) смешанные соли:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NaHCO}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{ZnS}$ ;  $\text{BaCl}_2$ ;  $\text{CaOCl}_2$ ;  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ;  $\text{KNS}$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Какие из них могут быть отнесены одновременно к двум типам?

## Способы получения солей

**5-104.** Напишите уравнения реакций образования солей при взаимодействии алюминия с разбавленными растворами соляной и серной кислот.

**5-105.** Приведите уравнения реакций образования солей при взаимодействии простых веществ между собой, простых и сложных веществ и сложных веществ со сложными. Какие из образовавшихся солей нерастворимы в воде (см. таблицу растворимости в приложении 2)?

**5-106.** Хлорид цинка получают на производстве, исходя либо из цинка, либо из его оксида. Чем нужно обработать эти вещества, чтобы получить хлорид цинка? Напишите уравнения соответствующих реакций.

**5-107.** 14 г оксида кальция обработали раствором, содержащим 35 г азотной кислоты. Сколько граммов соли образовалось?

**5-108.** 10 г оксида магния обработали раствором, содержащим 28 г серной кислоты. Какая масса соли образовалась?

**5-109.** К раствору, содержащему 40 г сульфата меди, прибавили 12 г железных опилок. Рассчитайте, останется ли в растворе сульфат меди после того, как закончится реакция.

**5-110.** Приведите примеры получения солей взаимодействием двух оксидов и уравнения соответствующих реакций.

**5-111.** К раствору, содержащему 49 г серной кислоты, прибавили 20 г гидроксида натрия. Какая соль осталась в чашке после того, как полученный раствор выпарили досуха? К какому классу солей она относится?

5-112. Как получить сульфат магния, исходя из: а) магния; б) оксида магния; в) гидроксида магния; г) карбоната магния? Напишите уравнения соответствующих реакций.

5-113. Нитрат меди(II) можно получить из меди и концентрированной азотной кислоты [при этом выделяется оксид азота(IV)]; из меди и разбавленной азотной кислоты [при этом выделяется оксид азота(II)]; из оксида меди и азотной кислоты. Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите, являются ли одинаково выгодны эти три способа в отношении расхода азотной кислоты.

5-114. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



## Химические свойства и применение солей

5-115. Какого цвета должен быть раствор, полученный при растворении образца латуни (сплав меди с цинком) в азотной кислоте?

5-116. Приведите 2—3 примера и напишите уравнения реакций солей с простыми веществами.

5-117. Какие вещества образуются при нагревании отдельно: а) пищевой соды  $\text{NaHCO}_3$ ; б) малахита  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

5-118. К раствору, содержащему 16 г сульфата меди(II), прибавили 12 г железных опилок. Сколько граммов меди выделится при этом?

5-119. Какую соль нужно прибавить к раствору сульфата магния, чтобы получить нитрат магния? Напишите уравнение реакции.

5-120. При взаимодействии избытка сульфата натрия с раствором нитрата свинца(II) образуется 4,78 г осадка. Вычислите массу нитрата свинца(II), имевшегося в растворе.

5-121. К раствору, содержащему 0,22 г хлорида кальция, прибавлен раствор, содержащий 2 г нитрата серебра. Какова масса образовавшегося осадка? Какие вещества будут находиться в растворе?



○ 5-122. Как из негашеной извести, поваренной соли и воды получить гидроксид натрия? Напишите уравнения соответствующих реакций.

○ 5-123. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



○ 5-124. Можно ли определить, располагая только лакмусовой бумажкой, относится ли данное растворимое в воде вещество к кислотам, основаниям или солям? Дайте подробный ответ.

○ 5-125. Как очистить азотную кислоту от примеси серной кислоты?

○ 5-126. В каком случае выделится больше кислорода, если нагревать по одному грамму следующих солей:  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ?

○ 5-127. Для удаления избытка хлора из хлорированной воды может быть применен сульфит натрия. Составьте уравнение реакции и вычислите, какая масса кристаллогидрата сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  потребуется для удаления 1 кг хлора.

○ 5-128. Выведите формулу соли, образующейся при последовательном действии на 1 моль серной кислоты 1 моль гидроксида натрия и 1 моль гидроксида лития. Способна ли эта соль гидролизаться?

○ 5-129. При нагревании 1 г соединения выделяется 0,45 г кислорода. Твердый осадок представляет собой хлорид натрия. Какова простейшая формула соединения?

○ 5-130. При нагревании 1,36 г технического тригидрата ацетата натрия с избытком разбавленной фосфорной кислоты было получено 0,6 г уксусной кислоты. Какова массовая доля чистого ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  в этом образце тригидрата ацетата натрия?

○ 5-131. Чтобы определить, содержится ли в растворе соль магния, к нему добавляют раствор моногидрофосфата натрия и затем аммиачной воды. При наличии иона магния выпадает осадок новой соли. К какому типу солей она относится? Составьте уравнение ее образования.

## Генетическая связь между оксидами, гидроксидами и солями

**5-132.** Могут ли находиться совместно в растворе: а)  $\text{NaOH}$  и  $\text{HBr}$ ; б)  $\text{Ba(OH)}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ ; в)  $\text{NaCl}$  и  $\text{KOH}$ ? Дайте обоснованный ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.

**5-133.** Какие соединения могут образоваться при действии кислоты на растворы солей? Приведите примеры.

**5-134.** Какие из известных вам типов соединений могут образоваться при действии раствора щелочи на растворы солей? Приведите примеры.

○ **5-135.** К раствору, содержащему 10 г гидроксида натрия, прилили раствор, содержащий 10 г азотной кислоты. Какова реакция на индикатор полученного раствора: кислая, щелочная или нейтральная?

○ **5-136.** К раствору, содержащему 10,4 г хлорида бария, прибавили раствор, содержащий 9,8 г серной кислоты. Осадок отфильтровали и высушили. Какая масса сухого осадка получилась? Какие вещества будут находиться в растворе?

○ **5-137.** Как, исходя из железа и имея все необходимые реактивы, получить гидроксид железа(II)? Напишите уравнения реакций.

○ **5-138.** Необходимо из хлорида алюминия, серной кислоты, гидроксида натрия и воды получить в чистом виде четыре соли и кислоту. Как это осуществить? Ответ поясните уравнениями реакций.

○ **5-139.** Приведите примеры образования кислот из: а) двух жидких веществ; б) газообразного и жидкого веществ; в) твердого и жидкого веществ.

○ **5-140.** Приведите примеры образования солей: а) из двух газообразных веществ; б) из двух твердых веществ; в) из твердого и газообразного веществ.

○ **5-141.** Даны следующие вещества: оксид бария, сульфат железа(III), вода, серная кислота, оксид меди(II). Как, используя эти вещества, получить: а) гидроксид бария;

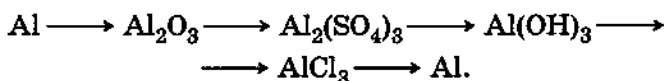
б) гидроксид железа(III); в) гидроксид меди(II)? Напишите уравнения соответствующих реакций.

О 5-142. В одной научной работе, напечатанной в 1754 г., описываются следующие опыты (названия веществ даны те, которые были приняты в то время): 1) при сильном нагревании белая магнезия превращается в жженую магнезию, причем масса жженой магнезии почти в два раза меньше, чем масса взятой белой магнезии; 2) при обработке белой магнезии серной кислотой (купоросным маслом) происходит сильное вскипание и образуется эпсомская соль; 3) жженая магнезия с серной кислотой дает ту же соль, но без вскипания; 4) если на эпсомскую соль подействовать поташом, то выпадает осадок белой магнезии, из раствора же выпариванием можно выделить купоросный камень; 5) при действии серной кислоты на поташ происходит вскипание и образуется купоросный камень; 6) едкое кали с серной кислотой также дает купоросный камень, но без вскипания.

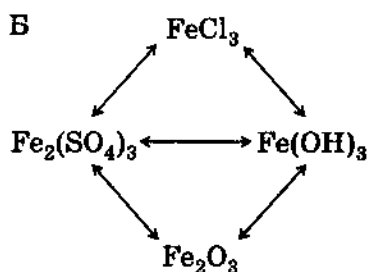
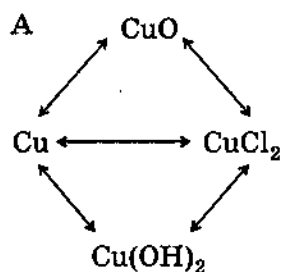
На основании этих данных был сделан вывод, что в состав белой магнезии входит какое-то летучее вещество (оно было названо фиксированным воздухом), которое выделяется из белой магнезии при ее прокаливании или при действии на нее кислоты.

Воспользовавшись приведенным описанием, решите: а) что такое белая магнезия, фиксированный воздух, эпсомская соль, купоросный камень (напишите формулы этих веществ, если нам теперь известно, что жженая магнезия — это оксид магния; напишите уравнения всех описанных выше реакций); б) почему белая магнезия растворяется в кислоте со «вскипанием», а жженая магнезия — без «вскипания»; в) каково должно быть отношение масс взятой белой магнезии и полученной жженой магнезии.

О 5-143. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



© 5-144. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



© 5-145. Пользуясь таблицей растворимости, приведите примеры образования: а) нерастворимых солей из двух растворимых солей; б) оснований из солей и щелочей; в) летучих соединений, растворы которых в воде представляют собой кислоты.

# Количественные отношения в химии



## Количество вещества. Моль

6-1. Какова масса: а) 1 моль газа кислорода; б) 1 моль газа водорода; в) 1 моль газа аргона?

6-2. Сколько граммов оксида серы  $\text{SO}_2$  нужно взять, чтобы иметь столько же молей, сколько их содержится в 2 г газа кислорода? Задачу решите устно.

6-3. В какой массе хлорида натрия столько же молей, сколько их в 6 г молекулярного водорода?

6-4. Одинаковые ли количества веществ содержатся в: а) 4 г газа водорода и 64 г газа кислорода; б) 18 г воды и 17 г  $\text{H}_2\text{S}$ ; в) 44 г  $\text{CO}_2$  и 2 г водорода  $\text{H}_2$ ? Ответы поясните.

6-5. Какую долю моля составляют: а) 9 г воды; б) 1 г водорода  $\text{H}_2$ ; в) 71 г сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; г) 1 г углекислого газа  $\text{CO}_2$ ?

6-6. Сколько молей и сколько примерно молекул содержится в 1 л воды?

6-7. Имеют ли смысл выражения: а)  $1/5$  моль; б)  $1/5$  молекулы; в)  $1/5$  массы молекулы?

6-8. В чем больше атомов: в 1 г магния или 1 г углерода? Во сколько раз?

6-9. Какую массу железа нужно взять, чтобы иметь столько же атомов, сколько их содержится в 1 г газа водорода?

6-10. Какое количество вещества соответствует: а) 128 г меди; б) 54 г серебра; в) 3 г углерода?

6-11. Сколько молей соответствует: а) 4 г кислорода  $O_2$ ; б) 10 г газа водорода; в) 18 г алюминия (масса чайной алюминиевой ложки)?

6-12. В состав человеческого тела входит в среднем по массе 65% кислорода, 18% углерода и 10% водорода. Каких атомов больше всего в человеческом теле?

6-13. В каком количестве вещества хлорида калия столько же калия, сколько его: а) в 5 моль сульфата калия; б) в 17,4 г сульфата калия; в) в 0,3 моль нитрата калия; г) в 50,5 г нитрата калия?

6-14. Какое количество вещества кислорода образуется при разложении 1 моль оксида ртути (II)? Сколько граммов кислорода образуется при разложении 5 моль оксида ртути(II)?

6-15. На сколько возрастает масса при окислении 1,5 моль железа до оксида состава  $Fe_3O_4$ ?

6-16. Какая масса серной кислоты необходима для образования соли из 0,5 моль цинка и сколько граммов водорода при этом получится?

6-17. Сколько граммов водорода потребуется для полного восстановления: а) 0,3 моль оксида меди(II); б) 20 г оксида меди(II)?

6-18. Какое количество вещества серной кислоты пойдет на полную нейтрализацию смеси 20 г гидроксида натрия и 14 г гидроксида калия?

6-19. Сколько граммов алюминия потребуется для получения из кислоты такого же количества вещества водорода, какое получается при действии избытка кислоты на 1 моль цинка?

6-20. Какого металла — магния, алюминия или цинка — потребуется по массе меньше всего для получения 1 г водорода из соляной кислоты?

6-21. Хватит ли разбавленного раствора, содержащего 110 г серной кислоты, чтобы превратить 56 г железа в среднюю соль?

6-22. Реакция между железом и сульфатом меди выражается уравнением:  $Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$ . Сколько

граммов меди может быть вытеснено при действии на избыток раствора сульфата меди  $1/4$  моль железа?

6-23. Какое количество вещества сульфата алюминия полностью прореагирует с 9 моль хлорида бария?

6-24. Каково примерно общее число атомов, содержащихся в 1 моль оксида углерода(IV)?

6-25. Какова масса остатка, образующегося при прокаливании смеси: а) 1 моль карбоната кальция с 1 моль карбоната магния; б) 50 г карбоната кальция с 21 г карбоната магния?

6-26. Сколько граммов азотной кислоты необходимо для нейтрализации смеси  $1/2$  моль гидроксида натрия с  $1/3$  моль гидроксида калия?

6-27. Одинаковые ли массы кислорода можно получить при разложении: а) 1 моль оксида серебра(I) и 1 моль оксида ртути(II); б) 1 г оксида серебра(I) и 1 г оксида ртути(II)?

6-28. При сгорании смеси оксида углерода(II) и водорода в избытке воздуха получилось 132 г оксида углерода(IV) и 18 г воды. Каков был молярный состав исходной смеси?

6-29. Составив уравнение реакции алюминия с раствором серной кислоты, укажите, сколько граммов образовавшейся соли соответствует одному моллю выделившегося водорода.

6-30. Составьте уравнение реакции восстановления одного из оксидов свинца оксидом углерода(II). В этой реакции на 1 моль первого оксида расходуется 2 моль второго оксида.

6-31.\* Какая масса кислорода пойдет на окисление 1 моль: а) цинка; б) магния; в) алюминия; г) меди до оксида меди(II)?

6-32. Сколько молей железа в килограммовой гире, если она изготовлена из чугуна, содержащего 95% (по массе) этого металла?

6-33. С какой массой кальциевой селитры  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  в почву будет внесено столько же азота, сколько его вносится с 264 кг сульфата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ?

О 6-34. Приведите примеры реакций, в результате которых: а) из 1 моль вещества получаются 2 моль другого ве-

щества; б) из 2 моль вещества получается 1 моль другого вещества; в) из 3 моль одного вещества получается 1 моль другого вещества.

○ 6-35. Вычислите массу в граммах: а) одного атома серебра; б) одной молекулы воды.

○ 6-36. Во сколько раз абсолютная масса одного атома алюминия больше абсолютной массы одного атома бериллия? Можно ли ответить на этот вопрос, не прибегая к вычислениям масс одного атома алюминия и бериллия?

○ 6-37. Зная плотность меди ( $8,92 \text{ г/см}^3$ ), вычислите объем, приходящийся на один атом меди в ее кристаллической решетке.

○ 6-38. Можно ли считать радиусы атомов углерода в графите и алмазе одинаковыми?

○ 6-39. Вычислите объем, приходящийся на один атом платины и один атом свинца в их кристаллических решетках. Плотности этих металлов равны соответственно  $21,5$  и  $11,3 \text{ г/см}^3$ .

○ 6-40. Вычислите абсолютные массы атомов углерода, фосфора и серы.

○ 6-41. Какая масса водорода получится при действии  $1/5$  моль цинка на разбавленный раствор, содержащий  $35 \text{ г}$  серной кислоты?

○ 6-42. Известны ли вам превращения, в результате которых из 1 моль простого вещества образуется больше 1 моль другого простого вещества? Ответ поясните.

## Закон Авогадро

6-43. Сколько примерно молекул азота приходится в воздухе на одну молекулу кислорода?

6-44. На весах уравновешена колба вместимостью  $0,5 \text{ л}$ , после чего воздух из нее вытеснен углекислым газом. Какой примерно груз и на какую чашу весов нужно положить, чтобы восстановить равновесие? Расчет вести для нормальных условий.



**6-45.** При одинаковых условиях взяты 1 л водорода, 3 л аммиака и 2 л воздуха. Каково числовое отношение молекул во взятых объемах газов?

**6-46.** Закон Авогадро может быть сформулирован так: 1 м<sup>3</sup> любого газа и любой смеси газов содержит при одинаковых условиях одно и то же число молей. Рассчитайте это число для нормальных условий.

**6-47.** Исходя из решения задачи 6-46 и состава воздуха (в % по объему): 78 азота, 21 кислорода, 1 аргона, рассчитайте, сколько молей каждого из них содержится в 1 м<sup>3</sup> воздуха и какова масса 1 м<sup>3</sup> воздуха.

© **6-48.** Пользуясь ответами задач 6-46 и 6-47, рассчитайте, какова должна быть относительная молекулярная масса газа, если бы этот газ имел одинаковую плотность с воздухом. Выпишите известные вам: а) простые вещества; б) водородные соединения; в) оксиды, представляющие собой газы легче воздуха.

© **6-49.** Английский ученый Кавендиш впервые определил плотность водорода в приборе, детали которого представлены на рисунке 5. В хлоркальциевую трубку помещено вещество, поглощающее водяные пары. В вашем распоряжении металлический цинк, раствор соляной кислоты и точные весы. Как следует произвести опыт в этом приборе (опишите последовательные действия) и как на основании полученных данных определить относительную молекулярную массу водорода? Во время выполнения опыта допускается производить взвешивание только два раза (опыт проводится при нормальных условиях). Больше или меньше истинного получилась бы относительная молекулярная масса водорода, если бы в опыте не было использовано вещество, поглощающее водяные пары?

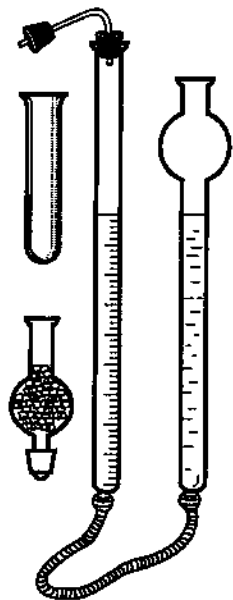


Рис. 5

## Молярный объем газа

6-50. Какой объем займут: а) 0,2 моль газа водорода; б) 0,2 моль газа кислорода; в) 0,2 моль газа азота; г) 0,2 моль воды (при 4 °C)?

6-51. Какой объем займет смесь газов следующего количественного состава: 2,35 моль кислорода, 0,65 моль азота, 1,31 моль оксида углерода(IV) и 0,69 моль оксида серы(IV)? Задачу решите наиболее рациональным способом.

6-52. Жидкий кислород перевозят на автомобилях в транспортных «танках» — больших стальных баллонах, вмещающих 3,2 т кислорода. Какой объем займет эта масса газообразного кислорода при нормальных условиях?

6-53. В мире производится ежегодно около 30 млн т водорода\*. Какой объем это составляет (в пересчете на м<sup>3</sup>)?

6-54. Плотность жидкого кислорода равна 1,14 г/см<sup>3</sup> при -183 °C. Во сколько раз увеличится объем кислорода при переходе его из жидкого в газообразное состояние при нормальных условиях?

6-55. Баллон вмещает 0,5 кг сжатого водорода. Какой объем займет эта масса водорода при нормальных условиях?

6-56. Плотность гелия (в пересчете на н. у.) 0,178 г/л. Вычислите, исходя из этого, массу 1 моль гелия.

6-57. Одна из установок для получения кислорода из воздуха производит в час около 1500 м<sup>3</sup> газообразного кислорода 98%-ной чистоты. Какой массе кислорода (в тоннах) это соответствует, если принять, что объем отнесен к нормальным условиям?

6-58. В резервуар вместимостью 50 м<sup>3</sup> помещается 25 т жидкого аммиака. Во сколько раз больше должен быть объем газгольдера (резервуара для хранения газов), чтобы он вместил указанную массу аммиака при нормальных условиях?

---

\* Данные 1987 г. (Примеч. ред.)

**6-59.** Во сколько раз увеличится объем воды в результате превращения ее из жидкости в пар при нормальных условиях?

**6-60.** Сколько примерно молекул содержится в 0,75 л углекислого газа (в пересчете на н. у.)?

**6-61.** Какой примерно объем (при н. у.) займут  $2,41 \cdot 10^{25}$  молекул хлора и столько же молекул углекислого газа?

**6-62.** Вычислите, сколько примерно молекул оксида серы(IV) содержится в 560 мл его и в таком же объеме водорода (при н. у.).

**6-63.** Знаменитый английский химик и физик Рамзай в конце прошлого века впервые выделил образец земного гелия объемом  $20 \text{ см}^3$ . (До этого гелий был обнаружен спектральным методом на Солнце.) Найдите массу этого образца гелия.

### **Расчет относительной плотности газов**

**6-64.** Вычислите относительную плотность воздуха по водороду и относительную плотность водорода по воздуху\*.

**6-65.** Во сколько раз легче или тяжелее воздуха: а) водяные пары; б) сероводород; в) гелий?

**6-66.** Рассчитайте относительную плотность по водороду следующих газов: а) хлороводорода  $\text{HCl}$ ; б) бромоводорода  $\text{HBr}$ ; в) иодоводорода  $\text{HI}$ ; г) сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ .

**6-67.** Какие известные вам газообразные соединения легче воздуха?

**6-68.** Увеличивается или уменьшается грузоподъемность дирижабля при замене водорода на гелий?

**6-69.** Какой из двух газов для наполнения воздушных шаров — гелий или водород — легче и во сколько раз? Почему отдается предпочтение первому из этих газов?

---

\* Средняя относительная молекулярная масса смеси газов, составляющих воздух, равна 29.

**6-70.** Найдите плотность аргона: а) по водороду; б) по воздуху.

**6-71.** Судя по формуле аммиака  $\text{NH}_3$ , укажите, легче или тяжелее он воздуха.

**6-72.** Можно ли получить смесь большей плотности, чем воздух, из: а) азота и оксида углерода(II); б) гелия и углекислого газа; в) аргона и азота? При каком молярном отношении газов, упомянутых в пункте в), получится смесь, по плотности равная воздуху?

**6-73.** Может ли существовать соединение серы, пары которого легче воздуха? Дайте обоснованный ответ.

**6-74.** Найдите относительную плотность по водороду смеси водорода с гелием, содержащей объемную долю гелия 50%.

**6-75.** Рассчитайте плотность по водороду газообразной смеси азота с этиленом  $\text{C}_2\text{H}_4$ , содержащей 35,4% азота по объему. Какое из данных задачи является лишним? Почему?

**6-76.** Какой груз (включая оболочку и оснастку) может нести аэростат вместимостью  $1000 \text{ м}^3$ , если полет происходит при условиях, близких к нормальным, и аэростат наполнен гелием?

### **Относительная молекулярная масса и молекулярная формула газа**

**6-77.** Относительная плотность газа по воздуху 2. Чему равна относительная молекулярная масса газа?

**6-78.** Относительная плотность газа по гелию 0,5. Чему равна относительная молекулярная масса газа?

**6-79.** Рассчитайте относительные молекулярные массы газов, плотность которых по гелию равна: а) 11; б) 7; в) 8; г) 4.

**6-80.** Какова химическая формула оксида углерода, имеющего такую же плотность, как у азота?

**6-81.** Напишите формулу и название оксида серы, если известно, что он вдвое тяжелее кислорода.

**6-82.** Соединение фосфора с водородом представляет собой газ, одинаковый по плотности с сероводородом  $\text{H}_2\text{S}$ . Найдите химическую формулу этого соединения.

**6-83.** При действии хлора на олово образуется хлорид олова, молекула которого состоит из пяти атомов. Зная, что относительная плотность паров хлорида олова по водороду — около 130, найдите его формулу.

**6-84.** Относительная плотность паров ртути по воздуху при  $446^\circ\text{C}$  равна 6,92. Каков состав молекул ртути в парах?

**6-85.** Относительная плотность паров цинка по водороду при  $1400^\circ\text{C}$  приблизительно равна 33. Каков состав молекул цинка в парах?

**6-86.** Относительная плотность паров белого фосфора по водороду равна 62. Найдите формулу белого фосфора.

**6-87.** Сколько атомов в молекуле серы при  $500^\circ\text{C}$  и при  $1160^\circ\text{C}$ , если плотности паров серы по воздуху при этих температурах соответственно равны 6,62 и 2,2?

**6-88.** Соединение содержит атомов водорода вдвое больше, чем атомов углерода; его относительная плотность по водороду равна 14. Найдите формулу соединения.

### **Соотношения объемов и масс газов при химических реакциях**

**6-89.** В каком объемном отношении должны быть смешаны оксид углерода(II) и кислород, чтобы при поджигании газы полностью прореагировали? Каково объемное отношение получившегося оксида углерода(IV) и исходной смеси газов при одинаковых условиях?

**6-90.** Увеличивается, уменьшается или остается неизменным объем газов при сжигании серы в кислороде? Все измерения объемов газов до и после опыта производятся при одинаковых условиях.

**6-91.** Во сколько раз объем кислорода, вступившего в реакцию при окислении сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$  до оксида серы  $\text{SO}_2$  и воды, превышает объем сероводорода?

**6-92.** При окислении газообразного аммиака  $\text{NH}_3$  кислородом в присутствии катализатора образуются оксид азота(IV) и вода. Составьте уравнение этой реакции и укажите, какой объем кислорода вступает в реакцию с 40 л аммиака. Задачу решите устно.

**6-93.** При сжигании водорода в замкнутой системе в избытке кислорода объем газовой смеси после охлаждения до прежней температуры сократился на 27 мл. Каков был исходный объем водорода?

**6-94.** 6 мл водорода сожгли в избытке кислорода. На сколько сократился объем газовой смеси после охлаждения ее до прежней температуры?

**6-95.** Аммиак горит в хлоре. Продукты горения — азот и хлороводород. В каких объемных отношениях: а) реагируют при этом аммиак и хлор; б) получаются азот и хлороводород?

**6-96.** В каком объемном отношении должны быть смешаны метан и оксид углерода(II), чтобы для полного сгорания (до углекислого газа и воды) любого объема этой смеси расходовался такой же объем кислорода?

**6-97.** При окислении железа до оксида железа состава  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  в реакцию вступило 89,6 л кислорода. Сколько граммов железа окислилось и сколько молей оксида образовалось?

**6-98.** Сожгли 15,5 г фосфора. Каков объем кислорода, вступившего в реакцию? Какое количество вещества оксида фосфора(V) образовалось?

**6-99.** Краска свинцовый сурик —  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  может быть получена: а) прокаливанием оксида свинца  $\text{PbO}_2$ ; б) прокаливанием на воздухе оксида свинца  $\text{PbO}$ . Какой объем кислорода выделится или затратится в том и другом случае при образовании 1 моль сурика?

**6-100.** Какие объемы водорода и кислорода должны прореагировать, чтобы образовался 1 г воды?

**6-101.** Какой объем жидкой воды получится при сгорании 112 л водорода в избытке кислорода?

**6-102.** Хватит ли 15 л кислорода для сжигания 4 г серы?

**6-103.** При действии цинка на соляную кислоту было получено 4,48 л водорода. Какая масса цинка вступила в реакцию?

**6-104.** Сколько литров водорода получится при растворении в избытке кислоты смеси 1 моль цинка с 2 моль алюминия?

**6-105.** Какой объем водорода выделится при растворении в избытке кислоты 1 кг цинка?

**6-106.** Вычислите, какой объем водорода можно получить при растворении в избытке кислоты 1 кг алюминия.

**6-107.** Какое количество вещества серной кислоты расходуется при вытеснении из нее 11,2 л водорода каким-нибудь металлом с образованием средней соли?

**6-108.** Какая масса негашеной извести и какой объем углекислого газа должны получиться при разложении 50 кг известняка?

**6-109.** При растворении в кислоте 2,33 г смеси железа и цинка было получено 896 мл водорода. Сколько граммов каждого из металлов содержалось в смеси?

**О 6-110.** Каковы масса и объем водорода, образующегося при растворении в кислоте 1,00 г сплава следующего состава (в % по массе): 5 алюминия, 2 цинка, 93 магния?

**О 6-111.** Каков состав (в % по массе) медно-алюминиевого сплава, если при обработке 1,00 г его избытком кислоты выделилось 1,18 л водорода?

## **Термохимические расчеты**

**6-112.** При соединении 4,2 г железа с серой выделилось 7,15 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

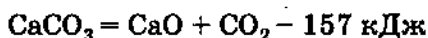
**6-113.** При сжигании 6,5 г цинка выделилась теплота, равная 34,8 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**6-114.** При соединении 18 г алюминия с кислородом выделяется 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**6-115.** При сжигании серы получено 32 г оксида серы(IV) и выделилось 146,3 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**6-116.** При сжигании 6,08 г магния выделилась теплота, равная 152,5 кДж. Составьте термохимическое уравнение образования оксида магния.

**6-117.** Термохимическое уравнение реакции разложения известняка:



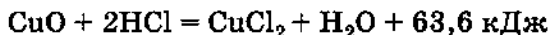
Сколько теплоты затрачивается на разложение 1 кг известняка?

**6-118.** Термохимическое уравнение реакции горения фосфора:



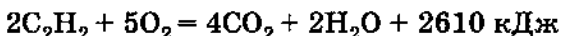
Сколько теплоты выделится при сгорании 31 г фосфора?

**6-119.** Термохимическое уравнение реакции оксида меди(II) с соляной кислотой:



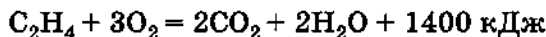
Сколько теплоты выделится при растворении 200 г оксида меди в соляной кислоте?

**6-120.** На основе термохимического уравнения реакции полного сгорания ацетилена:



рассчитайте, сколько выделится теплоты, если будет израсходовано: а) 13 г ацетилена; б) 1,12 л ацетилена; в) 1 моль ацетилена.

**6-121.** На основе термохимического уравнения реакции горения этилена:

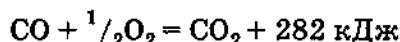


рассчитайте, сколько выделится теплоты, если в реакцию вступило: а) 1 моль кислорода; б) 16 г кислорода; в) 336 л кислорода.

**6-122.** Вычислите теплоту сгорания 1 м<sup>3</sup> генераторного газа следующего состава (в % по объему): CO — 26, N<sub>2</sub> — 70,

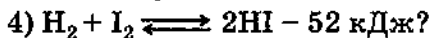
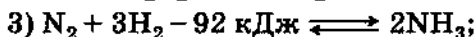
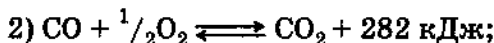
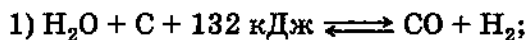


CO<sub>2</sub> — 4. Термохимическое уравнение реакции сгорания оксида углерода(II):

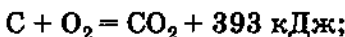


6-123. Для сварки рельсов по методу алюминотермии используют смесь алюминия и оксида железа Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Составьте термохимическое уравнение, если при образовании 1 кг железа выделилось 6340 кДж теплоты.

6-124. Какие из реакций, судя по приведенным ниже термохимическим уравнениям, являются экзотермическими и какие эндотермическими:



О 6-125. Вычислите теплоту сгорания графита до оксида углерода(II), исходя из следующих данных:



© 6-126. Сколько выделится теплоты при сгорании газовой смеси, состоящей из 1 кг этана C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 1 кг пропана C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> и 1 кг бутана C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>. (Теплота сгорания 1 моль этана равна 1541,4 кДж, 1 моль пропана — 2202,0 кДж, 1 моль бутана — 2878,5 кДж.)

© 6-127. В каком случае выделится больше теплоты, если полностью сжечь на воздухе по 1 моль метана, этана, ацетилена, пропана или бутана? Дайте обоснованный ответ.

# Периодический закон

## Д. И. Менделеева



### Периодическая система

7-1. Д. И. Менделеев писал: «...элементы, расположенные по величине их атомного веса<sup>\*</sup>, представляют явственную периодичность свойств». Как вы понимаете эту мысль Д. И. Менделеева? Приведите примеры.

7-2. Пользуясь таблицей периодической системы, напишите формулу высшего оксида, формулу летучего водородного соединения (если оно существует) и укажите порядковый номер, период, группу и принадлежность к металлам или неметаллам для следующих элементов: а) магний; б) кремний; в) рений; г) осмий; д) теллур; е) радий.

7-3. У какого элемента сильнее выражены металлические свойства: у бора или алюминия? Ответ поясните.

7-4. У какого элемента сильнее выражены свойства неметалла: у мышьяка или азота? Ответ поясните.

7-5. У какого элемента сильнее выражены свойства металла: у мышьяка или сурьмы? Дайте обоснованный ответ.

7-6. Сообразуясь с положением щелочных металлов в периодической системе, укажите, у какого из катионов этих металлов плотность заряда наибольшая.

7-7. При создании периодической системы Д. И. Менделеев поместил два соседних элемента (какие?) 5-го периода не в порядке возрастания атомного веса. Почему это пришлось сделать?

---

<sup>\*</sup> Атомный вес — термин, который во времена Д. И. Менделеева использовали вместо современного — относительная атомная масса.

**7-8.** Можно ли VII группу назвать группой галогенов? Почему?

**7-9.** Какие элементы образуют главную подгруппу I группы и побочную подгруппу I группы?

**7-10.** В какой части периодической системы сконцентрированы элементы, обладающие металлическими свойствами?

**7-11.** Какая кислота имеет наименьшую относительную молекулярную массу по сравнению со всеми существующими кислотами?

**7-12.** Какая соль из ряда галогенидов имеет наименьшую относительную молекулярную массу по сравнению со всеми существующими солями?

**7-13.** Найдите в таблице периодической системы элемент, образующий газообразное водородное соединение, плотность которого практически равна плотности кислорода.

**7-14.** У каких двух элементов периодической системы соотношение относительных атомных масс равно 2 : 1?

**7-15.** Найдите в таблице периодической системы элемент, принадлежащий к 4-му периоду и проявляющий одинаковые значения валентности в своем водородном соединении и в высшем оксиде.

**7-16.** Найдите в периодической системе неметалл, в летучем соединении которого с водородом массовая доля водорода максимальна. Задачу решите устно.

**7-17.** Найдите в периодической системе неметалл, в летучем соединении которого с водородом массовая доля водорода минимальна. Задачу решите устно.

**7-18.** Найдите в периодической системе металл, который при растворении в кислотах вытесняет наибольшее количество водорода в расчете на единицу своей массы. (Учтите, что бор — неметалл и в кислотах не растворяется.)

**7-19.** Найдите в периодической системе металл, который при растворении в растворах кислот вытесняет наименьшее количество водорода в расчете на единицу своей массы.

**7-20.** Пользуясь таблицей периодической системы, запишите формулы известных вам водородных соединений, которые представляют собой газы легче воздуха.

**7-21.** Какова формула высшего оксида хлора?

Таблица периодической системы  
Д. И. Менделеева  
(один из первых набросков)

| I              | II               | III           | IV                     | V                    | VI                    | VII                      | VIII                         |
|----------------|------------------|---------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| H—1<br>Li—7    | —<br>—           | B—11<br>Al—27 | C—12<br>Si—28<br>Ti—50 | N—14<br>P—31<br>V—51 | O—16<br>S—32<br>Cr—52 | F—19<br>Cl—35,5<br>Mn—55 |                              |
| Na—23<br>K—39  | Mg—24<br>Ca—40   | —             | —                      | As—75<br>Nb—94       | Se—78<br>Mo—96        | Br—80<br>—               | Fe—56;<br>Co—59;<br>Ni—59    |
| Cu—63<br>Rb—85 | Zn—65<br>Sr—87   | —             | —<br>Zr—91             | Sb—120<br>Ta—182     | Te—127?<br>W—184      | I—126?                   | Ru—104;<br>Rh—104;<br>Pd—106 |
| Ag—108<br>—    | Cd—112<br>Ba—137 | —             | —                      | —                    | —                     | —                        | Os—199;<br>Ir—198;<br>Pt—197 |
| Au—197         | Hg—200<br>—      | Tl—204<br>—   | Pb—207<br>—            | Bi—208<br>—          | —<br>U—240            | —<br>—                   |                              |

7-22. Назовите газ, обладающий наименьшей относительной молекулярной массой.

7-23. Одним из стеклообразующих материалов является оксид бора. Напишите формулу этого оксида, сообразуясь с положением бора в периодической системе.

7-24. Медь образует с иодом лишь одно соединение, соответствующее ее положению в периодической системе. Напишите формулу этого соединения.

7-25. Минерал куприт представляет собой кислородное соединение меди, по составу соответствующее положению меди в периодической системе. Напишите его формулу.

7-26. Какова формула гидроксида стронция? Что вы можете сказать о его свойствах?

7-27. Напишите формулы соединений с хлором элементов, предсказанных Д. И. Менделеевым (№ 21, 31, 32).

7-28. Каковы формулы соединений ванадия, в которых он проявляет высшую валентность: а) с кислородом; б) с фтором?

7-29. Какие из элементов IV и V групп образуют с водородом соединения более легкие, чем воздух?

7-30. Напишите не менее шести формул солей, в состав которых входили бы только элементы из второго периода.

7-31. До конца 60-х гг. XIX в. два элемента — обозначим их А и В — считались двухвалентными металлами и им приписывали неправильные атомные веса. Не найдя для них в периодической системе мест, отвечающих их свойствам, Д. И. Менделеев увеличил в полтора раза предполагаемый атомный вес и валентность каждого из них, и тогда место им нашлось. Атомные веса приписывались элементам следующие: элементу А около 60, а элементу В несколько больше 90. Найдите им место в таблице и назовите их.

7-32. Относительно природы одного элемента не было согласия: трехвалентен он — в этом случае его атомный вес должен быть около 15, или двухвалентен — тогда его атомный вес должен быть около 9. Как был решен спор Д. И. Менделеевым на основании периодического закона?

7-33. Во время открытия периодического закона двум элементам приписывались одинаковые атомные веса —

около 115. Высшая валентность по кислороду одного из этих элементов (обозначим его (А)) равнялась IV, а другого (В) принималась равной II. Для одного из этих элементов нашлось место в периодической системе, а для другого не нашлось, поэтому возникла необходимость в исправлении его атомного веса. Д. И. Менделеев удвоил его атомный вес и валентность (что впоследствии оправдалось). Какое место (порядковый номер, период) заняли элементы А и В в периодической системе? Назовите их.

## Химические свойства элементов

7-34. Учитывая распределение химических элементов в периодической системе, укажите, изменяются ли периодически следующие свойства элементов с увеличением порядкового номера: а) максимальная валентность; б) металлические свойства; в) масса атома; г) общее число электронов в атоме; д) число электронов на внешнем уровне; е) температура плавления простых веществ.

7-35. Как меняется способность отдавать и притягивать электроны у атомов химических элементов с возрастанием порядкового номера?

7-36. Охарактеризуйте те свойства водорода, которые позволяют этот элемент поместить как в I, так и в VII группе периодической системы.

7-37. Найдите в периодической таблице элемент, единственный оксид которого имеет относительную молекулярную массу  $40 \pm 1$ , а валентность элемента не больше IV. Докажите, что другого решения нет.

7-38. Найдите в периодической таблице элемент, высший оксид которого имеет относительную молекулярную массу, с точностью до единицы равную: а) 94; б) 102, а валентность элемента не больше IV. Докажите, что других решений нет.

7-39. Найдите в периодической таблице два элемента, оксиды которых имеют почти одинаковую относительную молекулярную массу, приблизительно равную 188, валентность элементов не больше IV. Отклонение их рассчитан-

ных относительных атомных масс от истинных не должно превышать 1. Докажите, что других решений нет.

7-40. Элемент, находящийся в одной группе с магнием и образующий оксид, который содержит 12,46% по массе кислорода, применяется при изготовлении проводов как добавка к элементу I группы, так как он, существенно не уменьшая высокой электрической проводимости последнего, сильно повышает его прочность. Назовите оба элемента.

7-41. Один из оксидов элемента, принадлежащего к VI группе, содержит 50% кислорода по массе. Назовите этот элемент.

7-42. Оксид элемента, образующего с водородом соединение состава  $RH_4$ , содержит 53,3% кислорода. Назовите этот элемент.

7-43. Элемент, высший оксид которого отвечает формуле  $RO_3$ , дает водородное соединение, содержащее 2,47% водорода по массе. Назовите этот элемент.

7-44. Один из предсказанных Д. И. Менделеевым элементов 4-го периода образует оксид, содержащий 34,8% кислорода. Назовите этот элемент.

О 7-45. Элементы А и В принадлежат к I группе, а элемент С — к IV группе периодической системы. Соединение, образованное элементами А и С, окраску раствора фиолетового лакмуса не изменяет. При взаимодействии элемента В с соединением элементов А и С образуется вещество, придающее лакмусу синий цвет и сообщающее пламени желтую окраску. Назовите элементы А, В и С. Напишите уравнения упомянутых реакций.

О 7-46. Элементы А и В принадлежат к I группе, а элемент С — к VII группе. Соединение элементов А и С растворимо в воде и окрашивает пламя в фиолетовый цвет, а соединение элементов В и С имеет белую окраску и нерастворимо в воде. Назовите элементы А, В и С.

О 7-47. Из трех элементов — назовем их А, В и С — один принадлежит ко II группе, другой — к IV группе и третий — к VI группе. Элементы А и В принадлежат к одному и тому же периоду и образуют друг с другом два соединения: одно горючее, а другое негорючее. Соединение

всех трех элементов широко распространено в природе и применяется в производстве строительных материалов. Какие элементы обозначены буквами А, В и С?

○ 7-48. Три элемента А, В и С принадлежат к одной и той же группе и расположены в трех смежных рядах таблицы элементов. Водородное соединение двухвалентного элемента А содержит 11,1% водорода по массе. Элемент В образует с элементом А два соединения, в которых массовая доля А составляет 50% и 60%. Элемент С не образует летучего соединения с водородом. Какие элементы обозначены буквами А, В и С? Какова формула соединения С с А, в котором С проявляет высшую валентность?

## Свойства простых веществ

7-49. Относительная атомная масса элемента приблизительно равна 90. Относительная плотность паров по водороду его летучего хлорида равна 116. Какой это элемент? Задачу решите устно, пользуясь таблицей периодической системы.

7-50. Перечислите известные вам аллотропные видоизменения элементов V и VI групп периодической системы, молекулы которых образованы более чем двумя атомами.

7-51. Перечислите известные вам простые вещества, молекулы которых в газообразном состоянии одноатомны или двухатомны.

7-52. Составьте таблицу, в которой должны быть отражены свойства простых веществ, образованных элементами главной и побочной подгрупп I группы периодической системы: плотность, температура плавления, устойчивость их оксидов к нагреванию, отношение последних к воде.

7-53. Какого из металлов 3-го периода понадобится наименьшее количество для получения из кислоты определенной массы водорода?

7-54. При взаимодействии 1,11 г щелочного металла с водой образуется 0,16 г водорода. Назовите этот металл.



**7-55.** Какова масса 1 л летучего фторида серы, в котором сера проявляет высшую валентность? Какова его относительная плотность по водороду и по воздуху?

**7-56.** Какова относительная плотность по водороду паров летучего соединения урана с фтором, в котором уран проявляет наивысшую валентность?

○ **7-57.** При взаимодействии 0,10 г некоторого металла с водой образуется 0,05 г водорода. Назовите этот металл, если известно, что он обладает постоянной валентностью.

○ **7-58.** Отличаются ли физические свойства простых веществ, представляющих собой аллотропные видоизменения? Приведите примеры. От чего зависят их физические свойства?

◎ **7-59.** Как изменяются: а) окислительная способность; б) восстановительная способность простых веществ, относящихся ко второму периоду периодической системы элементов?

◎ **7-60.** Какие из простых веществ, образованных элементами 2-го и 3-го периодов периодической системы, могут реагировать со щелочами, а какие с кислотами? Назовите также те из них, которые могут реагировать и с кислотами и со щелочами. Приведите уравнения реакций.

# Строение вещества



## Строение электронных оболочек атомов

8-1. Сообразуясь с положением фосфора в периодической системе, ответьте на вопросы: а) сколько электронов в атоме фосфора? б) каково то наибольшее число электронов, которые атом фосфора может отдать или присоединить при химических реакциях?

8-2. Что является общим в строении атомов бериллия, магния и кальция?

8-3. Каково строение внешних электронных слоев ионов галогенов?

8-4. Сколько электронов во внешних электронных слоях сурьмы, фосфора и мышьяка, если максимальная валентность каждого из них по кислороду равна V?

8-5. Назовите металл второго периода, имеющий один неспаренный электрон.

8-6. Составьте схемы строения электронных оболочек атомов: а) рубидия; б) стронция; в) иттрия; г) циркония. Чем они отличаются?

8-7. Сколько электронов во внешнем слое атома: а) иттрия № 39; б) индия № 49?

8-8. Сколько электронов во внешнем слое атомов: а) олова № 50; б) циркония № 40?

8-9. Назовите элементы I группы, в предпоследнем электронном слое атома которых содержится: а) 8 электронов; б) 18 электронов.

8-10. Назовите элементы II группы, в предпоследнем электронном слое атома которых содержится: а) 8 электронов; б) 18 электронов.

8-11. Сколько электронов во внешних слоях атомов, завершающих шесть периодов (1—6) системы Д. И. Менделеева?

8-12. Атомы пяти элементов одной из главных подгрупп имеют в наружном электронном слое соответственно  $2s^1$ ,  $3s^1$ ,  $4s^1$ ,  $5s^1$ ,  $6s^1$  электронов. Назовите эти элементы.

8-13. Может ли атом магния преобразоваться таким образом, чтобы в нем осталось такое же число электронов, как в атоме неона? Ответ поясните.

8-14. У атомов каких элементов наружный электронный слой характеризуется символом: а)  $2s^2$ ; б)  $3s^2$ ; в)  $4s^2$ ?

8-15. Атомы каких элементов имеют в наружном слое  $6s^2$ -электроны? Что можно сказать об их свойствах?

8-16. Какие орбитали используют для образования связей с другими элементами: а) углерод; б) кремний?

8-17. Назовите элементы, атомы которых имеют электронные формулы  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  и  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ . Укажите, в каких периодах таблицы Д. И. Менделеева они находятся.

8-18. Может ли ион двухвалентного металла иметь электронную формулу: а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ; б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ?

8-19. Сколько неспаренных электронов содержится в основном состоянии в электронных оболочках атома: а) фосфора; б) хлора; в) серы; г) углерода; д) неона?

8-20. Сколько пар спаренных электронов содержится в электронных оболочках атома: а) калия; б) алюминия; в) серы; г) брома; д) аргона?

О 8-21. Судя по положению в периодической системе, укажите, с каким элементом из ранее открытых более всего сходен по свойствам элемент курчатовий\*.

---

\* В 1997 г. Комиссия ИЮПАК присвоила элементу курчатовий название резерфордий (Rf). (Примеч. ред.)

О 8-22. В чем проявляется сходство в строении атомов элементов побочных подгрупп I и II групп периодической системы и отличие их от элементов главных подгрупп тех же групп?

## Состав атомных ядер.

### Изотопы

8-23. Почему радиус протона ( $\sim 10^{-13}$  см) во много раз меньше радиусов других ионов, равных  $\sim 10^{-8}$  см?

8-24. Каков состав ядер следующих изотопов: а)  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$ ; б)  $^{14}\text{N}$  и  $^{15}\text{N}$ ; в)  $^{28}\text{Si}$  и  $^{30}\text{Si}$ ?

8-25. Ядро атома одного из изотопов не содержит нейтронов. Назовите этот элемент.

8-26. Ядро атома фтора (относительная атомная масса 19) содержит 10 нейтронов. Укажите, не обращаясь к таблице элементов, порядковый номер фтора.

8-27. Сколько нейтронов в ядрах изотопов гелия  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$  и кислорода  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ?

8-28. Чем отличаются по своему составу ядра изотопов лития  $^6\text{Li}$  и  $^7\text{Li}$  и урана  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$ ?

8-29. Сколько нейтронов в ядрах изотопов магния  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{25}\text{Mg}$ ,  $^{26}\text{Mg}$  и хлора  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$ ?

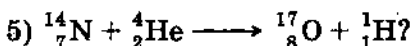
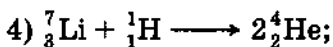
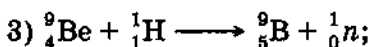
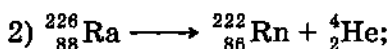
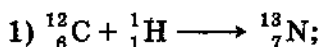
8-30. Часто при записи электронной формулы атомов опускаются заполненные оболочки. На каких соображениях основана такая сокращенная запись? Составьте подобного рода записи для бора, углерода, калия, скандия.

8-31. Сравните электронное строение ионов  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$  со строением атома аргона.

8-32. Можно ли судить, о каком именно элементе идет речь: а) по массе атома; б) по относительной атомной массе?

8-33. Почему разделение изотопов обычно основывается на различии их физических свойств?

8-34. Какие из приведенных ниже схем ядерных реакций соответствуют реакциям синтеза, а какие — распада:



8-35. Изотоп бора  ${}^{10}\text{B}$ , захватывая нейтрон, превращается в другой устойчивый изотоп бора. Составьте уравнение этой ядерной реакции.

8-36. Сколько различных по массе молекул  $\text{SiCl}_4$  могут образовывать кремний и хлор? Относительные атомные массы изотопов кремния — 28 и 30, изотопов хлора — 35 и 37.

○ 8-37. Могут ли быть практически одинаковыми по массе атомы водорода и атомы гелия? Ответ поясните.

○ 8-38. Обыкновенный кислород представляет собой смесь изотопов  ${}^{16}_8\text{O}$  (99,757%),  ${}^{17}_8\text{O}$  (0,039%) и  ${}^{18}_8\text{O}$  (0,204%). Вычислите, по скольку примерно атомов двух других изотопов приходится на один атом изотопа  ${}^{17}_8\text{O}$ .

○ 8-39. При соударении  $\alpha$ -частиц с бериллием ( ${}_4^9\text{Be}$ ) вылетает нейтрон и образуется элемент с порядковым номером 6. Запишите уравнение этой ядерной реакции.

○ 8-40. При бомбардировке алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$   $\alpha$ -частицами образуются изотоп кремния с атомной массой 30 и еще один элемент. Составьте уравнение этой реакции.

○ 8-41. При действии  $\alpha$ -частиц на магний  ${}^{24}\text{Mg}$  образуются неустойчивый изотоп другого элемента и нейтрон. Составьте уравнение этой ядерной реакции.

## Виды химической связи

8-42. Электроны какого электронного слоя элементов 3-го периода участвуют в образовании химической связи? Ответ поясните примерами.

8-43. За счет электронов какого слоя осуществляется связь между атомами: а) в молекуле водорода; б) в молекуле хлора?

8-44. Правильным ли является утверждение, что химическая связь обусловлена одновременным притяжением электронов к двум ядрам? Дайте обоснованный ответ.

8-45. Приведите примеры, когда один и тот же элемент может образовывать различные виды химической связи: ионную, ковалентную полярную и ковалентную неполярную.

8-46. Способен ли металл образовывать как ионную, так и ковалентную связь?

8-47. Известны ли факты возникновения устойчивой химической связи между молекулами различных соединений? Ответ мотивируйте.

8-48. Приведите примеры молекул, в которых связь между двумя атомами осуществляется одной, двумя, тремя парами электронов.

8-49. Изобразите схематически: а) молекулу воды, зная, что угол  $\text{H—O—H}$  равен примерно  $105^\circ$ , а длина связи  $\text{H—O}$  0,096 нм; б) молекулу оксида лития, учитывая, что она линейна и длина связи  $\text{Li—O}$  составляет 0,159 нм (в парах при высокой температуре).

○ 8-50. Каков приблизительно должен быть угол между связями в сероводороде  $\text{H}_2\text{S}$ , если учесть, что атом серы использует для образования связи  $p$ -электроны?

○ 8-51. Найдите ковалентный радиус атомов элементов, исходя из следующих длин связей в молекулах: а)  $\text{H—H}$ , 0,074 нм; б)  $\text{F—F}$ , 0,142 нм; в)  $\text{Cl—Cl}$ , 0,199 нм; г)  $\text{Br—Br}$ , 0,228 нм; д)  $\text{I—I}$ , 0,266 нм. Какова длина связи в соединении брома с хлором  $\text{Br—Cl}$ ?

О 8-52. Углы между связями в молекулах типа  $CX_4$  и  $BX_3$  составляют соответственно  $109,5^\circ$  и  $120^\circ$ . Что можно сказать о расположении в пространстве атомов в таких молекулах?

О 8-53. Составьте структурные и электронные формулы соединений с водородом следующих элементов: а) селена; б) фосфора; в) кремния. Укажите валентности элементов в этих соединениях.

О 8-54. Составьте структурные и электронные формулы соединений с водородом следующих элементов: а) брома; б) теллура; в) мышьяка.

О 8-55. Составьте электронно-ионные схемы реакций соединения с азотом: а) лития; б) алюминия; в) магния.

8-56. Составьте электронно-ионные схемы реакций соединения: а) кальция с водородом; б) магния с хлором; в) алюминия с фосфором.

8-57. От каких факторов зависит прочность (энергия разрыва) химической связи?

## Электроотрицательность

8-58. Прочность связи между водородом и галогеном возрастает в ряду:  $HI < HBr < HCl < HF$ . Соответствует ли это электроотрицательности галогенов?

8-59. К атомам каких элементов смещены общие электронные пары в соединениях, формулы которых  $HCl$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $OF_2$ ?

8-60. Как изменяется в периоде слева направо электроотрицательность элементов?

8-61. Как меняется электроотрицательность у элементов главной подгруппы VI группы от кислорода до теллура?

8-62. В молекулах какого соединения полярность связи наименьшая: иодоводород, хлороводород, бромоводород, вода?

8-63. В молекулах какого соединения больше всего выражена полярность связи: сероводород, хлор, метан, фосфин, хлороводород?

**8-64.** Учитывая положение серы и селена в периодической системе и их электроотрицательность, укажите, какая связь прочнее: S—H или Se—H. (При ответе пользуйтесь приложениями 1 и 2.)

**8-65.** Укажите в каждом из соединений, формулы которых  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{PCl}_3$ , элемент, обладающий наибольшей электроотрицательностью.

**8-66.** Нарисуйте электронные схемы образования молекул метана, бромоводорода, кислорода и воды. Укажите, к атомам каких элементов смещены общие электронные пары в этих соединениях.

### Степень окисления

**8-67.** Как найти степень окисления элемента в сложном соединении? Каковы ее максимальные значения?

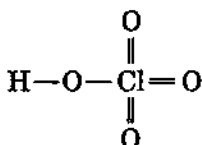
**8-68.** Какова степень окисления атомарного и молекулярного водорода?

**8-69.** Проставьте степени окисления элементов в соединениях, формулы которых  $\text{IBr}$ ,  $\text{TeCl}_4$ ,  $\text{SeF}_6$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{CS}_2$ .

**8-70.** Изобразите электронную схему строения отрицательного иона водорода (гидрид-иона). Атому какого инертного газа он подобен по строению электронной оболочки?

**8-71.** Почему радиус атома кальция (0,197 нм) больше радиуса иона кальция (0,106 нм)? Какова степень окисления в каждом случае?

**8-72.** Напишите графическую формулу хлорной кислоты



и проставьте над химическим символом каждого атома его степень окисления.

**8-73.** Напишите графические формулы серной и фосфорной кислот и проставьте над химическим символом каждого атома его степень окисления.



8-74. Проставьте степени окисления элементов в соединениях, формулы которых  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SnS}_2$ .

8-75. Проставьте степени окисления элементов в соединениях, формулы которых  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{SbCl}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ .

8-76. Составьте формулы следующих соединений: а) нитрида лития (соединение лития с азотом); б) сульфида алюминия (соединение алюминия с серой); в) фторида фосфора, в которых электроположительный элемент проявляет максимальную степень окисления.

8-77. Составьте формулы следующих соединений: а) фтора с ксеноном; б) бериллия с углеродом, в которых электроположительный элемент проявляет максимальную степень окисления.

8-78. Как изменяются степени окисления элементов при окислении  $\text{SO}_2$  кислородом в  $\text{SO}_3$ ?

8-79. Приведите примеры реакций: а) соединений серы; б) соединений азота, в которых степени окисления элементов не изменяются.

8-80. Какова степень окисления серы в ионе  $\text{HSO}_4^-$ ?

8-81. Какова степень окисления углерода в соединениях, формулы которых  $\text{CH}_4$  и  $\text{CCl}_4$ ?

8-82. Укажите примеры соединений, в которых водород имеет положительную и отрицательную степень окисления.

8-83. Какова степень окисления азота в молекуле азота  $\text{N}_2$ ? Приведите примеры соединений, в которых степень окисления азота равна  $-3$ ,  $+3$ ,  $+4$ .

8-84. Изменяются ли степени окисления при: а) образовании воды из водорода и кислорода; б) образовании аммиака из азота и водорода? Ответ поясните.

8-85. Какова степень окисления углерода в оксиде углерода(IV) и изменяется ли она при образовании из углекислого газа угольной кислоты?

О 8-86. Зная, что сумма степеней окисления элементов в любом соединении равна нулю, вычислите степени окисле-

ния марганца, хрома в соединениях, формулы которых  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

○ 8-87. Проставьте степени окисления каждого элемента в формулах соединений:  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ,  $\text{BaMnO}_4$ .

○ 8-88. Определите степень окисления и валентность водорода и кислорода в пероксиде водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

◎ 8-89. Определите степень окисления каждого атома серы в тиосульфате натрия. Для этого напишите графическую формулу соединения, указав условно валентность каждого элемента черточками.

◎ 8-90. Укажите степени окисления железа в магнитном железняке  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и свинца в сурике  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ . К какому классу неорганических соединений относятся эти вещества?



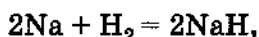
## Окислительно-восстановительные реакции

### Взаимодействие простых веществ между собой

9-1. Как изменяются в 3-м периоде слева направо окислительные и восстановительные свойства элементов?

9-2. Имеет ли смысл выражение «кислород окисляет»? Ответ поясните примерами.

9-3. Правильно ли будет сказано, что водород в реакции, уравнение которой

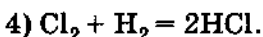
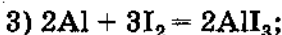


является восстановителем? Ответ поясните.

9-4. Может ли в какой-либо реакции проявлять свойства окислителя: а) атом кислорода; б) ион кислорода  $\text{O}^{2-}$ ; в) атом меди; г) ион натрия? Ответы мотивируйте.

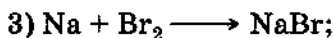
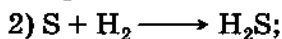
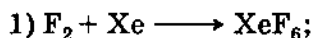
9-5. Может ли в какой-либо реакции проявлять свойства восстановителя: а) атом фтора; б) ион фтора; в) атом натрия; г) ион натрия? Почему?

9-6. Укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается в реакциях между простыми веществами:

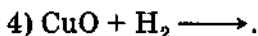
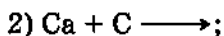
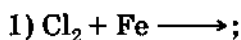


9-7. Чем, окислителем или восстановителем, является фосфор при взаимодействии его: а) с хлором; б) с магнием?

9-8. В следующих схемах реакций укажите степени окисления каждого элемента и расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса:



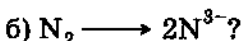
О 9-9. Допишите уравнения реакций окисления-восстановления:



Укажите степень окисления элементов в полученных продуктах.

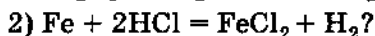
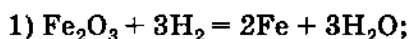
О 9-10. Какие из известных вам простых веществ могут вступать друг с другом в реакции окисления-восстановления? Приведите примеры (исключая те, что даны в этом разделе). Укажите окислитель, восстановитель, степени окисления элементов в образовавшихся соединениях и расставьте коэффициенты в уравнениях.

О 9-11. Как называются процессы, схематически представленные следующим образом: а)  $H_2 \longrightarrow 2H^-$ ;



### Реакции простых веществ со сложными веществами

9-12. Чем, окислителем или восстановителем, являются атомы и ионы водорода в следующих реакциях:



**9-13.** Напишите уравнения реакций: а) «растворения» магния в разбавленном растворе серной кислоты; б) хлора с раствором бромида натрия. Какой элемент окисляется и какой восстанавливается?

**9-14.** Напишите уравнения реакций: а) иодида магния с бромом; б) магния с раствором бромоводородной кислоты. Укажите, какой элемент в каждом случае является окислителем и какой восстановителем.

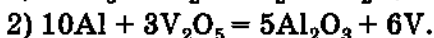
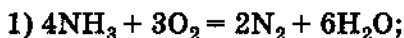
**9-15.** Напишите уравнения реакций: а) иодида лития с хлором; б) магния с соляной кислотой. Проставьте степени окисления всех элементов и определите коэффициенты по методу электронного баланса.

**9-16.** Напишите уравнения реакций: а) между бромидом меди(II) и хлором; б) между бромидом меди(II) в растворе и металлическим железом. Укажите, что является в той и другой реакции окислителем и что восстановителем.

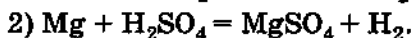
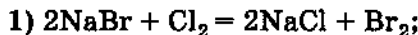
**9-17.** К какому типу относится реакция, происходящая при взаимодействии ртути с раствором нитрата серебра?

**9-18.** Будут ли наблюдаться изменения при взбалтывании ртути с разбавленной серной кислотой? Объясните почему.

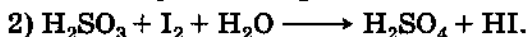
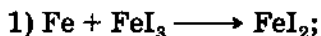
**9-19.** Укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается в следующих реакциях:



**9-20.** Укажите, какие элементы являются окислителями и какие восстановителями в реакциях:

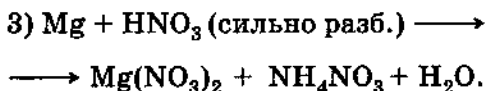
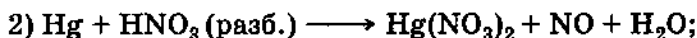
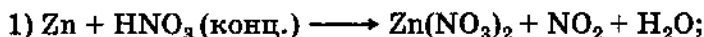


**9-21.** Определите степени окисления каждого элемента и расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса, в следующих схемах:

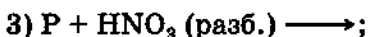
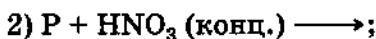
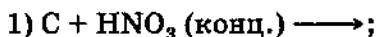


**О 9-22.** Азотная кислота является сильным окислителем, и при взаимодействии ее с металлами водород практически

не выделяется. Расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса, в следующих схемах реакций и укажите степени окисления металла и азота до реакций и после них:



© 9-23. Концентрированная и разбавленная азотная кислота окисляет неметаллы до кислот, а уголь в ней при некоторых условиях загорается. Закончите схемы химических реакций и расставьте коэффициенты, учитывая, что азот концентрированной азотной кислоты восстанавливается до +4, а разбавленной до +2. Другие элементы проявляют высшую степень окисления. В результате реакций с концентрированной  $\text{HNO}_3$  возможно образование воды; при реакциях с разбавленной  $\text{HNO}_3$  возможно участие воды.



© 9-24. Азотная кислота при кипении частично разлагается. Образующийся при этом оксид азота(IV) окрашивает кислоту в желтый или коричневый цвет. Составьте уравнение этой реакции и укажите, является ли она экзо- или эндотермической.

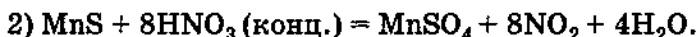
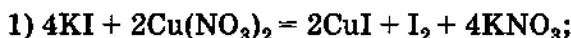
### Реакции между сложными веществами

9-25. Относится ли к окислительно-восстановительным реакциям: а) образование кислот из оксидов неметаллов и воды; б) реакция нейтрализации? Ответы поясните.

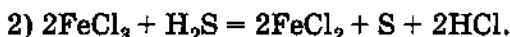
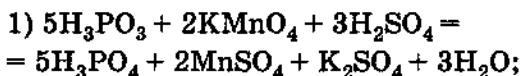
9-26. Многие водородные соединения неметаллов, такие, как  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , являются типичными восстановителями. Могут ли они взаимодействовать между собой? Ответ поясните.

9-27. Почему углекислый газ не может быть использован в качестве восстановителя, а угарный газ пригоден для этой цели?

9-28. Укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается в следующих реакциях:



9-29. В реакциях, уравнения которых даны ниже, укажите, какой элемент является окислителем и какой восстановителем:



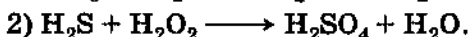
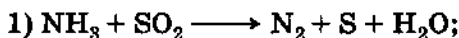
○ 9-30. В свинцовом аккумуляторе происходит реакция, которую можно записать следующим образом:



Что здесь служит окислителем и что восстановителем?

◎ 9-31. В лабораторных условиях хлор получают взаимодействием перманганата калия с соляной кислотой. Составьте уравнение реакции и укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается.

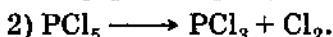
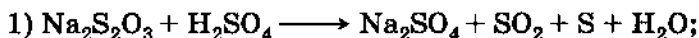
◎ 9-32. Расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса, в следующих схемах реакций:



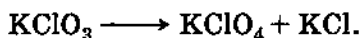
## Внутримолекулярные реакции окисления-восстановления

<http://kurokam.ru>

9-33. В следующих схемах расставьте коэффициенты и укажите степень окисления элементов, изменивших ее в процессе реакции:

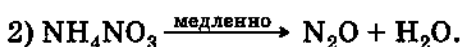


9-34. При осторожном нагревании в отсутствии катализатора бертолетова соль частично превращается по такой схеме:



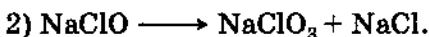
Расставьте степени окисления хлора в каждом веществе и подберите коэффициенты. Какой элемент окисляется и какой восстанавливается?

9-35. Аммиачная селитра в различных условиях может разлагаться по разным направлениям, например:

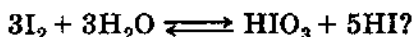


Расставьте коэффициенты, пользуясь методом электронного баланса, и укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается.

9-36. Расставьте коэффициенты, пользуясь методом электронного баланса, в следующих схемах, определите степень окисления азота и хлора:



© 9-37. Направление окислительно-восстановительной реакции во многом зависит от среды. В каком направлении будет смещаться равновесие реакции при добавлении:  
а) кислоты; б) щелочи:





# Галогены



## Хлор

**10-1.** Как узнать банку с хлором среди банок, наполненных известными вам газами, не прибегая к химическим реактивам, а) если все банки из бесцветного стекла; б) если банки из окрашенного стекла?

**10-2.** Хлор применяется для уничтожения полевых грызунов; с этой целью его выпускают через шланг в их норы. Какие два свойства хлора делают возможным такое его применение?

**10-3.** Напишите уравнение реакций соединения хлора: а) с калием; б) с кальцием; в) с алюминием.

**10-4.** Напишите уравнение реакций хлора: а) с фосфором; б) с серой.

**10-5.** Обнаружен ли в природе хлор в свободном виде? Дайте обоснованный ответ.

**10-6.** В опыте взаимодействия хлора (взято три объема) с водородом (взято два объема) выход хлороводорода составил 90%. Какой объем занимала получившаяся смесь (измерения до и после опыта проводились в одинаковых условиях)? (Задачу решите устно.)

**10-7.** Почему лакмусовая бумажка не обесцвечивается, когда хлор поступает в цилиндр А через

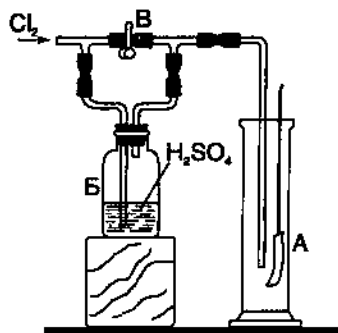


Рис. 6

промывалку В (рис. 6), и начинает обесцвечиваться, когда открывают зажим В?

**10-8.** В одном и том же цилиндре, наполненном хлором, сначала демонстрировали горение водорода, опуская трубку в верхнюю часть цилиндра, а потом — горение парафиновой свечи в оставшемся хлоре. При этом было замечено, что если зажженную свечу опускали медленно, то она гасла в верхней части цилиндра, если же опускали быстро на самое дно, свеча некоторое время продолжала гореть. Подробно объясните, почему свеча в одном случае гасла, а в другом продолжала гореть.

**10-9.** Назовите два элемента, которые в виде простых веществ вредны для живого организма, а в виде образуемого ими соединения необходимы животным и людям.

**10-10.** Почему хлор перед наполнением им стальных баллонов или железнодорожных цистерн тщательно сушат?

**10-11.** В баллоне содержится 30 кг жидкого хлора. Какой объем займет эта масса хлора при нормальных условиях?

**10-12.** Путем нагревания алюминия в токе хлора было получено 26,7 г хлорида алюминия. Сколько граммов хлора прореагировало?

**10-13.** Во сколько раз хлор тяжелее оксида углерода(IV)? Приведите расчет.

**10-14.** Смесь равных объемов хлора и водорода взорвали в закрытом сосуде. После реакции сосуд охладили до первоначальной температуры. Осталось ли давление газа в сосуде таким же, каким оно было до взрыва, или изменилось? Какое условие задачи лишнее?

**10-15.** Каким веществом можно наполнить склянку, чтобы поглотить избыток хлора, образующийся в лабораторных опытах?

**О 10-16.** Взорвали две смеси, содержащие следующие объемные доли газов: а) 54% хлора и 46% водорода и б) 54% водорода и 46% хлора. Каждую из получившихся смесей газов пропустили через склянку с водой и прибавили раствор синего лакмуса. Что при этом наблюдалось?

## Хлороводород и соляная кислота

**10-17.** Имеются стеклянные сосуды со следующими веществами: а) хлороводородом; б) воздухом; в) оксидом углерода(IV); г) хлором. По каким двум признакам, не прибегая к химическим реактивам, можно распознать сосуд с хлороводородом?

**10-18.** Правильно ли производится насыщение воды хлороводородом (рис. 7)? Дайте обоснованный ответ.

**10-19.** На рисунке 8 показана картина, наблюдающаяся при пропускании не слишком быстрого тока хлороводорода в склянки Тищенко с водой (а) и с концентрированной серной кислотой (б). Чем объяснить такое различие?

**10-20.** Имеется предположение, что хлороводород содержит в качестве примеси хлор. Как это проверить?

**10-21.** Составьте уравнения реакций между следующими веществами: а) хлоридом железа(III) и серной кислотой; б) хлоридом калия и серной кислотой — и укажите причину, по которой при получении хлороводорода с помощью этих реакций необходимо применять концентрированную серную кислоту.

**10-22.** В начале XIX в. при производстве сульфата натрия действием концентрированной серной кислоты на поваренную соль последовали жалобы: инструменты ремесленников, живших вблизи таких заводов, быстро портились, а растительность гибла. Пытались выпускать газообразный продукт реакции (какой?) в атмосферу с помощью труб высотой до 300 м, но вредное воздействие этого веще-

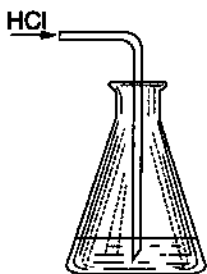


Рис. 7

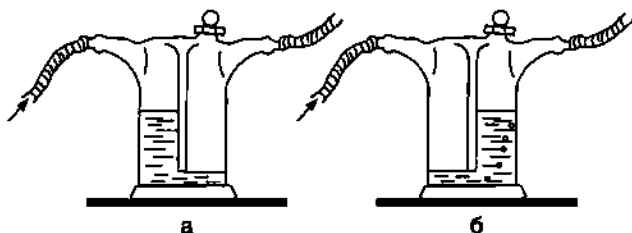


Рис. 8

ства продолжалось, особенно в сырую погоду. Подробно проанализируйте изложенное и объясните причины.

**10-23.** Какие из веществ, формулы которых даны ниже, взаимодействуя попарно, образуют хлороводород:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Напишите уравнения реакций для всех возможных случаев.

**10-24.** Что будет наблюдаться при действии света на раствор хлорида серебра, к которому добавлен раствор синего лакмуса?

**10-25.** Почему концентрированная соляная кислота сильнее «дымит» в сырую погоду?

**10-26.** Если к соляной кислоте прилить немного концентрированной серной кислоты, то соляная кислота начинает сильно «дымить». Объясните это явление.

**10-27.** Хлорид железа  $\text{FeCl}_3$  можно получить: а) растворением железа в соляной кислоте с последующим действием на этот раствор хлора; б) взаимодействием железа с хлором при нагревании. Напишите уравнения реакций получения хлорида железа и тем и другим способом.

**10-28.** Как из поваренной соли и других необходимых веществ можно получить хлорид кальция? Напишите уравнения соответствующих реакций.

**10-29.** В одну из четырех пробирок налили разбавленную соляную кислоту, в другую — раствор хлорида натрия, в третью — разбавленную азотную кислоту, в четвертую — раствор нитрата натрия. Какие реактивы необходимы для того, чтобы определить, в какой пробирке находится соляная кислота и в какой поваренная соль?

**10-30.** При нагревании некоторых минеральных удобрений с концентрированной серной кислотой появляется белый туман, т. е. они «дымят». Что это за удобрения? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

**10-31.** Какой соли по массе — хлорида калия, хлорида магния или хлорида алюминия — потребуется больше при реакции с избытком серной кислоты для получения 1 моль хлороводорода, если все реакции проводились до стадии образования среднего сульфата?

**10-32.** При действии серной кислоты на хлорид натрия образовалось 73 г хлороводорода. При этом в колбе, где проводилась реакция, кроме продукта реакции, осталось 33 г хлорида натрия. Какая доля от всего хлорида натрия прореагировала?

**10-33.** Какая масса цинка вступила в реакцию с соляной кислотой, если образовалось 0,5 г водорода?

**10-34.** Вода океанов содержит в среднем в 1 л 27,6 г хлорида натрия, 0,8 г хлорида калия, 3,2 г хлорида магния, 2,1 г сульфата магния и 1,3 г сульфата кальция.

Какую примерно массу хлороводорода можно получить, если остаток, образующийся после выпаривания 1 м<sup>3</sup> воды океана, обработать серной кислотой?

**10-35.** Баскунчакская поваренная соль содержит (в среднем) 97% хлорида натрия, 0,18% хлорида магния, 0,19% хлорида кальция, 1,10% сульфата кальция, 1,53% воды и других не содержащих хлора примесей. Вычислите, сколько килограммов 36%-ной соляной кислоты можно получить из 1 кг этой соли.

**10-36.** При 0 °С 100 г воды растворяют около 82,3 г хлороводорода. Сколько молей воды приходится на 1 моль хлороводорода в этом растворе?

**10-37.** При комнатной температуре в одном объеме воды растворяется около 442 объемов хлороводорода. Сколько это составляет молей на 1 л воды? Объем 1 моль газа при комнатной температуре принять равным 24 л.

○ **10-38.** Производительность установки для синтеза хлороводорода составляет 25 т хлороводорода в сутки. Сколько тонн хлора и водорода необходимо взять для получения такой массы хлороводорода, если учесть, что водорода берут примерно на 5% больше, чем это требуется по уравнению реакции?

○ **10-39.** Вычислите, какую долю от массы реагирующих газов при синтезе хлороводорода составляет водород.

○ **10-40.** Техническая соляная кислота содержит массовую долю хлороводорода 27,5%. Вычислите, сколько молей воды приходится в этой кислоте на 1 моль хлороводорода.

○ 10-41. При действии цинка на соляную кислоту было получено 5 г водорода. Какое количество вещества хлороводорода вступило в реакцию?

○ 10-42. Хлороводород, образовавшийся при действии избытка серной кислоты на 19 г безводного хлорида магния, пропустили в раствор, содержащий 10 г гидроксида калия. Раствор выпарили досуха. Какое вещество при этом получилось и какова его масса?

○ 10-43. Хлороводород, образовавшийся при действии избытка серной кислоты на 11,7 г хлорида натрия, пропустили в 45 г 10% -ного раствора гидроксида натрия. Какую реакцию на лакмус покажет полученный раствор? Ответ подтвердите расчетом.

○ 10-44. Какой объем хлороводорода необходим для нейтрализации раствора, содержащего 10 г гидроксида натрия?

○ 10-45. Исследуя соль белого цвета, К. Шееле (1742—1786) обнаружил, что в темноте она не пахнет, а на свету начинает темнеть и появляется запах хлора. Что это за соль?

◎ 10-46. Даны четыре пронумерованные пробирки с растворами следующих веществ: азотной кислоты, нитрата серебра, хлорида натрия, фосфата натрия. В какой пробирке какой раствор содержится, неизвестно, но установлено, что: 1) при сливании растворов из 2-й и 4-й пробирок получается осадок, растворяющийся при добавлении раствора из 1-й пробирки; 2) при сливании растворов из 2-й и 3-й пробирок получается осадок, не растворяющийся при добавлении раствора из 1-й пробирки. Определите, какие растворы находятся в 1, 2, 3 и 4-й пробирках. Напишите уравнения всех упоминаемых в задаче реакций.

◎ 10-47. Действием 24,5 кг серной кислоты на 30 кг поваренной соли было получено 9,1 кг хлороводорода. Можно ли из оставшейся смеси, ничего к ней не прибавляя, получить еще хлороводород? Ответ поясните расчетом.

◎ 10-48. На чем основано дезинфицирующее и белящее действие хлорной извести  $\text{CaOCl}_2$ ? Дайте объяснение и приведите уравнения реакций.

© 10-49. Для отбеливания тканей и бумаги К. Бертолле впервые в 1788 г. применил «жавелевую воду», которую получал, пропуская хлор через холодный раствор гидроксида калия. Напишите уравнение протекающей реакции, учитывая, что при этом образуются две разные соли.

### **Фтор, бром, иод**

10-50. Как изменяется окраска галогенов при переходе от фтора к иоду?

10-51. Почему можно получить хлорную воду, но нельзя получить фторную воду? Дайте обоснованный ответ.

10-52. Приведите пример реакции горения, при которой кислород является одним из продуктов реакции.

10-53. Напишите уравнение реакции горения фосфора во фторе, зная, что фосфор проявляет здесь ту же валентность, что и при горении в избытке кислорода. Назовите продукт этой реакции.

10-54. Напишите формулы: а) фторида серебра; б) фторида алюминия; в) фторидов железа; г) фторида кальция.

10-55. Какая масса фторида кальция необходима для получения 2,5 кг 40%-ного раствора плавиковой кислоты, если считать, что в реакции фторид кальция используется на 80%?

10-56. Относительная плотность паров фтороводорода по водороду при 30 °С равна 20. Какова формула фтороводорода в этих условиях?

10-57. В кислородном соединении фтора на 8 массовых частей кислорода приходится 19 массовых частей фтора. Какова формула этого соединения?

10-58. К водному раствору, содержащему 1,17 г хлорида натрия и столько же фторида натрия, прилили раствор нитрата серебра в избытке. Выделившийся осадок отфильтровали, промыли, высушили и взвесили. Масса его оказалась равной 2,87 г. Какое заключение о растворимости фторида серебра можно сделать на основании этого опыта?

**10-59.** К 100 мл раствора, содержащего 0,075 моль фторида натрия и 0,05 моль хлорида натрия, добавили 0,25 моль нитрата серебра. Каковы состав и масса осадка?

**10-60.** Необходимо освободить стеклянный цилиндр от паров брома (в вытяжном шкафу!). Как следует поступить, чтобы это произошло быстрее: поставить цилиндр на дно или опрокинуть вверх дном?

**10-61.** Напишите уравнения реакций: а) брома с цинком; б) бромоводородной кислоты с цинком. Назовите продукты реакций.

**10-62.** При горении алюминия в бrome образуется соединение с массовой долей алюминия 10,1%. Найдите простейшую формулу этого соединения.

**10-63.** Напишите уравнения реакций: а) брома с калием; б) гидроксида калия с бромоводородной кислотой.

**10-64.** Напишите уравнения реакций: а) брома с кальцием; б) бромоводородной кислоты с кальцием; в) бромоводородной кислоты с гидроксидом кальция. Назовите продукты реакций.

**10-65.** Напишите уравнения реакций: а) брома с литием; б) бромоводородной кислоты с оксидом лития; в) бромоводородной кислоты с гидроксидом лития. Назовите продукты реакций.

**10-66.** Можно ли перевести бромоводород из наполненного этим газом стеклянного цилиндра в другой, «пустой» цилиндр, наклоняя первый цилиндр над вторым так, как если бы производилось переливание жидкости? Ответ подтвердите расчетом.

**10-67.** При 0 °С и атмосферном давлении один объем воды растворяет 600 объемов бромоводорода. Какова массовая доля бромоводорода в получившемся растворе (в %)?

**10-68.** Может ли бромоводород служить восстановителем? Ответ поясните.

**10-69.** В растворе содержится бромид калия и свободный бром. Как проще всего освободить бромид калия от примеси брома?

**10-70.** Бромная кислота  $\text{HBrO}_4$  и ее соли известны лишь с 60-х гг. текущего столетия. В частности, натриевая соль



получается по схеме:  $F_2 + BrO_3^- + 2OH^- \longrightarrow BrO_4^- + 2F^- + H_2O$ . Какова степень окисления брома в указанной соли? К какому типу превращений относится реакция получения соли? Ответ подтвердите расчетом.

**10-71.** Действием избытка нитрата серебра на раствор бромида натрия было получено 0,251 г осадка. Вычислите, сколько граммов бромида натрия содержалось в растворе.

**10-72.** Смесь, содержащую 0,92 г бромида магния и 1,17 г хлорида натрия, растворили в воде и прибавили избыток нитрата серебра. Какова масса образовавшегося осадка?

**10-73.** Смесь бромида калия и хлорида калия массой 0,80 г нагревали в токе сухого хлора до достижения постоянной массы — 0,68 г. Какова была масса каждого компонента в исходной смеси?

**10-74.** При 15 °C в 1 л воды растворяется 0,263 г иода. Сколько молей воды приходится на 1 моль молекул иода в этом растворе?

**10-75.** Иодоводородную кислоту можно отличить от других галогеноводородных кислот с помощью реакции, происходящей при добавлении к ней раствора соли, содержащей катион  $Cu^{2+}$ . При этом выпадает бурый осадок, состоящий из иода и иодида одновалентной меди. Составьте уравнение этой реакции.

**10-76.** Водный раствор иодоводорода на воздухе быстро буреет, между тем как в отсутствие воздуха раствор остается бесцветным. Чем это объясняется?

**10-77.** По подсчетам ученых, организму человека требуется примерно  $10^{-3}$  г иода в сутки. Сколько граммов это составляет в пересчете на иодид калия?

**10-78.** Какова относительная плотность иодоводорода по хлороводороду? Ответ подтвердите расчетом.

**О 10-79.** В одной колбе содержится раствор хлорида натрия, а в другой раствор иодида натрия. Как определить, что где содержится?

**О 10-80.** Раствор крахмала, в котором содержится иодид серебра, с течением времени на свету синееет. Почему?

○ 10-81. Назовите ту из галогеноводородных кислот, которая не образует свободного галогена при действии окислителей.

○ 10-82. Имеются 10%-ные водные растворы хлороводородной, бромоводородной и фтороводородной кислот. Для какой из этих кислот потребуется наибольшее количество щелочи при нейтрализации 20 г пробы?

○ 10-83. Укажите по три способа получения каждой из следующих солей: а) хлорида магния; б) иодида цинка.

○ 10-84. Плавиковая кислота обычно содержит в виде примеси соляную кислоту. Как это обнаружить (см. условие задачи 10-58)?

### **Сравнительная химическая активность галогенов**

10-85. Имеются водород, кислород, медь. С каким из этих веществ непосредственно соединяются: а) хлор; б) фтор?

10-86. Напишите уравнения реакций для тех случаев, когда реакция возможна: а) хлорид натрия и бром; б) бромид натрия и хлор; в) иодид натрия и хлор; г) иодид натрия и бром; д) иодид натрия и нитрат серебра; е) иодид натрия и хлорид кальция. Укажите, какие из реакций являются окислительно-восстановительными.

10-87. Имеются три банки без надписей. В одной из них содержится хлорид натрия, в другой — бромид натрия, в третьей — иодид натрия. Опишите подробно, как вы проведете испытания, чтобы определить, какая соль содержится в каждой банке.

10-88. Предложите простой способ проверки соляной кислоты на присутствие в ней свободного хлора.

10-89. Кислород, образующийся при нагревании бертолетовой соли в присутствии оксида марганца(IV), содержит в виде примеси хлор до 3% по массе. Придумайте и опишите опыт, позволяющий убедиться в том, что хлор образуется.

**10-90.** Каким наиболее простым способом можно очистить иод от примеси натриевых солей галогеноводородных кислот?

**10-91.** Какие внешние изменения будут наблюдаться, если в сосуд с бромоводородом ввести хлор?

**10-92.** Назовите два известных вам бесцветных газа, водные растворы которых при приливании раствора нитрата серебра дают желтоватый осадок. С помощью какой химической реакции эти два газа можно отличить один от другого?

**10-93.** Водород, получаемый электролизом хлоридов, обычно испытывают на присутствие примеси хлора. Можно ли для этой цели воспользоваться раствором, содержащим крахмал и иодид натрия? Дайте обоснованный ответ.

**10-94.** Сколько граммов хлора прореагировало с иодидом калия, если при этом получилось 25,4 г иода?

**10-95.** В раствор смеси бромида натрия и иодида натрия прибавили по каплям хлорной воды. Что происходит при этом? Что наблюдается?

**10-96.** Чтобы освободить бром от примеси хлора, поступают так: бром взбалтывают с водным раствором бромида натрия и, когда смесь расслоится, верхний слой (водный) сливают. Объясните, почему такой обработкой удастся очистить бром от хлора.

**10-97.** Как освободить хлорид магния от примеси бромида магния?

**10-98.** Поступающий в продажу йод обычно содержит в виде примесей хлор, бром и воду. Для очистки его растирают с иодидом калия и негашеной известью и смесь нагревают в стакане, прикрытом колбой с холодной водой. При этом иод осаждается на дне колбы. Укажите, с какой целью добавляют оксид кальция и иодид калия и какое физическое свойство иода используется в этом способе его очистки.

**10-99.** Один из стеклянных цилиндров заполнен хлором, другой — хлороводородом, третий — бромоводородом. Как,

не пользуясь какими-либо другими реактивами, узнать содержимое каждого из цилиндров?

**10-100.** Можно ли собрать хлор над: а) водой; б) насыщенным раствором хлорида натрия; в) раствором бромиды натрия? Дайте обоснованный ответ.

**10-101.** Напишите уравнения реакций получения бромида цинка четырьмя различными способами.

**10-102.** Можно ли при комнатной температуре и нормальном давлении иметь следующие смеси: а) хлора и водорода; б) фтора и водорода; в) брома и водорода; г) хлороводорода и бромоводорода; д) иодоводорода и хлора; е) фтороводорода и брома? Ответ поясните.

**10-103.** Газообразный иодоводород способен гореть в кислороде, отличаясь в этом отношении от других галогеноводородов. Согласуется ли это его свойство с тем, что он является сильным восстановителем?

**10-104.** Через склянку с раствором иодида калия было пропущено 2 л воздуха, содержащего хлор. При этом выделилось 91,6 мг иода. Сколько миллиграммов хлора содержалось в 1 л воздуха?

**10-105.** При пропускании газа, содержащего хлор, через раствор иодида калия выделилось 1,27 г иода. Объем оставшегося газа был равен 4,89 л. Какова была объемная доля хлора в газе?

**10-106.** 100 мл газовой смеси для синтеза хлороводорода было пропущено через раствор иодида калия. При этом выделилось 0,508 г иода. Найдите состав взятой смеси (в % по объему).

**10-107.** 100 мл газовой смеси для синтеза  $\text{HCl}$  было пропущено через раствор иодида калия. Каков был состав этой смеси (в объемных долях), если известно, что объем непоглощенного остатка составлял 53 мл?

**О 10-108.** К раствору, содержащему 1,60 г бромида калия, прибавили 6,00 г брома-сырца, имеющего примесь хлора. Смесь выпарили и остаток высушили. В остатке 1,36 г. Вычислите содержание хлора в бrome-сырце (в % по массе).

○ 10-109. При взаимодействии 0,200 г галогенида кальция с раствором нитрата серебра получилось 0,376 г галогенида серебра. Исходя из этих данных, решите, какая именно соль кальция взята для анализа.

○ 10-110. При производстве брома из природных бромидов на 1 т брома расходуется 0,6 т хлора. На сколько расход хлора превышает теоретически необходимую массу (в %)?

○ 10-111. При нагревании одного моля соединения получилась соль, содержащая 52,3% калия и 47,7% хлора, и выделилось 1,5 моль кислорода. Найдите формулу исходного соединения.

## Подгруппа кислорода



### Элементы подгруппы кислорода

**11-1.** Напишите электронные формулы атомов кислорода, серы, селена и теллура. В чем сходство и в чем различие в их электронных оболочках? Как это отражается на свойствах элементов?

**11-2.** Какие степени окисления проявляют атомы элементов главной подгруппы VI группы периодической системы Д. И. Менделеева? Напишите формулы соединений, в которых эти элементы проявляют указанные вами степени окисления.

**11-3.** Плотность простых веществ ряда кислород — теллур в твердом состоянии соответственно равна 1,4; 2,1; 4,8 и 6,2 г/см<sup>3</sup>, а температура плавления: -218 °С, +119 °С, +220 °С и +450 °С. Чем объясняется такая последовательность? Существует ли соответствие между температурами плавления и температурами кипения? Проверьте свой ответ по справочнику.

**11-4.** В чем сходны между собой соединения кислорода, серы, селена и теллура и как это можно подтвердить?

**11-5.** Напишите формулы высших оксидов серы, селена и теллура, а также селената калия и теллурата калия.

**11-6.** Водородные соединения элементов подгруппы кислорода, формулы которых  $H_2S$ ,  $H_2Se$  и  $H_2Te$ , являются восстановителями. Как изменяется восстановительная способность при переходе от сероводорода к теллуrowодороду?

11-7. Как изменяется прочность (энергия разрыва) химической связи в ряду  $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{Te}$ ? Чем это можно объяснить?

11-8. Какие два ряда солей образует селеноводород? Дайте обоснованный ответ и приведите примеры.

11-9. Исходя из плотности кислорода 1,429 г/л, определите, какова плотность озона.

11-10. Является ли реакция образования озона из кислорода обратимой?

11-11. Относительная плотность по водороду смеси озона с кислородом равна 18. Определите объемный состав смеси.

11-12. После озонирования некоторого объема кислорода наблюдалось уменьшение объема на 5 мл. Сколько миллилитров озона образовалось и сколько миллилитров кислорода на это израсходовано?

11-13. Можно ли, учитывая положение теллура в периодической системе элементов, отнести его, подобно кислороду и сере, к активным неметаллам? Ответ мотивируйте.

11-14. Должны ли отличаться между собой температуры кипения жидкого кислорода и жидкого озона?

11-15. В чем сходны между собой озон и пероксид водорода по химическим свойствам? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

11-16. Из скольких атомов состоят молекулы веществ — аллотропных видоизменений серы, относительные молекулярные массы которых 64 и 256?

О 11-17. Озон окисляет иодид калия в водном растворе, превращаясь при этом в кислород. Составьте уравнение этой реакции.

О 11-18. На бумажку, пропитанную раствором крахмала и иодида калия, пероксид водорода действует так же, как озон. Напишите уравнение реакции (ср. 11-17).

## Сера

11-19. В каком виде встречается сера в природе? Приведите примеры.

11-20. С атомом какого инертного газа и с каким галогенид-ионом сходен по электронному строению сульфид-ион?

11-21. Каков тип химической связи в соединениях, формулы которых: а)  $K_2S$ ; б)  $CaS$ ; в)  $SO_2$ ; г)  $SF_4$ ? Какова степень окисления элементов в этих соединениях?

11-22. В России еще в XVII в. получали серу из серного колчедана нагреванием его без доступа воздуха. Из побочного продукта реакции медленным окислением кислородом воздуха получали затем железный купорос. Запишите изложенные процессы химическими уравнениями.

11-23. Путем подземной выплавки серы (закачкой горячей воды в пласты) ежегодно добывают примерно 350 тыс. т<sup>\*</sup> серы. Считая для простоты, что полученная сера не содержит примесей, вычислите, сколько тонн сернистого газа может образоваться из указанной массы серы.

11-24. Какова валентность серы: а) в сульфиде кальция; б) в сульфате кальция; в) в сульфите кальция; г) гидросульфате кальция?

11-25. Рассчитайте, сколько граммов серы нужно взять на каждый грамм металла для получения: а) сульфида магния; б) сульфида алюминия.

○ 11-26. Какую долю моля составляют 128 г кристаллической серы?

○ 11-27. Может ли гореть в кислороде фторид серы  $SF_6$ ? Дайте обоснованный ответ.

© 11-28. Определение серы в железных сплавах осуществляется так: 1) сплав растворяется в соляной кислоте; 2) образующиеся при этом газы пропускаются через раствор хлорида кадмия, при этом образуется желтый осадок; 3) к раствору с осадком приливают раствор медного купороса — осадок становится черным; 4) черный осадок отфильтровывают, промывают, затем его помещают в заранее взвешенный тигель и прокалывают при доступе воздуха, после чего тигель вместе с содержимым вновь взвешивают. Напишите уравнения реакций (учитывая, в виде какого соединения сера должна содержаться в железных сплавах). Рассчитай-

---

\* Данные 1987 г. (Примеч. ред.)



те, какая масса серы в исходной навеске сплава соответствует увеличению массы тигля на 1 мг.

○ 11-29. В виде какого соединения может содержаться сера в чугунах? Как обнаружить это вещество?

○ 11-30. Известны следующие степени окисления атомов серы: -2, 0, +2, +4, +6. Приведите формулы соединений, отвечающих этим значениям.

◎ 11-31. Какие вещества должны получиться после того, как закончится реакция между 15 г цинка и 6,4 г серы? Каковы массы продуктов реакции?

## Сероводород

11-32. Нарисуйте масштабную модель молекулы сероводорода, используя следующие данные: ковалентный радиус серы 0,104 нм, водорода 0,030 нм; у серы в образовании связи участвуют *p*-орбитали. Каков действительный угол между связями, если он на 2° больше теоретического?

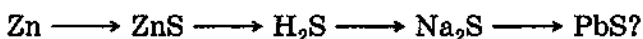
11-33. Можно ли собрать сероводород в вертикально стоящий сосуд способом вытеснения воздуха? Ответ поясните.

11-34. Сульфид железа обычно содержит в виде примеси свободное железо. Какая примесь присутствует в полученном из него сероводороде? Как эту примесь обнаружить?

11-35. Если водород содержит примесь сероводорода, то каким из перечисленных ниже растворов можно воспользоваться для освобождения водорода от этой примеси: а) гидроксида натрия; б) хлороводорода; в) ацетата свинца? Ответ подтвердите, приведя уравнения реакций.

11-36. Составьте уравнения реакций сероводорода, протекающих: а) без изменения степени окисления серы; б) с изменением степени окисления серы.

11-37. Как осуществить следующие превращения:



11-38. Какое количество вещества сероводорода должно быть поглощено раствором, содержащим 20 г гидроксида натрия, чтобы получить сульфид натрия?

11-39. Определите содержание сероводорода (в % по массе) в его водном растворе по следующим данным: если к 50 г раствора сероводорода, содержащего немного крахмала, постепенно прибавлять раствор иода [ $c(I_2) = 0,25$  моль/л], то смесь приобретает синюю окраску лишь после того, как будет добавлено 20 мл раствора иода.

11-40. Сероводород можно получить действием кислоты на сульфид кальция, который, в свою очередь, получается при прокаливании сульфата кальция с углем. Составьте уравнения этих реакций и найдите, сколько граммов сульфида требуется для образования 1 моль сероводорода.

11-41. Поступающий в продажу сульфид железа должен содержать не менее 97% FeS. Какой объем сероводорода можно получить из 1 кг такого реактива (при н. у.)?

11-42. Почему нельзя сушить сероводород, пропуская его через концентрированную серную кислоту? Ответ поясните, приведя уравнение реакции.

О 11-43. При пропускании сероводорода через бромную воду окраска, присущая бром, исчезает, одновременно образуется свободная сера. Составьте уравнение этой реакции.

О 11-44. Имеется такая запись:  $S + 2H^+ + 2e^- = H_2S$ . Объясните необходимость в ней символа электрона и укажите, какой процесс представлен данной схемой.

О 11-45. В вашем распоряжении сера, железо и соляная кислота. Какими двумя способами можно получить из них сероводород? Напишите уравнения реакций в ионной форме.

О 11-46. Для очистки коксового и генераторного газов, а также природных горючих газов от вредной примеси — сероводорода и утилизации содержащейся в них серы — газовая смесь пропускается через природный гидроксид железа(III) — болотную руду. Получающийся при этом сульфид железа(III) на влажном воздухе окисляется с образованием вновь гидроксида железа(III) и элементарной серы. Напишите уравнения реакций описанных превращений.

## Оксиды серы и их свойства

**11-47.** При сгорании серы в кислороде получается такой же объем оксида серы(IV), каков был объем кислорода. Оксид серы(IV) — газ вдвое тяжелее кислорода. На основании этих данных, не используя значения относительных атомных масс, вычислите состав оксида серы(IV) (в массовых долях).

**11-48.** Сколько молей сульфита натрия необходимо для получения 5,6 л сернистого газа?

**11-49.** Вычислите состав оксида серы (VI) (в % по массе) и определите плотность его паров по воздуху.

**11-50.** Какая масса оксида серы(IV) образуется при сгорании 1 т серы? Задачу решите устно.

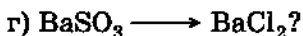
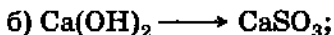
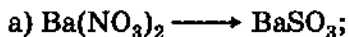
**11-51.** Сколько граммов сульфита натрия должно вступить в реакцию с соляной кислотой, чтобы получилось 16 г сернистого газа?

**11-52.** Почему нельзя путем выпаривания или перегонки раствора сернистой кислоты получить безводную сернистую кислоту?

**11-53.** Известковая вода при пропускании через нее сернистого газа мутнеет, подобно тому как она мутнеет при пропускании углекислого газа. Что представляет собой твердая фаза? Напишите уравнение соответствующей реакции.

**11-54.** Приведите уравнения известных вам реакций с участием сернистого газа, в которых степень окисления серы: а) не меняется; б) повышается; в) понижается.

**11-55.** Как осуществить следующие превращения:



Напишите уравнения соответствующих реакций.

**11-56.** Как обнаружить присутствие в растворе сернистой кислоты, не прибегая к химическим реактивам?

11-57. Оксид серы(VI) может быть получен в лабораторных условиях при нагревании оксида фосфора(V) с концентрированной серной кислотой. Напишите уравнение этой реакции. Является ли она окислительно-восстановительной?

11-58. Сколько молей серной кислоты можно получить при растворении 320 г оксида серы(VI) в избытке воды?

11-59. В зернохранилищах для истребления насекомых часто сжигают серу, исходя из нормы 24 г на 1 м<sup>3</sup> помещения. Рассчитайте, сколько килограммов оксида серы(IV) должно получиться при газации помещения 100 м<sup>3</sup>.

О 11-60. Один объем воды при 0 °С растворяет 80 объемов сернистого газа. Какую массу гидроксида натрия нужно добавить к раствору, полученному насыщением сернистым газом 1 л воды при указанной температуре, чтобы получить среднюю соль?

### Серная кислота и ее соли

11-61. Одну из двух совершенно одинаковых пол-литровых склянок заполнили концентрированной серной кислотой, другую — концентрированной соляной кислотой и при этом забыли пометить надписями содержимое склянок. Как, не вынимая пробок, определить, какой из кислот заполнена каждая склянка?

11-62. Как будет изменяться со временем масса открытого сосуда: а) с очень разбавленным раствором серной кислоты; б) с концентрированной серной кислотой?

11-63. Склянка, почти доверху заполненная концентрированной серной кислотой, была оставлена открытой. Через несколько дней часть жидкости перелилась через край склянки. Чем это объясняется?

11-64. Если концентрированная серная кислота попадает на раскаленную поверхность, то кислота разлагается на воду, кислород и оксид серы(IV). Напишите уравнение реакции.

11-65. Имеются две склянки без надписей: в одной из них разбавленная соляная, а в другой разбавленная серная

кислота. Можно ли при помощи кусочка мрамора узнать, в какой из склянок находится серная кислота?

**11-66.** Чистый сернистый газ можно получить, действуя при нагревании концентрированной серной кислотой на серу. Напишите уравнение происходящей при этом реакции.

**11-67.** При нагревании концентрированной серной кислоты с углем образуются два газа, каждый из которых способен давать осадок с известковой водой. Напишите уравнения происходящих реакций.

**11-68.** Почему концентрированную серную кислоту можно хранить в стальных резервуарах, между тем как для хранения разбавленной (ниже 75%) серной кислоты эти резервуары приходится изнутри покрывать кислотоупорным материалом?

**11-69.** Необходимо получить медный купорос, затратив возможно меньше кислоты. Какой способ следует предпочесть: действие серной кислоты на оксид меди(II) или же на медь? Почему?

**11-70.** Какую соль можно прибавить к раствору сульфата цинка, чтобы получить хлорид цинка? Напишите уравнение реакции.

**11-71.** Напишите уравнения реакций, соответствующие следующим превращениям:



**11-72.** При действии серной кислоты на 3,24 г смеси хлорида натрия с сульфатом натрия было получено 3,53 г сульфата натрия. Каков был состав исходной смеси в граммах?

**11-73.** Имеется раствор, в котором на 1 моль серной кислоты приходится 1 моль воды. Какова массовая доля серной кислоты в этом растворе?

**11-74.** Приведите уравнения известных вам реакций, в которых концентрированная серная кислота является окислителем.

**11-75.** Как установить, содержится ли примесь хлорида бария в сульфате бария?

**11-76.** Образец сульфата бария содержит в виде примеси карбонат бария. Как можно удалить эту примесь?

**11-77.** Один из способов получения баритовых белил, применяемых для изготовления глянцевого бумажного, состоит в следующем. Минерал витерит, представляющий собой карбонат бария, обрабатывают соляной кислотой и к полученному раствору добавляют серную кислоту. Каков состав баритовых белил? Напишите уравнения реакций их получения.

**11-78.** Концентрированную серную кислоту используют для получения фосфорной из ее солей. Сколько молей серной кислоты необходимо взять для получения одного моля фосфорной кислоты из ортофосфата кальция?

**11-79.** При участии кислорода воздуха медь реагирует с разбавленной серной кислотой. Вычислите, сколько тонн меди и кислорода вступает в реакцию при получении сульфата меди(II), содержащегося в 1 т стандартного (98,5% -ного) медного купороса.

**11-80.** В минерале мирабилите содержится 44% сульфата натрия и 56% кристаллизационной воды. Выведите на основании этих данных формулу мирабилита.

**11-81.** Технический сульфат натрия обычно содержит в качестве примесей хлорид натрия и серную кислоту. Укажите: а) почему эти примеси содержатся в сульфате натрия; б) что может свидетельствовать о наличии кислоты и хлорида в сульфате натрия.

**11-82.** Серная кислота, выпускаемая в промышленности, должна содержать по ГОСТу не менее 93,56% основного вещества. Какова массовая доля оксида серы(VI) в такой кислоте?

**11-83.** Имеются вещества, формулы которых  $\text{NaBr}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ . Какими из них можно воспользоваться, чтобы, комбинируя попарно, получить чистые: а) сульфат цинка; б) сульфат алюминия; в) сульфат натрия? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

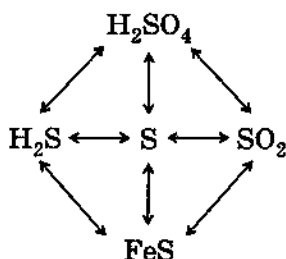
**11-84.** Приведите примеры получения сульфатов: а) действием разбавленной серной кислоты на металлы; б) действием концентрированной серной кислоты на соли летучих кислот; в) окислением сульфитов.

**11-85.** Какие из газов, формулы которых  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ , можно сушить, пропуская их через концентрированную серную кислоту?

**11-86.** Концентрированная серная кислота ( $\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$ ) содержит 6,4% воды по массе. Какое количество вещества  $\text{H}_2\text{SO}_4$  находится в 1 л такой кислоты?

○ **11-87.** При обработке 1,84 г смеси хлорида калия и сульфата калия концентрированной серной кислотой было получено 1,92 г чистого сульфата калия. Сколько граммов содержалось в смеси каждого из упомянутых веществ?

○ **11-88.** При помощи каких реакций можно осуществить следующие превращения:



Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их осуществления.

◎ **11-89.** К раствору, содержащему 26,1 г нитрата бария, добавили раствор, содержащий 0,25 моль сульфата натрия, и осадок отфильтровали. Какие вещества содержатся в фильтрате?

## Производство серной кислоты

**11-90.** Сколько килограммов сернистого газа должно получиться при обжиге 1 т колчедана, содержащего 48% серы, если при этом в огарке остается 1% имевшейся в колчедане серы?

**11-91.** В контактный аппарат поступило 100 объемов газовой смеси, содержащей по объему 7% сернистого газа, 10% кислорода и 83% азота. Какой объем займет эта смесь по выходе из аппарата, если принять, что сернистый газ окисляется полностью? Задачу решите устно.

**11-92.** Каково содержание (в % по объему) кислорода в газовой смеси, полученной при обжиге железного колчедана, если для обжига было взято на 60% больше воздуха, чем следовало по уравнению? Вычислите также массовую долю кислорода в смеси газов после того, как первоначальная смесь пройдет через контактный аппарат, считая при этом, что весь сернистый газ окислился в оксид серы(VI), который остался в газе. При расчете примите содержание кислорода в воздухе равным 20% по объему.

**11-93.** Почему газ, полученный сжиганием чистой серы или сероводорода, можно непосредственно подавать в контактный аппарат для окисления в оксид серы(VI), между тем как газ, полученный обжигом колчедана, приходится предварительно очищать?

**11-94.** При промышленном получении оксида серы(IV) для производства серной кислоты сжиганием серы получается газ, содержащий 16% (по объему) этого оксида. Что еще содержится в этом газе?

**11-95.** В настоящее время мировое производство серной кислоты составило примерно 151 млн т.

Вычислите, какой массе оксида серы(VI) это соответствует.

○ **11-96.** Сколько тонн безводной серной кислоты должно получиться по расчету из 800 т серного колчедана, содержащего серу, массовая доля которой 45%?

○ **11-97.** В контактный аппарат поступила смесь, содержащая 7 моль  $\text{SO}_2$ , 11 моль  $\text{O}_2$  и 82 моль  $\text{N}_2$ . Принимая выход в реакции окисления равным 82%, вычислите состав смеси, удаляемой из аппарата (в % по объему).

○ **11-98.** Какова массовая доля серной кислоты в ее растворе, образующемся после прохождения через контактный аппарат смеси, которая получается при сжигании сероводорода в избытке воздуха и охлаждении продуктов реакции? Учтите, что химические превращения протекают полностью.



© 11-99. Сколько тонн сернистого газа можно получить из 1 т колчедана, содержащего 45% серы, при выходе 98%?

© 11-100. В контактный аппарат поступает газовая смесь, содержащая 7% оксида серы(IV), 10,5% кислорода и 82,5% азота по объему. Во сколько раз содержание кислорода в этой смеси превышает теоретически необходимое для полного окисления оксида серы(IV)?

© 11-101. Из 320 т серного колчедана, содержащего 45% серы, было получено 405 т серной кислоты (в пересчете на 100% -ную). Вычислите выход кислоты (процент использования серы).

# Основные закономерности химических реакций



## Скорость химических реакций

12-1. От каких факторов зависит скорость реакции? Приведите примеры.

12-2. Почему скорость многих химических реакций с течением времени уменьшается? Приведите примеры, когда скорость реакций с течением времени увеличивается.

12-3. Могут ли отличаться скорости прямой и обратной реакций до достижения равновесия? Приведите примеры.

12-4. В растворе протекает химическая реакция по уравнению  $A + B = C$ . Исходные концентрации: для  $A$  — 0,80 моль/л, для  $B$  — 1,00 моль/л. Спустя 20 мин концентрация  $A$  снизилась до 0,78 моль/л. Какова стала концентрация  $B$ ? С какой средней скоростью протекала за этот промежуток времени реакция, если о скорости реакции судить по убыванию концентрации вещества  $A$ , вещества  $B$ ?

12-5. Химическая реакция протекает по уравнению  $A + B = C$ . Данные опыта следующие:

| Вещество | Концентрация |              |
|----------|--------------|--------------|
|          | начальная    | через 30 мин |
| A        | 2,7 моль/л   | 2,5 моль/л   |
| B        | 2,5 моль/л   | ?            |
| C        | 0            | ?            |

Рассчитайте: а) концентрации, помеченные в таблице вопросительным знаком; б) среднюю скорость реакции за данный промежуток времени.

12-6. Изменится ли скорость реакции между водородом и кислородом, если в их смесь, сохранив условия (какие?), ввести азот? Ответ поясните.

12-7. Химической реакции в растворе отвечает уравнение  $A + B = C$ . Как изменится ее скорость, если: а) концентрацию А увеличить в два раза, оставив концентрацию В прежней; б) концентрацию В увеличить в два раза, оставив концентрацию А прежней; в) концентрацию обоих веществ увеличить в два раза; г) концентрацию одного из веществ увеличить в два раза, а другого — уменьшить в два раза; д) увеличить в два раза давление на реагирующую смесь, предполагая, что в этом последнем случае реагируют между собой в смеси газообразные вещества?

12-8. При повышении температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  скорость некоторой химической реакции возрастает в два раза. При  $20^{\circ}\text{C}$  она равна  $0,04$  моль/(л·ч). Какова будет скорость этой реакции при: а)  $40^{\circ}\text{C}$ ; б)  $10^{\circ}\text{C}$ ; в)  $0^{\circ}\text{C}$ ?

12-9. При  $30^{\circ}\text{C}$  скорость химической реакции равна  $0,01$  моль/(л·мин). Какова она будет при: а)  $0^{\circ}\text{C}$ ; б)  $60^{\circ}\text{C}$ , если при повышении температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  она возрастает в три раза?

12-10. При  $40^{\circ}\text{C}$  скорость химической реакции равна  $0,2$  моль/(л·ч). Постройте график, выражающий зависимость скорости реакции от температуры, если при возрастании температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  скорость реакции увеличивается в два раза.

12-11. При  $50^{\circ}\text{C}$  скорость химической реакции равна  $0,05$  моль/(л·мин). Постройте график, выражающий зависимость скорости реакции от температуры, если при возрастании температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  скорость реакции увеличивается примерно в три раза.

12-12. В каком случае реакция протекает с большей скоростью: при горении водорода на воздухе или взрыве смеси водорода с воздухом?

12-13. Почему в домашних и производственных условиях для сохранения продуктов питания пользуются холодильниками? Ответ поясните.

**12-14.** Может ли степень измельчения взятых веществ влиять на скорость их взаимодействия? Свой ответ обоснуйте, приведя примеры.

○ **12-15.** Некоторые реакции, раз начавшись, идут со всевозрастающей скоростью, что иногда приводит к взрыву (например, разложение взрывчатых веществ). Укажите, какие факторы могут явиться причиной такого явления.

### Химическое равновесие

**12-16.** Реакция  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  достигла состояния равновесия. Предположим, что за единицу времени в реагирующей смеси вновь возникает 1 млрд молекул оксида серы(VI). Сколько за этот же промежуток времени расходуется молекул оксида серы(IV) и молекул кислорода? Сколько распадается молекул оксида серы(VI)? Сколько образуется молекул оксида серы(IV) и молекул кислорода? Заполните таблицу:

| Вещество      | Расходуется<br>за 1 единицу времени | Образуется<br>за 1 единицу времени |
|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| $\text{SO}_3$ | ?                                   | 1 млрд                             |
| $\text{SO}_2$ | ?                                   | ?                                  |
| $\text{O}_2$  | ?                                   | ?                                  |

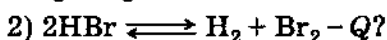
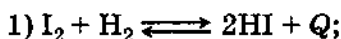
Изменится ли состав смеси со временем?

**12-17.** Изменится ли состояние равновесия в следующей системе:  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ , если смесь газов сжать?

**12-18.** Смесь водорода с кислородом можно хранить при обычной температуре неопределенно долго. Можно ли сказать, что здесь достигнуто состояние равновесия? Чтобы правильно ответить на этот вопрос, учтите представление о скорости реакции.

**12-19.** Изменится ли давление в замкнутой системе, если при нормальных условиях смешать равные объемы хлора и водорода и облучить смесь ультрафиолетовыми лучами? Ответ поясните.

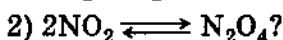
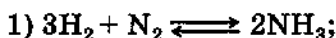
○ 12-20. В какую сторону смещаются равновесия при повышении температуры в следующих системах:



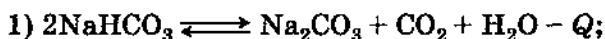
○ 12-21. Можно ли рассматривать как равновесную реакцию восстановления оксида меди(II) водородом? Ответ поясните.

○ 12-22. Почему железные опилки при нагревании в непрерывном потоке водяного пара до конца окисляются в железную окалину, хотя окисление железа водяным паром относится к обратимым реакциям?

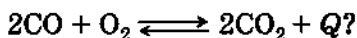
○ 12-23. В какую сторону сместятся равновесия при повышении давления в системах:



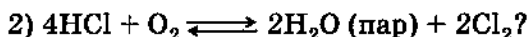
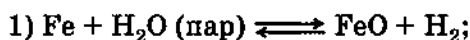
○ 12-24. Как изменятся состояния равновесия при понижении температуры в системах:



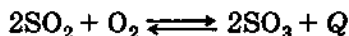
○ 12-25. Как повлияет: а) повышение давления; б) повышение температуры; в) увеличение концентрации кислорода на равновесие системы:



○ 12-26. Сместится ли равновесие системы и в какую сторону при понижении давления:



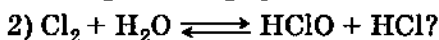
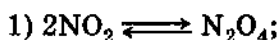
○ 12-27. В какую сторону сместится равновесие системы



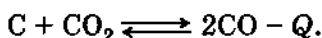
а) при повышении температуры; б) при повышении давления?

○ 12-28. Является ли реакция распада пероксида водорода на воду и кислород обратимой?

○ 12-29. Какова относительная скорость прямой реакции по сравнению с обратной в состоянии равновесия для процессов:



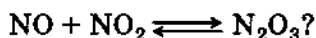
◎ 12-30. При взаимодействии угля с углекислым газом наблюдается обратимая реакция:



При каких условиях образование угарного газа минимальное?

◎ 12-31. Если через смесь азота с водородом пропускать искровой разряд, то образуется лишь немного аммиака. Но если при этом газовая смесь находится над серной кислотой, то синтез идет до конца. Укажите, что является причиной такого изменения в ходе процесса.

◎ 12-32. Какие вещества образуются при действии раствора гидроксида натрия на смесь равных объемов оксида азота(II) и оксида азота(IV), реагирующих согласно уравнению:



◎ 12-33. Почему железная окалина при нагревании в непрерывном токе водорода восстанавливается в металлическое железо полностью, хотя восстановление водородом железной окалины относится к обратимым реакциям?

◎ 12-34. Как влияет температура на процесс адсорбции и противоположный ему — процесс десорбции? Каким процессом является адсорбция: экзотермическим или эндотермическим?

◎ 12-35. В какую сторону смещается равновесие гидролиза соли: а) при разбавлении раствора; б) при нагревании раствора?

## Защита окружающей среды

12-36. Во всех ли случаях процесс обессоливания воды вполне оправдан с экологической точки зрения? Ответ поясните.

12-37. Оработанная вода, различные стоки предприятий не должны содержать загрязнений, превышающих предельно допустимые концентрации. Но даже соответствующая нормам вода не всегда самоочищается в природе. Объясните в этой связи, какое значение имеет замкнутое водное хозяйство предприятия (водооборот).

12-38\*. Предельно допустимая концентрация\*\* хлороводорода в воздухе производственных помещений составляет  $5 \text{ мг/м}^3$ , а в атмосфере населенных пунктов — не выше  $0,05 \text{ мг/м}^3$ . Сколько это составляет в пересчете на объемную концентрацию хлороводорода ( $\text{см}^3/\text{м}^3$ ) при н. у.? Объясните, почему такая разница в значениях ПДК.

12-39\*. При дезинфекции помещения раствором хлорной извести был проведен анализ воздуха на содержание в нем хлора. Для этого  $40 \text{ м}^3$  воздуха, загрязненного хлором, пропустили через нагретый иодид калия, масса которого в результате уменьшилась на  $73,2 \text{ мг}$ . Найдите концентрацию хлора в воздухе и определите, опасно ли его содержание для здоровых людей. (ПДК хлора равно  $1 \text{ мг/м}^3$ .)

О 12-40\*. Содержание угарного газа CO в отработанных газах автомашины (режим холостого хода) не должно превышать  $1,5\%$  по объему. Соответствует ли режим работы двигателя указанной норме, если при пропускании  $35 \text{ л}$  выхлопных газов (содержащих по объему  $\text{CO}_2$  вдвое больше, чем CO) через  $15 \text{ мл}$   $18\%$ -ного раствора гидроксида натрия произошло полное насыщение раствора?

\* Задачи 12-38—12-42 (а также 2-62, 2-64) предложены учителем химии И. С. Бадаловым (г. Кузнецк Пензенской области).

\*\*Словосочетание «предельно допустимая концентрация» сокращается как ПДК.

○ 12-41\*. На каких свойствах озона основано его применение при очистке сточных вод?

○ 12-42\*. В радиусе 5 км вокруг химического завода ощущается легкий запах сероводорода. Анализ проб воздуха, отобранных с вертолета, показал, что газ распространен на высоте до 2 км. Концентрация сероводорода в воздухе этой зоны составляет  $1/20$  ПДК, равной 0,01 мл/л. Сколько серной кислоты (по массе) можно получить из сероводорода, если бы удалось его полностью уловить?





## Теория электролитической диссоциации

### Диссоциация оснований, кислот и солей

**13-1.** Какие из перечисленных ниже жидкостей обладают заметной электрической проводимостью: а) спирт; б) водный раствор поваренной соли; в) дистиллированная вода; г) водный раствор сахара?

**13-2.** Какие из перечисленных ниже жидкостей заметно проводят электрический ток: а) 100%-ная серная кислота; б) водный раствор азотной кислоты; в) раствор азота в воде; г) водный раствор гидросульфата натрия?

**13-3.** Электрическая проводимость жидкого фтороводорода ничтожно мала, а водный раствор его ток проводит. Чем это можно объяснить?

**13-4.** Почему соляную кислоту приходится хранить не в стальных, а в стеклянных или керамических сосудах, между тем как для безводной серной кислоты пригодны железные цистерны?

**13-5.** Раствор хлороводорода в бензоле не проводит электрического тока и не действует на цинк. Чем это можно объяснить?

**13-6.** Какие ионы содержатся в водных растворах: а) нитрата калия; б) хлорида кальция; в) сульфата натрия?

**13-7.** Как называются и чем отличаются между собой частицы, изображенные символами: а)  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ; б)  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ; в)  $\text{Na}$ ,  $\text{Na}^+$ ; г)  $\text{S}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{S}_8$ ?

**13-8.** Можно ли приготовить водный раствор, который в качестве растворенного вещества содержал бы только сле-

дующие частицы: а)  $\text{SO}_3$ ; б)  $\text{SO}_3^{2-}$ ; в)  $\text{Na}$ ; г)  $\text{Na}^+$ ; д)  $\text{Cl}^-$ ; е)  $\text{Cl}_2$ ; ж)  $\text{Ca}^{2+}$ ? Ответ поясните.

13-9. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) нитрата алюминия; б) сульфата алюминия; в) иодоводорода?

13-10. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) бромида калия; б) гидроксида калия; в) азотной кислоты; г) фторида натрия?

13-11. Напишите уравнения электролитической диссоциации в водных растворах следующих веществ: а) сульфата калия; б) хлорида кальция; в) бромоводорода.

13-12. Можно ли назвать амфотерными ионы  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ? Ответ мотивируйте.

13-13. Каковы различия в свойствах атомов водорода и ионов водорода?

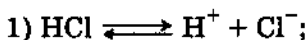
13-14. Составьте уравнения электролитической диссоциации веществ, формулы которых  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaHSO}_4^*$ .

13-15. Составьте уравнения электролитической диссоциации: а) сульфата меди; б) хлорида кальция; в) гидроксида натрия.

13-16. Напишите уравнения электролитической диссоциации веществ, формулы которых: а)  $\text{FeCl}_3$ ; б)  $\text{FeCl}_2$ ; в) растворимого минерала карналлита  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$ . Прочитайте уравнения.

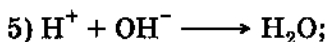
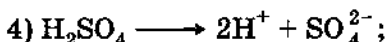
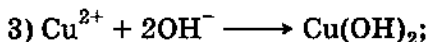
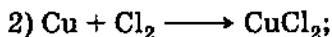
13-17. Изобразите посредством уравнений последовательные ступени электролитической диссоциации: а) ортомышьяковой кислоты  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ; б) сероводорода; в) селеновой кислоты  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ .

13-18. Как практически осуществить процессы, выражающиеся следующими схемами:

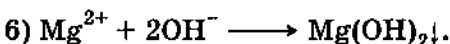
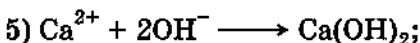
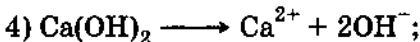
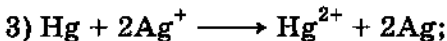
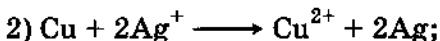
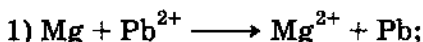


---

\* Во всех случаях, когда в условии задачи говорится об электролитической диссоциации, имеется в виду водная среда.



**13-19.** Опишите подробно опыты, которым соответствуют превращения:



**13-20.** На сколько ионов распадается при полной диссоциации молекула каждого из электролитов, формулы которых: а)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; б)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ; в)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?

**13-21.** Напишите формулы веществ, диссоциирующих в воде на ионы: а)  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ ; б)  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{ClO}_4^-$ ; в)  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{OH}^-$ .

**13-22.** Напишите формулы веществ, диссоциирующих в воде на ионы: а)  $\text{K}^+$  и  $\text{CrO}_4^{2-}$ ; б)  $\text{F}^{2+}$  и  $\text{NO}_3^-$ ; в)  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{ClO}_3^-$ .

**13-23.** В воде одного источника были обнаружены следующие ионы:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Растворением каких солей в дистиллированной воде можно получить раствор, содержащий те же ионы? Имеет ли задача только одно решение? Ответ поясните.

**13-24.** К какому классу относится вещество, если его водный раствор хорошо проводит электрический ток и не окрашивает лакмус ни в красный, ни в синий цвет?

**13-25.** Раствор хлорида калия бесцветен, а раствор перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  окрашен в фиолетово-красный цвет. Каким ионом вызвана окраска раствора соли  $\text{KMnO}_4$ ?

**13-26.** Придают ли окраску раствору: а) ионы кальция; б) ионы меди; в) сульфат-ионы; г) нитрат-ионы; д) ионы серебра; е) иодид-ионы; ж) бромид-ионы; з) ионы калия?

**13-27.** Растворы некоторых солей соляной кислоты имеют окраску. Катионы или анионы придают цвет этим солям? Приведите примеры.

**13-28.** Растворы некоторых солей натрия имеют окраску. Чем она обусловлена — катионами или анионами? На основании чего вы это заключаете?

**13-29.** Напишите формулы: а) четырех бесцветных катионов; б) четырех бесцветных анионов; в) окрашенных катионов. (Эти ионы возникают при растворении соответствующих соединений в воде.)

**13-30.** Растворы хлорида бария, хлорида меди(II) и мышьяковой кислоты  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  ядовиты. Какими ионами обусловлена ядовитость каждого из этих соединений?

**13-31.** Приведите примеры двух реакций, которые можно записать одним ионным уравнением.

**13-32.** В 1 л раствора содержится 1 моль нитрата калия и 1 моль хлорида натрия. Из каких двух других солей можно приготовить раствор точно такого же состава?

**13-33.** В 1 л раствора содержится 2 моль хлорида натрия и 1 моль серной кислоты. Из каких двух других веществ можно приготовить раствор точно такого же количественного состава?

**13-34.** При применении цинка в качестве микроудобрения его вносят из расчета 4 кг сульфата цинка  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  на 1 га. Сколько это составляет в пересчете на ионы  $\text{Zn}^{2+}$ ?

**13-35.** Для предпосевной обработки семян применяется раствор, содержащий 0,02% медного купороса. Вычислите, сколько (в %) это составляет в пересчете на ион  $\text{Cu}^{2+}$ .

**13-36.** В каком молярном отношении нужно взять хлорид калия и сульфат калия, чтобы получить растворы с одинаковым содержанием ионов  $\text{K}^+$ ?

**13-37.** В каком молярном отношении нужно взять сульфат магния и сульфат алюминия, чтобы получить растворы с одинаковым содержанием ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ?

**13-38.** При анализе было установлено, что раствор содержит 0,69 г/л  $\text{Na}^+$  и 1,68 г/л  $\text{NO}_3^-$ . Одинаковое или разное количество (в молях) этих двух видов ионов содержится в указанном растворе?

**13-39.** При анализе было установлено, что в 1 л раствора сульфата натрия содержится 1 моль ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ . Сколько граммов ионов  $\text{Na}^+$  содержится в 1 л этого раствора?

**13-40.** При анализе было найдено, что в 1 л раствора, полученного растворением смеси бромида калия и бромида натрия, содержится 3 моль ионов  $\text{Br}^-$  и 1 моль ионов  $\text{K}^+$ . Какая масса ионов  $\text{Na}^+$  (в граммах) содержится в этом растворе?

**О 13-41.** Найдите, сколько молекул воды приходится на одну молекулу воды, распавшуюся на ионы в 1 л воды, зная, что число ионов водорода в этом объеме равно  $6,02 \cdot 10^{16}$ .

**О 13-42.** Под картофель на четыре одинаковые делянки внесли эквивалентные количества сульфата калия, хлорида калия, сульфата натрия, хлорида натрия. Наибольший прирост урожая получился на первой делянке, меньший — на второй, на третьей прироста урожая не получилось, а на четвертой урожай снизился. Какое влияние на урожай картофеля в данном случае имели: а) катионы  $\text{K}^+$ ; б) катионы  $\text{Na}^+$ ; в) анионы  $\text{Cl}^-$ ; г) анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ? Дайте обоснованный ответ.

## Реакции ионного обмена

**13-43.** В 1 л воды растворены 1 моль хлорида калия и 1 моль иодида натрия. Из каких двух других солей можно приготовить раствор точно такого же состава?

**13-44.** В 1 л воды растворены 2 моль бромида калия и 1 моль сульфида натрия. Из каких двух других солей можно приготовить раствор точно такого же состава?

**13-45.** В 1 л воды растворены 1 моль сульфата магния и 2 моль хлорида натрия. Из каких двух других солей может быть приготовлен раствор точно такого же состава и какую массу каждой из них нужно для этого взять?

**13-46.** Укажите известные вам способы превращения атомов меди в ионы меди и ионов меди в атомы меди. Приведите соответствующие уравнения реакций.

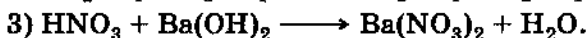
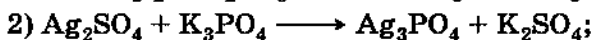
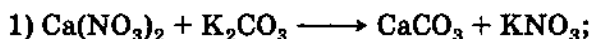
**13-47.** Какие ионы могут присутствовать в растворе, если с ионами  $\text{SO}_4^{2-}$  они дают осадок, а с ионами  $\text{Cl}^-$  образования осадка не наблюдается?

**13-48.** Напишите ионные уравнения реакций, протекающих при сливании водных растворов сильных электролитов: а) селеновой кислоты  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  и гидроксида калия  $\text{KOH}$ ; б) хлорной кислоты  $\text{HClO}_4$  и гидроксида натрия  $\text{NaOH}$ .

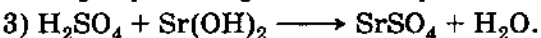
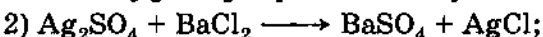
**13-49.** Напишите ионные уравнения реакций, протекающих при сливании водных растворов следующих солей: а) сульфата меди(II) и гидроксида лития; б) хлорида меди(II) и нитрата серебра; в) сульфата натрия и нитрата бария.

**13-50.** Напишите ионные уравнения реакций, протекающих при сливании водных растворов следующих солей: а) нитрата серебра и иодида магния; б) сульфата серебра и иодида лития; в) нитрата серебра и бромида бария.

**13-51.** Используя таблицу растворимости (приложение 2), напишите в ионной форме уравнения реакций, представленных следующими схемами:



**13-52.** Напишите в ионной форме уравнения реакций, представленных следующими схемами:

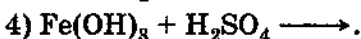
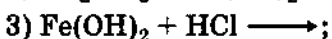
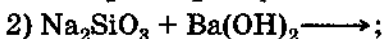


13-53. Напишите ионные уравнения реакций, происходящих при попарном сливании растворов солей, формулы которых  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

13-54. Напишите ионные уравнения реакций, происходящих при попарном сливании растворов солей, формулы которых  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . В каких случаях образуется нерастворимое соединение?

13-55. В XIX в. был проделан следующий опыт. Раствор соли калия пропускали через почву, промытую чистой водой и помещенную в горшок с отверстием в дне. Вытекающую воду проанализировали. Оказалось, что она представляет собой раствор соли кальция. Объясните происходившие процессы.

О 13-56. Напишите в ионной форме уравнения реакций, происходящих при взаимодействии в воде следующих веществ:



О 13-57. Напишите уравнения образования всех тех нерастворимых солей, которые могут получиться при смешении попарно растворов солей, формулы которых  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .

О 13-58. Поставили следующий опыт (рис. 9). В банку налили раствор гидроксида бария. Из бюретки по каплям прибавляли раствор серной кислоты. По мере прибавления серной кислоты лампа светила все более тускло. Через некоторое время лампа совсем погасла. Что будет наблюдаться при дальнейшем прибавлении кислоты? Будут ли наблюдаться те же явления, если серную кислоту заменить соляной?

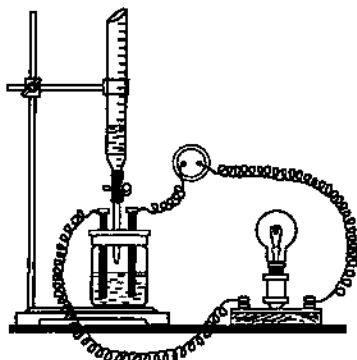


Рис. 9

## Гидролиз солей

13-59. От каких факторов зависит степень гидролиза солей? При ответе приведите примеры.

13-60. Как влияет температура на степень гидролиза солей? Ответ поясните.

13-61. Как зависит степень гидролиза от концентрации раствора соли (для тех солей, которые подвергаются гидролизу)? Приведите примеры.

13-62. При кипячении водный раствор, содержащий соль  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , становится более кислым. Чем это объясняется?

13-63. Какая среда — кислая или щелочная — возникает при гидролизе солей, формулы которых  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ?

13-64. Верно ли, что гидролиз — это реакция, обратная нейтрализации? Дайте обоснованный ответ.

13-65. Что будет наблюдаться при кипячении водного раствора сульфида натрия? Ответ поясните уравнением реакции.

○ 13-66. Какие из солей, формулы которых  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KCl}$ , подвергаются гидролизу? Напишите возможные уравнения гидролиза и укажите, будет ли данный раствор кислым или щелочным.

○ 13-67. Будут ли подвергаться гидролизу соли, формулы которых  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ? Укажите причины, почему соль не подвергается гидролизу. Для других напишите уравнения реакций гидролиза по стадиям и укажите, будет ли данный раствор кислым или щелочным.

○ 13-68. Укажите, какие из солей, формулы которых  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , способны гидролизаться. Напишите уравнения гидролиза в ионной форме.



# Азот и фосфор



## Свойства азота

14-1. В основе названия азота Stickstoff (по-немецки читается: «штикштоф») лежат слова ersticken — «задохаться» и Stoff — «вещество». Соответствует ли это название свойствам азота? Ответ поясните.

14-2. Каковы электронные формулы атомов элементов подгруппы азота?

14-3. Сколько электронов в молекуле азота?

14-4. Электронную структуру элементов подгруппы азота можно изобразить так:

|          |          |              |              |                  |
|----------|----------|--------------|--------------|------------------|
| Азот     | Фосфор   | Мышьяк       | Сурьма       | Висмут           |
| Ne; 2, 3 | Ne; 2, 3 | Ar; 10, 2, 3 | Kr; 10, 2, 3 | Xe; 14, 10, 2, 3 |

Объясните: а) почему в случае мышьяка и сурьмы после символа инертного газа появляется еще одна цифра, а в случае висмута — две цифры; б) почему две последние цифры для всех указанных элементов одинаковы.

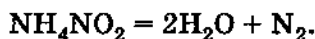
14-5. Какова плотность азота по воздуху и по водороду? Можно ли пользоваться азотом для заполнения аэростата?

14-6. При 20 °C в 1 л воды растворяется  $6,8 \cdot 10^{-4}$  моль азота. Сколько это составит в граммах на литр?

14-7. Напишите формулы всех соединений азота с водородом, в которых легкий изотоп водорода  $^1_1\text{H}$  полностью или частично замещен его тяжелым изотопом  $^2_1\text{H}$ . Каковы относительные молекулярные массы соединений?

14-8. На основе электронной теории валентности выведите формулы соединений азота: а) с литием; б) с магнием; в) с алюминием; г) с кальцием.

14-9. Для получения азота в лаборатории пользуются следующими приемами: а) пропускают воздух через трубки с раскаленными медными стружками или б) проводят разложение нитрата аммония по уравнению:



Чем по составу отличается азот, полученный первым и вторым путем?

14-10. Пять стеклянных цилиндров заполнены газами. В одном находится хлор, в другом — азот, в третьем — оксид серы(IV), в четвертом — кислород, в пятом — оксид углерода(IV). Как определить, в каком цилиндре находится азот?

14-11. Можно ли освободить азот от примеси: а) хлороводорода; б) хлора; в) оксида серы(IV); г) сероводорода; д) паров воды; е) оксида углерода(IV); ж) кислорода, имея промывные склянки с раствором гидроксида калия и с концентрированной серной кислотой? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

14-12. С помощью каких опытов можно проверить, содержит ли азот примеси: а) хлора; б) хлороводорода? Приведите соответствующие уравнения реакций.

О 14-13. В каком из известных вам соединений азота содержание азота (в %) достигает максимума?

О 14-14. А. Лавуазье рассматривал азот как инертный газ. Какие факты вы можете привести для доказательства того, что эта точка зрения имеет ограниченное значение?

## Аммиак

14-15. «Летучая щелочь» — так называли в XVIII в. аммиак. Почему его так называли?

14-16. Вычислите, сколько тонн азота и водорода необходимо израсходовать для получения 100 т синтетического аммиака  $\text{NH}_3$ , учитывая, что азотоводородная смесь используется на 95%.

14-17. Придумайте прибор, пригодный для определения содержания инертных газов в синтетическом аммиаке.

14-18. При длительном пропускании электрических искр через аммиак последний практически нацело разлагается. При этом происходит увеличение объема. Во сколько раз? Каков состав получившейся смеси газов (в % по объему)?

14-19. Один из шести стеклянных цилиндров заполнен аммиаком, другой — углекислым газом, третий — хлором, четвертый — кислородом, пятый — азотом, шестой — воздухом. Как определить, какой газ находится в каждом из цилиндров?

14-20. Один из трех цилиндров заполнили аммиаком, другой — кислородом, третий — аргоном. После этого цилиндры на короткое время оставили открытыми. Что будет наблюдаться при опускании в каждый из цилиндров тлеющей лучинки?

14-21. Как освободить кислород от примеси аммиака? Ответ поясните.

14-22. При окислении аммиака кислородом получается в зависимости от условий оксид азота(II)  $\text{NO}$ , или оксид азота(I)  $\text{N}_2\text{O}$ , или азот  $\text{N}_2$ . Напишите уравнения этих трех реакций и укажите, не прибегая к вычислениям, какие объемы кислорода необходимо взять для окисления определенного объема аммиака в каждом случае.

14-23. В цилиндр с водой поступает медленный ток газа. Укажите, судя по рисунку 10, каким именно газом — аммиаком, хлороводородом или азотом — заполняется цилиндр.

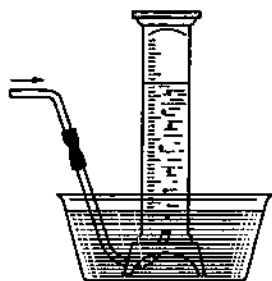


Рис. 10

14-24. Как, имея в своем распоряжении воду, стакан, трубку и пробирку, проверить, присутствует ли в аммиаке примесь водорода? Ответ поясните.

14-25. Как освободить аммиак от примеси углекислого газа? Ответ поясните.

14-26. В одной из двух фарфоровых чашек был выпарен досуха водный раствор аммиака, в другой — водный рас-

твор гидроксида натрия. Можно ли, не прибегая к каким-либо пробам, указать чашку, в которой был раствор аммиака? Ответ поясните.

**14-27.** Сколько килограммов сульфата аммония получится при взаимодействии 4,5 кг аммиака со 100 кг 20% -ного раствора серной кислоты?

**14-28.** Аммиачная вода первого сорта, выпускаемая заводами синтетического аммиака, содержит 25% аммиака по массе. В какой массе ее содержится 5 моль аммиака?

**14-29.** Напишите уравнения реакций аммиака: а) с иодоводородом; б) с селеновой кислотой. Назовите продукты реакций.

**14-30.** В чем сходство и в чем различие между реакцией аммиака с кислотами и реакцией щелочей с кислотами?

**14-31.** Что будет наблюдаться при смешении аммиака с бромоводородом? Напишите уравнение реакции. В каком массовом отношении они реагируют друг с другом?

**О 14-32.** Какая масса нитрата аммония получится при пропускании 165 м<sup>3</sup> аммиака через 1 т 45% -ного раствора азотной кислоты?

## **Соли аммония**

**14-33.** Соль имеет состав  $\text{NH}_4\text{SO}_4$ . Как следует видоизменить эту формулу, чтобы сразу было видно, о какой соли идет речь? Назовите ее. Напишите уравнение электролитической диссоциации этой соли.

**14-34.** Карбонат аммония в настоящее время получают смешением трех веществ. Каких именно? Составьте уравнение реакции.

**14-35.** Как, исходя из водорода, хлора и азота, получить хлорид аммония? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

**14-36.** Газы в лаборатории часто сушат путем пропускания их через концентрированную серную кислоту. Почему этот способ неприменим для осушения аммиака?

**14-37.** Карбонат аммония уже при комнатной температуре, выделяя аммиак, превращается в гидрокарбонат. Составьте уравнение этой реакции.

**14-38.** Некоторый газ горит в хлоре, образуя азот и хлороводород, причем объемы вступившего в реакцию хлора и образовавшегося азота относятся как 3 : 1. Каков состав этого газа? Почему при этой реакции наблюдается обильное выделение белого дыма? Напишите уравнения реакций.

**14-39.** Почему при возгонке хлорида аммония в железной посуде он загрязняется солью железа?

**14-40.** Сколько килограммов ортофосфата аммония можно получить при взаимодействии 100 кг 75%-ной фосфорной кислоты с 50 кг аммиака?

**14-41.** Какую массу аммиака можно получить, нагревая смесь 20 г хлорида аммония с 20 г оксида кальция, приняв, что выход составляет 98% от теоретически возможного?

**14-42.** Как отделить поваренную соль от хлорида аммония? Ответ поясните.

**14-43.** В лабораторных условиях азот можно получить взаимодействием горячих растворов хлорида аммония и нитрата натрия. Учитывая, что при этом образуются также хлорид натрия и вода, составьте уравнение реакции и вычислите, сколько граммов хлорида аммония необходимо взять для получения 2 моль газа азота.

**14-44.** 5 г смеси хлорида калия и хлорида аммония прокалили до прекращения выделения паров. В остатке оказалось 4 г вещества. Каков состав смеси (в массовых долях)? Задачу решите устно.

**14-45.** Сколько граммов гашеной извести необходимо взять для получения из нашатыря  $\text{NH}_4\text{Cl}$  столько аммиака, чтобы можно было приготовить 1 кг 17%-ного раствора аммиака?

**14-46.** 3,4 г аммиака смешано с 8 г хлороводорода. Какое новое вещество получится и сколько молей его должно образоваться в результате реакции?

**14-47.** Какая масса 78%-ного раствора серной кислоты требуется для получения сульфата аммония из 102 кг ам-

миака, если выход реакции составляет 98% от теоретически возможного?

14-48. Смесь газов, содержащих аммиак, была пропущена через разбавленный раствор серной кислоты, после чего она заняла объем 776 мл. Зная, что при этом на образование сульфата аммония было израсходовано 100 мл раствора, содержащего 4,9 г серной кислоты в 1 л, найдите объемную долю аммиака в этой смеси.

14-49. Приведите примеры образования аммонийных солей: а) посредством реакции присоединения; б) взаимодействием двух солей; в) взаимодействием двух газов.

14-50. Какая соль образуется при смешении равных объемов аммиака и сероводорода? Составьте уравнение реакции, назовите получившуюся соль.

14-51. Если гидрокарбонат аммония оставить в открытом сосуде, он может полностью улетучиться. Сохранить эту соль удастся в хорошо закупоренном сосуде, заполненном углекислым газом. Почему соль улетучивается? Для чего сосуд заполняется углекислым газом?

14-52. Гидрокарбонат аммония применяется при выпечке некоторых хлебных изделий (печенья), так как при нагревании он разлагается с образованием газов, вспучивающих тесто, делающих его рыхлым. Напишите уравнение реакции.

О 14-53. Какие две соли обладают следующими свойствами: а) при нагревании каждой из них с избытком щелочи выделяется аммиак; б) при прибавлении к раствору каждой из них раствора хлорида бария выпадает нерастворимый в кислотах осадок? Приведите молекулярные и ионные уравнения реакций.

О 14-54. При получении сульфата аммония гипсовым способом гипс взмучивают в воде и через смесь пропускают аммиак и углекислый газ; при этом образуется вещество, выпадающее в осадок. Составьте уравнения реакций.

О 14-55. В качестве вещества-окислителя применяют перхлорат аммония. Его состав: водорода 3,4%, азота 11,9%, хлора 30,2% и кислорода 54,5%. Выведите формулу этой соли и составьте уравнение реакции ее распада при нагревании в отсутствие горючего (при этом образуется вода,

хлороводород, азот и кислород). Определите также объемное отношение кислорода и азота в полученной смеси.

О 14-56. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, протекающих в водной среде между бромидом аммония и: а) гидроксидом натрия; б) гидроксидом калия; в) гашеной известью.

О 14-57. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, протекающих в водном растворе между иодидом аммония и следующими веществами: а) гидроксидом натрия; б) гашеной известью; в) нитратом серебра.

О 14-58. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, протекающих в водной среде между сульфатом аммония и: а) гидроксидом натрия; б) гидроксидом бария; в) гашеной известью.

## Оксиды азота

14-59. Имеются четыре закрытых цилиндра: с оксидом азота(II), с оксидом азота(IV), с азотом, с аммиаком. Как проще всего узнать, в каком цилиндре какой газ содержится? В каких цилиндрах и как изменится окраска влажной фиолетовой лакмусовой бумажки?

14-60. При работе в химической лаборатории ученик собирал оксид азота(II) в открытый цилиндр. На основании этого опыта он пришел к заключению, что оксид азота(II) — бурый газ. Какими газами на самом деле были наполнен цилиндр?

14-61. Какими из изображенных приборов (рис. 11) можно воспользоваться, чтобы получить и собрать: аммиак, оксид азота(IV), чистый оксид азота(II)? Ответ поясните.

14-62. Изменится ли электрическая проводимость воды при растворении в ней: а) азота; б) оксида азота(IV)?

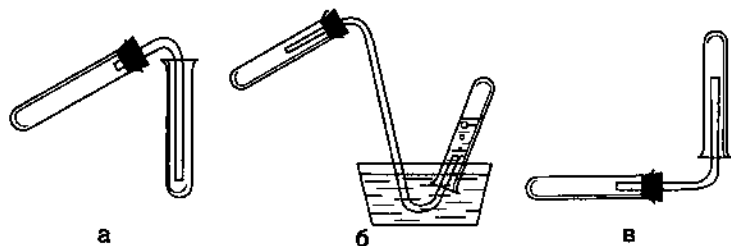
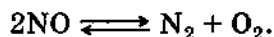


Рис. 11

14-63. Каким наиболее простым способом можно выделить оксид азота(IV) из смеси его с кислородом?

14-64. Оксид азота(II) при достаточно высокой температуре распадается на азот и кислород:



В какую сторону сместится равновесие, если ввести в эту смесь водород?

14-65. Оксид азота(II) даже при низкой температуре распадается на два других оксида, один из которых превращается в другой при действии кислорода. Составьте уравнения этих реакций.

14-66. Оксид азота(I), получаемый нагреванием нитрата аммония, обычно содержит примеси, в частности оксид азота (II). Как проще всего обнаружить эту примесь?

14-67. Какое вещество и сколько граммов его должно образоваться из 5,6 л оксида азота(II) при взаимодействии с избытком кислорода?

14-68. Чистый азот можно получить, пропуская смесь оксида азота(II) и аммиака над катализатором. Составьте уравнение этой реакции, укажите, является ли этот процесс обратимым, и вычислите объем азота, получающегося из 1200 мл оксида азота(II).

О 14-69. Для определения состава двух бесцветных оксидов азота определенный объем каждого из них нагревали с металлическим калием. При этом из одного оксида был получен равный объем азота, из другого — вдвое меньший объем, чем тот, который занимал он сам. Напишите формулы обоих оксидов, зная, что с калием азот в данных условиях не реагирует.

14-70. Один из оксидов азота при нагревании выше 500 °С распадается на простые вещества. При этом из двух объемов оксида образуется три объема смеси, в которой преобладает азот. Найдите формулу этого оксида.

14-71. При длительном пропускании электрических искр через воздух, находящийся над водой в закрытом сверху сосуде, происходит большее уменьшение объема га-



за, чем при сжигании в нем фосфора. Дайте объяснение этому явлению.

О 14-72. Если в закрытый пробкой цилиндр, заполненный оксидом азота(IV), ввести немного раствора сернистой кислоты, то коричневая окраска исчезает. Если теперь убрать пробку, газ в цилиндре вновь становится коричневым. Руководствуясь этим описанием, составьте уравнения происходящих реакций.

О 14-73. Оксид азота(II) и озон, вступая в реакцию в отсутствие растворителя, образуют два других газа, а при участии воды они образуют кислоту. Составьте уравнения для каждой из этих реакций.

О 14-74. Взорвана смесь оксида азота объемом 15,6 мл с избытком водорода. Объем газа, оставшегося после взрыва и конденсации паров воды, был (при первоначальной температуре) на 46,8 мл меньше, чем объем взятой смеси. Какова формула оксида?

О 14-75. Газообразная смесь одного из устойчивых оксидов азота с аммиаком при поджигании взрывается. Выведите формулу этого оксида, исходя из того, что из каждых пяти объемов смеси (после сжижения паров воды) остается четыре объема азота.

## Азотная кислота и ее соли

14-76. Так называемая царская водка получается смешением концентрированных соляной и азотной кислот. Найдите, в каком объемном отношении нужно взять 35% -ную соляную кислоту ( $\rho = 1,174 \text{ г/см}^3$ ) и 98% -ную азотную кислоту ( $\rho = 1,501 \text{ г/см}^3$ ), чтобы состав царской водки выражался соотношением 3 моль  $\text{HCl}$  на 1 моль  $\text{HNO}_3$ .

14-77. Какая из формул —  $\text{HNO}_3$  или  $\text{HONO}_2$  — яснее отражает свойства азотной кислоты как соединения, способного диссоциировать и взаимодействовать с основаниями? Ответ мотивируйте.

14-78. Пары азотной кислоты при сильном нагревании разлагаются на азот, кислород и воду. Напишите соответствующее уравнение реакции.

14-79. При взаимодействии оксида серы(IV) с азотной кислотой в присутствии воды получаются оксид азота(II) и серная кислота. Напишите уравнение реакции.

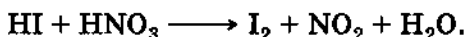
14-80. Раскаленный уголь, брошенный в концентрированную азотную кислоту, продолжает гореть; при этом выделяется бурый газ и газ, образующий с известковой водой белый осадок. Напишите уравнение реакции.

14-81. При пропускании оксида азота(II) в теплую концентрированную азотную кислоту жидкость окрашивается в бурый цвет. Чем это объясняется? Ответ подтвердите уравнением реакции.

14-82. При взаимодействии азотной кислоты средней концентрации с серебром образуется оксид азота  $N_2O_3$ . Составьте уравнение реакции и рассчитайте, сколько граммов азотной кислоты и серебра вступает в реакцию при образовании 680 г нитрата серебра.

14-83. Разбавленная азотная кислота на холоде окисляет сероводород до свободной серы, причем образуются оксид азота(II) и вода. Сколько граммов серы и литров оксида азота(II) получилось, если было окислено 3,36 л сероводорода?

14-84. Опишите, что наблюдается при введении азотной кислоты в цилиндр с иодоводородом. Подберите коэффициенты к схеме реакции, происходящей в этом опыте:



14-85. Как очистить небольшое количество азотной кислоты от примеси серной кислоты? Ответ поясните.

14-86. Как очистить азотную кислоту от примеси соляной кислоты? Обоснуйте свой ответ.

14-87. Можно ли получить чистый нитрат калия из нитрата кальция и поташа? Ответ поясните.

О 14-88. При действии щелочи на раствор вещества состава  $H_4O_3N_2$  выделяется аммиак. Назовите это вещество и составьте уравнение указанной реакции.

О 14-89. Как из нитрата натрия и других необходимых для этого веществ получить нитрат калия? Приведите уравнения реакций.

○ 14-90. При прокаливании нитрата бария каждые 2 моль его дают 2 моль оксида бария, 4 моль газа, содержащего азот, и 1 моль газа, входящего в состав атмосферы. Составьте уравнение реакции.

○ 14-91. Напишите в ионной форме уравнения реакций образования следующих веществ: а) нитрата аммония из сульфата аммония и нитрата бария; б) нитрата натрия из карбоната натрия и азотной кислоты; в) нитрата натрия из нитрата кальция и сульфата натрия.

14-92. Сведите в таблицу, приведя соответствующие уравнения реакций, все известные вам способы получения азотной кислоты.

○ 14-93. Напишите уравнения реакций, отвечающие следующим превращениям: азот  $\longrightarrow$  аммиак  $\longrightarrow$  оксид азота(II)  $\longrightarrow$  оксид азота(IV)  $\longrightarrow$  азотная кислота  $\longrightarrow$  аммиачная селитра. Укажите условия протекания реакций.

○ 14-94. Металлы золото, платина, хром, алюминий устойчивы по отношению к концентрированному раствору азотной кислоты. Связано ли это для перечисленных металлов с одинаковой причиной? Дайте обоснованный ответ.

## Производство аммиака и азотной кислоты

14-95. Какой из компонентов в синтезе аммиака в большей мере определяет стоимость аммиака?

14-96. Аммиак можно получить путем восстановления оксида азота(II) водородом в присутствии катализатора (платины). Составьте уравнение этой реакции.

14-97. На одном заводе производительность колонны синтеза около 1500 т аммиака в сутки. Сколько тонн водорода вступает в реакцию при образовании такой массы аммиака?

14-98. Образец газовой смеси из колонны синтеза аммиака при пропускании через разбавленную серную кислоту сократился на 20% (по объему). Сколько азота (в % по объему) было в этом образце, если считать, что газовая смесь, поступившая в колонну, содержала водород и азот в отношении, заданном уравнением реакции?

**14-99.** Газовая смесь, выходящая из колонны синтеза аммиака, содержала 20% аммиака (по объему). Какова объемная доля водорода в этой смеси, если считать, что газовая смесь, поступившая в колонну, содержала водород и азот в отношении, заданном уравнением реакции?

**14-100.** При нагревании аммиака 25% его (по объему) распалось на простые вещества. Вычислите состав полученной смеси в объемных долях.

**14-101.** Каков объем (в м<sup>3</sup>) водорода, который должен вступить в реакцию, чтобы образовалось 17 кг аммиака?

**14-102.** Известны ли вам реакции аммиака, в которых степень окисления азота: а) повышается; б) понижается; в) остается без изменения? Ответ поясните, приведя соответствующие уравнения.

**14-103.** Какую массу 63%-ной азотной кислоты можно получить из 170 г нитрата натрия?

**14-104.** Аммиачно-воздушная смесь, поступающая в контактный аппарат, содержит на каждый моль аммиака 1,8 моль кислорода. Во сколько раз это отношение превышает количество кислорода, которое теоретически необходимо для окисления аммиака до оксида азота(II)?

**14-105.** Рассчитайте, какова массовая доля азотной кислоты в ее растворе, который получится при условии полного окисления аммиака и полного растворения кислоты в образовавшейся воде. Схема реакции окисления:



**14-106.** При окислении в производственных условиях аммиака до оксида азота(II) иногда применяется смесь аммиака с воздухом, обогащенным кислородом, в котором на один объем аммиака приходится два объема кислорода. Отличается ли это отношение от вычисленного по уравнению реакции?

**14-107.** Сколько тонн 55%-ной азотной кислоты получится из 1 т аммиака, если выход продукта окисления в контактном аппарате достигает 98%, а выход кислоты в поглотительных колоннах составляет 94%?

**14-108.** Хватит ли кислорода в смеси аммиака с воздухом, содержащей 10% аммиака (по объему), для полного окисления последнего до оксида азота(II)?

○ **14-109.** Сколько тонн аммиака требуется для получения 5 т 60%-ной азотной кислоты, если считать, что потери аммиака в производстве составляют 2,8%?

○ **14-110.** На заводах, производящих азотную кислоту путем окисления аммиака, содержание последнего в смеси, поступающей в контактный аппарат, поддерживается в пределах 10,5—11,5% (по объему). Вычислите, в каком отношении (по объему) находятся кислород и аммиак в смеси, и укажите, какое вещество берется в избытке. (Содержание  $O_2$  в воздухе — 21% по объему.)

○ **14-111.** Один из способов получения концентрированной азотной кислоты основан на взаимодействии жидкого оксида  $N_2O_4$  с разбавленной азотной кислотой и кислородом под давлением. Приведите соответствующее уравнение реакции и объясните, чем вызвана необходимость участия в ней кислорода.

## Свойства фосфора и его соединений

**14-112.** В каких пределах может изменяться степень окисления фосфора? Приведите примеры соединений.

**14-113.** С атомом какого инертного газа и с ионом какого галогена и щелочного металла сходен по электронному строению отрицательно заряженный ион фосфора?

**14-114.** Какое известное вам соединение содержит наибольшее значение массовой доли фосфора (в %)?

**14-115.** Каков тип химической связи в соединениях, формулы которых: а)  $PH_3$ ; б)  $K_3P$ ; в)  $PCl_5$ ; г)  $Ca_3P_2$ ? Какова степень окисления элементов в каждом из этих соединений?

**14-116.** При реакции фосфора с натрием образуется фосфид натрия. Какова его химическая формула?

**14-117.** Можно ли рассматривать реакцию образования хлорида фосфора(V)  $PCl_5$  из хлорида фосфора(III)  $PCl_3$  как окислительно-восстановительный процесс? Ответ обоснуйте.

14-118. Приведите формулы: а) фосфида магния; б) фосфида алюминия, опираясь на электронную теорию валентности.

14-119. Напишите формулы: а) фосфида лития; б) фосфида бария.

14-120. Составьте схему электронного строения молекулы фосфина.

14-121. От какого элемента — от фосфора к сере или наоборот — будут смещаться электроны при образовании соединения между этими элементами? Выведите формулу такого их соединения, в котором более электроположительный элемент проявляет максимальную степень окисления.

14-122. В каком направлении — от фосфора к фтору или наоборот — будут смещаться электроны при образовании соединения между этими элементами? Выведите формулу такого их соединения, в котором более электроположительный элемент проявляет максимальную валентность.

14-123. Чем по составу отличается молекула фосфора (в парах) от молекулы азота?

14-124. Может ли произойти ошибка при выполнении письменного заказа на реактивы, в котором сказано: «фосфора — 0,5 кг»? Ответ поясните.

14-125. Почему белый фосфор нельзя приводить в соприкосновение с теплой водой?

14-126. Каковы относительные молекулярные массы соединений хлора с азотом и фосфором?

14-127. В чистом виде кристаллы белого фосфора совершенно прозрачны и бесцветны, но на свету, находясь в безвоздушном пространстве, они мутнеют и краснеют. Чем это объясняется?

14-128. Как вы докажете, что красный и белый фосфор действительно представляют собой две аллотропные разновидности одного и того же элемента? Приведите два способа доказательства.

14-129. Почему фосфор распространен в природе только в виде соединений, тогда как находящийся с ним в одной группе азот — главным образом в свободном виде?

14-130. Одинаковые или разные соединения получатся при горении красного и белого фосфора в одних и тех же условиях?

О 14-131. Фосфин можно получить действием гидроксида калия на аналог иодида аммония — иодид фосфония. Составьте уравнение этой реакции.

О 14-132. При действии соляной кислоты на фосфид кальция  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  образуется летучее соединение фосфора. Напишите уравнение реакции.

О 14-133. Ранее фосфор получали следующим образом: из фосфата кальция при действии серной кислоты получали ортофосфорную кислоту, последнюю смешивали с углем и прокачивали. При этом ортофосфорная кислота превращалась в метафосфорную, при взаимодействии которой с углем получались фосфор, водород и оксид углерода(II). Приведите уравнения реакций всех стадий получения фосфора этим методом.

## Фосфорные кислоты и их соли

14-134. Напишите уравнение реакции горения фосфина, предположив, что сначала получаются только оксиды, которые затем реагируют между собой.

14-135. Является ли превращение метафосфорной кислоты в ортофосфорную кислоту окислительно-восстановительной реакцией? Ответ обоснуйте.

14-136. Какова степень окисления фосфора: а) в ортофосфорной; б) в метафосфорной кислотах?

14-137. Какова степень окисления фосфора: а) в фосфине  $\text{PH}_3$ ; б) в оксиде фосфора(V); в) в соли состава  $\text{KPO}_3$ ; г) в соли состава  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ?

14-138. Оксид фосфора(V) наряду с сульфатом меди применяется как обезвоживающее средство. Какие изменения происходят с тем и другим веществом при связывании ими воды?

14-139. При сильном нагревании ортофосфорная кислота превращается в метафосфорную кислоту. Напишите уравнение реакции.

**14-140.** Раствор 1 моль соли  $K_3PO_4$  смешали с раствором 1 моль соли  $KH_2PO_4$  и смесь выпарили. Какова формула полученной соли? Напишите уравнение реакции и назовите каждое из исходных веществ.

**14-141.** Какое вещество образуется в результате взаимодействия в растворе 1 моль кислоты  $H_3PO_4$  и 1 моль соли  $K_2HPO_4$ ? Составьте уравнение реакции, назовите полученное вещество.

**14-142.** Напишите формулы: а) дигидроортофосфата магния; б) гидроортофосфата магния; в) ортофосфата магния. Составьте уравнения их электролитической диссоциации, учитывая отщепление от солей только иона магния.

**14-143.** Напишите формулы следующих солей: а) гидроортофосфата двухвалентного железа; б) ортофосфата двухвалентного железа; в) гидрофосфата трехвалентного железа; г) фосфата трехвалентного железа.

**14-144.** Какие вещества и в какой последовательности будут получаться при постепенном приливании к раствору гидроксида бария избытка раствора ортофосфорной кислоты? Какие явления будут при этом наблюдаться? Приведите молекулярные и ионные уравнения реакций.

**14-145.** Какие вещества и в какой последовательности будут получаться при постепенном приливании к избытку раствора гидроксида натрия раствора ортофосфорной кислоты? Назовите эти вещества. Приведите молекулярные и ионные уравнения реакций.

**14-146.** 1 моль гидроксида кальция добавили в одном случае к раствору, содержащему 1 моль ортофосфорной кислоты, а в другом — к раствору, содержащему 2 моль фосфорной кислоты. Назовите формулы образовавшихся солей.

**14-147.** Химическим анализом установлен состав соли  $H_6NPO_4$ . Как видоизменить эту формулу, чтобы было видно, что это действительно соль? Как назвать ее? Напишите уравнение электролитической диссоциации соли.

**14-148.** Состав соли согласно химическому анализу таков:  $H_9O_4N_2P$ . Назовите ее. Напишите уравнение ее электролитической диссоциации.



14-149. При нагревании гидрофосфата аммония получается метафосфорная кислота. Составьте уравнение реакции, предполагая, что она протекает в две стадии.

14-150. Какая соль ортофосфорной кислоты при прокаливании превращается в метафосфат кальция? Напишите уравнение реакции. Назовите исходную соль.

14-151. Наиболее распространенный в природе фторапатит содержит 42,23%  $P_2O_5$ , 50,03%  $CaO$  и 7,74%  $CaF_2$ . Представьте состав минерала в виде формул двух солей.

14-152. 100 г метафосфорной кислоты растворили при нагревании в 50 мл воды. Какое вещество получилось в растворе и какова его массовая доля в растворе?

14-153. При получении так называемой термической ортофосфорной кислоты на каждую тонну ее расходуется 0,32 т фосфора. Вычислите выход кислоты в процентах от теоретического.

14-154. Сколько тонн фосфорита, содержащего 65% (по массе)  $Ca_3(PO_4)_2$ , нужно взять, чтобы получить из него 1 т фосфора, если считать потери фосфора в производстве равными 3%?

14-155. При получении термической ортофосфорной кислоты воздух для сжигания фосфора вводят в избытке — приблизительно в два раза больше, чем это требуется по уравнению реакции. Какова массовая доля (в %) кислорода в отходящих газах?

14-156. Сколько килограммов оксида фосфора(V) должно образоваться при сгорании 6,2 кг фосфора?

14-157. Верхнекамский флотационный концентрат содержит около 28%  $P_2O_5$ . Какому содержанию фосфата кальция это соответствует (в % по массе)?

14-158. Обогащенный хибинский апатит содержит в среднем 40%  $P_2O_5$  (по массе). Сколько килограммов такого апатита потребуется для получения 98 кг ортофосфорной кислоты?

14-159. При кипячении красного фосфора с концентрированной азотной кислотой образуется ортофосфорная кислота и выделяется бурый газ. Составьте уравнение этой реакции. Какой элемент здесь окисляется и какой восстанавливается?

# Минеральные удобрения



## Калийные удобрения

15-1. Объясните причину, по которой считается целесообразным применять в качестве удобрения сульфат, а не хлорид калия. Приведите также уравнение реакции получения сульфата из хлорида калия.

15-2. На 1 га площади внесли 40 т навоза, который содержал 0,6% оксида калия\*. Сколько нужно было бы внести калийного удобрения, содержащего 35% хлорида калия, чтобы по содержанию калия масса удобрения была равноценна 40 т навоза?

15-3. Вычислите, сколько оксида калия (в %) содержится в чистом хлориде калия.

15-4. Стандартный сульфат калия для применения в сельском хозяйстве содержит  $50 \pm 2\%$   $K_2O$ . Сколько это (в % по массе) составляет в пересчете на сульфат калия?

15-5. Охлаждением горячего насыщенного раствора  $KCl + NaCl$  можно разделить эти две соли (на этом основано производство хлорида калия из сильвинитной руды). Практически в растворе или в осадке будет находиться каждая из солей после охлаждения?

---

\* При химическом анализе удобрений на питательный элемент калий К содержание действующего вещества определяют в пересчете на условное вещество — оксид калия  $K_2O$ . Это позволяет сравнивать содержание элемента в удобрении и в почве, поскольку при анализе почв содержание элементов обычно выражают в массовых долях их оксидов (в том числе и  $K_2O$ ).

15-6. В почву было внесено на каждый гектар: фосфорных удобрений — 60 кг (в пересчете на  $P_2O_5$ ), калийных удобрений — 150 кг (в пересчете на  $K_2O$ ) и медного купороса — 10 кг. Считая для простоты, что последний не содержит примесей, укажите, сколько молей каждого из остальных оксидов приходится на 1 моль оксида меди(II).

15-7. Зола еловой древесины содержит около 18% оксида калия. Сколько это значение составит в пересчете на карбонат калия?

15-8. Под яровую пшеницу внесли минеральных удобрений: аммиачной селитры — 150 кг, суперфосфата (содержащего 30% усвояемого  $P_2O_5$ ) — 300 кг и хлорида калия — 100 кг на гектар площади. Сколько это составляет в пересчете на азот, дигидрофосфат кальция и оксид калия?

15-9. Имеются удобрения: а) калийная селитра; б) сульфат аммония; в) хлорид аммония; г) суперфосфат; д) нитрат аммония; е) аммофос. В каких случаях при контакте удобрения с раскаленным углем будет получаться вспышка? В каких случаях будет ощущаться запах аммиака и наблюдаться образование белого дымка?

О 15-10. Медно-калийное удобрение содержит 56,8%  $K_2O$  и 1% меди. Сколько процентов это составляет в пересчете на хлорид калия и технический медный купорос, в котором 24% меди?

О 15-11. В почву внесли под картофель помимо навоза следующие массы минеральных удобрений на 1 га площади: гранулированного суперфосфата, содержащего 12,5% усвояемого  $P_2O_5$ , — 0,15 т, аммиачной селитры — 0,1 т и хлорида калия, содержащего 90%  $KCl$ , — 0,1 т. Пересчитайте, каким массам гидрофосфата кальция, азота и оксида калия это соответствует.

О 15-12. В качестве калийного удобрения иногда используют природный минерал каинит состава  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ . Какова массовая доля калия в этом удобрении?

## Азотные удобрения

15-13. Объясните, почему нитрат калия называют безбалластным удобрением. Вычислите содержание в нем питательных элементов.

15-14. Один из способов получения кальциевой селитры состоит в нейтрализации разбавленной азотной кислоты мелом или известняком. Составьте ионное уравнение происходящей при этом реакции.

15-15. Нитрат аммония можно получить взаимодействием нитрата кальция с карбонатом аммония. Составьте уравнение этой реакции и укажите, почему она идет до конца.

15-16. Укажите причину, по которой такие удобрения, как нитрат и сульфат аммония, способствуют увеличению кислотности почвы.

15-17. Как определить, какое из удобрений — сульфат аммония, нитрат аммония, хлорид аммония, нитрат натрия, нитрат кальция — представляет собой исследуемый образец удобрения? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

15-18. Сколько тонн аммиака и 55%-ной азотной кислоты необходимо для получения 1 т стандартной аммиачной селитры, содержащей 98% нитрата аммония?

15-19. Сколько тонн аммиака и 45%-ной азотной кислоты необходимо для получения 1 т нитрата аммония, если принять, что в производственных условиях потеря аммиака составляет 2,5 кг, а азотной кислоты (в расчете на 100%-ную) 7,5 кг на 1 т нитрата?

15-20. В результате смешения горячего плава, состоящего из 45 кг нитрата аммония и небольшого количества воды, с 55 кг хлорида калия получилось удобрение (калийно-аммиачная селитра), в котором 88% взятого нитрата превратилось в нитрат калия. Какая масса в получившемся удобрении приходится на каждую из составляющих его четырех солей?

15-21. Сколько тонн аммиачной селитры, содержащей 98%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , понадобится для внесения на площади 15 га под пшеницу и на 10 га под картофель при следующих нор-

мах: для пшеницы 50 кг азота на 1 га, для картофеля 60 кг азота на 1 га?

15-22. При среднем урожае пшеницы за один сезон выносится с 1 га до 75 кг азота. Сколько нитрата аммония может возместить такую потерю, если учесть, что около 20% азота, необходимого для питания растений, возвращается в почву в результате естественных процессов?

15-23. Стоимость связанного азота в форме аммонийной соли меньше, чем в форме нитратной. Дайте объяснение этому факту.

15-24. Каковы массовые доли азота и оксида фосфора(V) в диаммофосе (гидрофосфате аммония)? Найденные значения сравните с массовыми долями азота в сульфате аммония и оксида фосфора(V) в дигидрофосфате кальция.

## Фосфорные удобрения

15-25. Рассчитайте: а) сколько тонн серной кислоты (в расчете на 100% -ную) теоретически должно расходоваться при получении из фосфата кальция 1 т простого суперфосфата; б) сколько тонн серной кислоты (в расчете на 100% -ную) теоретически должно расходоваться при получении 1 т двойного суперфосфата.

15-26. Почему простой суперфосфат не полностью растворяется в воде?

15-27. Суперфосфат нельзя смешивать с гашеной известью. Почему? Ответ подтвердите уравнением реакции.

15-28. В каком виде выгоднее перевозить фосфорное удобрение — в виде простого или двойного суперфосфата? Ответ подтвердите, сделав пересчет на  $P_2O_5$ .

15-29. Взаимодействием негашеной извести с метафосфорной кислотой можно получить концентрированное удобрение. Составьте уравнение реакции и рассчитайте массовую долю  $P_2O_5$  в этом удобрении.

15-30. Сколько килограммов фосфора содержится в 50 кг костей, содержащих 58% ортофосфата кальция?

15-31. В качестве кормовой добавки применяется диатрий-фосфат, получаемый из кальцинированной соды  $Na_2CO_3$

и фосфорной кислоты. Составьте уравнение происходящей при этом реакции и вычислите содержание  $P_2O_5$  в этом кормовом средстве.

**15-32.** Почему при производстве суперфосфата или фосфорной кислоты действием серной кислоты на апатитовые и фосфоритные руды значительная часть кальция теряется и нерационально используется серная кислота?

**15-33.** Наиболее часто в фосфоритах встречаются примеси: карбонат кальция, фторид кальция, оксид железа(III), оксид алюминия. Составьте уравнения всех реакций, которые могут происходить при обработке таких фосфоритов серной кислотой.

○ **15-34.** С какой массой преципитата  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  в почву будет внесено столько же фосфора, сколько его вносится с 200 кг фосфоритной муки, содержащей 77,5%  $Ca_3(PO_4)_2$ ?

○ **15-35.** Газ, полученный при нагревании 26,4 г сульфата аммония с избытком гидроксида натрия, был поглощен раствором, содержащим 39,2 г фосфорной кислоты. Какая соль образовалась при этом? Укажите ее формулу.

## **Комплексные удобрения и кормовые добавки**

**15-36.** Такие растения, как виноград, табак и другие, очень чувствительны к хлорид-анионам. Какие комплексные удобрения, содержащие не менее 40% питательных элементов, вы предложите для них? (В удобрении не должно быть хлора.)

**15-37.** Сколько диаммофоса можно получить из 10 т фосфорной кислоты при взаимодействии ее с аммиаком? Сколько тонн аммиака потребуется для этого?

**15-38.** Какова массовая доля питательных элементов в диаммоний-фосфате?

**15-39.** Основное органическое удобрение навоз, применяемое в сельском хозяйстве, обычно содержит около 75% воды, 21% органических веществ, 0,5% азота, 0,3%  $P_2O_5$  и

0,6%  $K_2O$ . Какой массе аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлорида калия соответствует 1 т навоза по содержанию питательных элементов?

15-40. Кормовая добавка преципитат представляет собой дигидрат соли кальция. Состав безводной соли: Ca — 29,46%, H — 0,74%, P — 22,76%, O — 47,04%. Выведите формулу этой соли и предложите способ ее получения.

15-41. Мочевина, или карбамид  $(NH_2)_2CO$ , применяется и как азотное удобрение, и как кормовая добавка. Вычислите содержание азота в удобрениях состава:  $KNO_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ;  $NH_4Cl$ ,  $(NH_4)_2CO_3$ .

15-42. Карбамид  $(NH_2)_2CO$  получают в промышленности по реакции, открытой русским химиком А. И. Базаровым в 1870 г., из аммиака и углекислого газа. Напишите уравнение реакции и вычислите, сколько килограммов каждого из исходных компонентов требуется для получения 1 т карбамида.

○ 15-43. Удобрение нитрофоску получают нейтрализацией аммиаком смеси фосфорной и азотной кислот и добавлением хлорида калия. В одной из марок этого удобрения массовое соотношение  $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$ , а сумма питательных веществ составляет 54,6%. Вычислите по этим данным массу каждой из солей, необходимую для получения 100 кг удобрения, считая, что из фосфорной кислоты образовался аммоний-дигидрофосфат.

○ 15-44. Составьте формулу соли, содержащей три основных питательных элемента: калий, азот и фосфор.

○ 15-45. Вычислите суммарную массовую долю (в %) двух питательных элементов в удобрении, содержащем 90% по массе пиррофосфата калия  $K_4P_2O_7$ .

## Углерод и кремний



### Углерод и его оксиды

**16-1.** По рисунку, изображающему кристаллическое строение алмаза, подсчитайте, сколько электронов входит во внешний электронный слой каждого атома углерода в алмазе.

**16-2.** Составьте формулу: а) карбида бериллия; б) карбида алюминия; в) фторида углерода. Укажите степень окисления углерода в этих соединениях.

**16-3.** Как разделить смесь двух оксидов углерода так, чтобы каждый из этих газов получить отдельно? Укажите: а) физический способ; б) химический способ.

**16-4.** Какой газ образуется: а) при сильном прокаливании известняка; б) при сильном прокаливании смеси известняка с углем?

**16-5.** Один из технических способов получения сажи состоит в нагревании оксида углерода(II) под давлением в присутствии катализаторов. Составьте уравнение реакции, происходящей при этом, зная, что образующийся наряду с сажей газ может поглощаться раствором щелочи.

**16-6.** При сильном нагревании оксида цинка с углем образуется газ, воспламеняющийся при поджигании на воздухе. Напишите уравнение реакции.

**16-7.** Каким химическим способом можно отделить водород от продуктов взаимодействия оксида углерода(II) с водой?



**16-8.** Почему древесный уголь при высокой температуре горит на воздухе с пламенем, а при более низких температурах — без пламени?

**16-9.** Как ответить на вопрос, почему оксид углерода(II) горит, а оксид углерода(IV) не горит в атмосфере кислорода?

**16-10.** Объемная доля оксида углерода(II) в смеси с азотом составляет 50%. Какова будет объемная доля оксида углерода(IV) в газе, полученном после сгорания указанной смеси и поглощения избытка кислорода? Задачу решите устно.

**16-11.** В цилиндр (рис. 12), наполненный раствором щелочи, вводится смесь углекислого газа и азота. Почему наблюдается уменьшение размера пузырьков и какое вещество собирается над раствором щелочи?

**16-12.** Опишите подробно, как, воспользовавшись раствором щелочи, узнать, является ли исследуемый образец чистым углекислым газом или же смесью азота с углекислым газом.

**16-13.** Для получения углекислого газа учащиеся пользовались одинаковыми приборами (рис. 13). Какой из приборов еще будет действовать при открытии крана? Ответ поясните.

**16-14.** Смесь оксида углерода(II) и азота объемом 200 мл сожгли в атмосфере кислорода и избыток последнего уда-

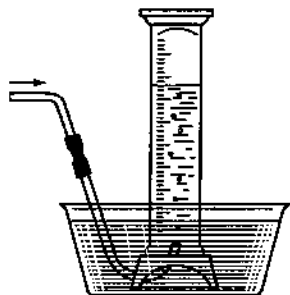


Рис. 12

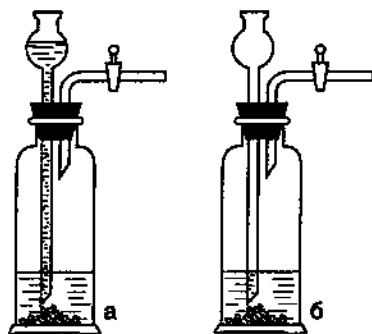


Рис. 13

лили. Какой объем занимает газ, получившийся при сгорании? Задачу решите устно.

**16-15.** Можно ли генераторный газ применять для восстановления оксидов металлов? Дайте обоснованный ответ.

**16-16.** При  $20^{\circ}\text{C}$  в 1 л воды растворяется  $3,8 \cdot 10^{-2}$  моль оксида углерода(IV). Сколько это составляет в граммах на литр?

**16-17.** Растение в солнечный день поглощает около 5 г углекислого газа на каждый квадратный метр своей листовой поверхности. Рассчитайте, сколько приблизительно граммов углерода накопит за день подсолнечник, листовая поверхность которого  $1,8 \text{ м}^2$ .

**16-18.** При обжиге 100 г известняка получилось 40 г оксида углерода(IV). Считая, что разложился весь карбонат кальция, найдите содержание его (в %) в этом образце известняка.

**16-19.** Сколько килограммов оксида углерода(IV) должно выделиться при обжиге 500 кг известняка, содержащего 92% карбоната кальция?

**16-20.** Какой объем оксида углерода(IV) при нормальных условиях получится в результате сгорания 96 г сажи?

**16-21.** Человек выдыхает в сутки 1300 г углекислого газа. Какой объем занимает эта масса углекислого газа (при н. у.)?

○ **16-22.** При сжигании 16 мл смеси оксида углерода(II) с оксидом углерода(IV) в избытке кислорода общий объем смеси уменьшился на 2 мл. Какова объемная доля оксида углерода(II) в этой смеси?

○ **16-23.** При горении угля в замкнутом объеме воздуха последний постепенно обогащается углекислым газом. Сколько кислорода (в % по объему) будет в таком измененном по составу воздухе, когда содержание углекислого газа в нем достигнет 2,5% (по объему)?

## Угольная кислота и ее соли

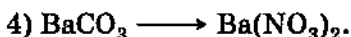
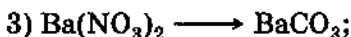
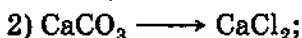
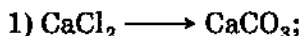
**16-24.** Если углекислый газ пропустить через воду, окрашенную лакмусом в фиолетовый цвет, то окраска перехо-

дит в красную; при нагревании окраска вновь становится фиолетовой. Дайте объяснение этим явлениям.

**16-25.** Каким довольно простым способом можно отличить соли угольной кислоты от солей азотной, серной и соляной кислот? Дайте подробное объяснение.

**16-26.** В чем действие соляной кислоты на карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  сходно с действием ее на сульфит натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ?

**16-27.** Как можно осуществить превращения, схемы которых приведены ниже? Напишите уравнения соответствующих реакций:



**16-28.** Ученик прилил к растворам соды и сульфата натрия, находящимся в пробирках, избыток раствора хлорида бария. На вопрос учителя о том, в какой пробирке находился раствор сульфата натрия, ученик не смог ответить, так как спутал пробирки. При помощи какого простого опыта можно было бы дать ответ на вопрос учителя?

**16-29.** Поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , извлекаемый из древесной золы, содержит значительную примесь сульфата калия. Как обнаружить эту примесь?

**16-30.** Кристаллический карбонат натрия массой 11,44 г образует 4,24 г безводной соли. Вычислите число молекул воды в формуле кристаллической соли.

**16-31.** При анализе мела одного из месторождений был установлен его состав:  $\text{CaO}$  55,6% и  $\text{CO}_2$  43,9%. Содержит ли мел этого месторождения примеси других карбонатов?

**16-32.** Что выгоднее применять для нейтрализации — соду кристаллическую или соду обезвоженную, если последняя дороже первой приблизительно в 1,5 раза? (См. задачу 16-30.)

**16-33.** Можно ли получить соду непосредственно действием карбоната кальция на поваренную соль?

**16-34.** Сколько граммов кристаллической соды, содержащей массовую долю воды 63%, необходимо взять для нейтрализации 49 г серной кислоты?

**16-35.** Какую массу известняка, содержащего 15% по массе некарбонатных примесей, требуется взять для того, чтобы при действии на него кислоты получить 1,12 л оксида углерода(IV)?

**16-36.** Если карбонат кальция в его природной форме окрашен, говорит ли это о наличии в нем примесей? Ответ обоснуйте.

**16-37.** Какими способами гидрокарбонат натрия может быть превращен в карбонат натрия? Напишите уравнения реакций.

**16-38.** Одну из двух одинаковых порций гидрокарбоната натрия прокалили и затем обе порции отдельно обрабатывали избытком соляной кислоты. Укажите, в каком случае и во сколько раз объем газа, образовавшегося при действии кислоты, больше.

**16-39.** Как освободить карбонат натрия от небольшой примеси гидрокарбоната натрия?

**16-40.** В одной из трех пронумерованных склянок имеется раствор гидроксида натрия, в другой — гидрокарбоната натрия, в третьей — карбоната натрия. Как распознать содержимое каждой склянки?

**16-41.** Какой объем углекислого газа образуется из 42 г гидрокарбоната натрия: а) при нагревании его; б) при действии на него избытка кислоты?

**16-42.** Какой объем углекислого газа образуется при термическом разложении 1 моль гидрокарбоната натрия, содержащего 2% примесей?

**16-43.** Вычислите относительную потерю массы (в %), происходящую при прокаливании гидрокарбоната натрия.

**16-44.** Какую долю от первоначальной массы составляет остаток, получающийся при нагревании гидрокарбоната натрия?

**16-45.** 146 г смеси карбоната и гидрокарбоната натрия нагревали до тех пор, пока не прекратилось уменьшение

массы. Масса остатка после нагревания 137 г. Какова массовая доля карбоната натрия в исходной смеси?

**16-46.** Тонкий порошок гидрокарбоната натрия применяется для сухого огнетушения. Какое превращение происходит с этой солью и как оно связано с ее противопожарным действием?

**16-47.** Что получится при прокаливании минерала трона состава  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?

○ **16-48.** Из 54 г кристаллической соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необходимо приготовить 10%-ный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Сколько для этого надо взять воды?

○ **16-49.** Почему можно растворить в соляной кислоте карбонат бария, но не сульфат бария?

○ **16-50.** Для обнаружения карбонатов в присутствии сульфитов в аналитической химии используется прибор (см. рис. 2). В одно колено его вводится 1 см<sup>3</sup> известковой воды, в другое — исследуемый раствор, по несколько капель разбавленной серной кислоты и раствора перманганата калия, затем быстро закрывают прибор пробкой. Что будет наблюдаться при наличии в пробе карбоната? С какой целью к исследуемому раствору добавляют перманганат?

## Свойства кремния и его соединений

**16-51.** Во сколько раз больше в земной коре атомов кислорода, чем атомов кремния? (Массовые доли кислорода и кремния соответственно 47,0 и 29,5%.)

**16-52.** Руководствуясь электронной теорией химической связи, выведите формулы соединений кремния: а) с магнием; б) с водородом.

**16-53.** Кремний впервые был получен пропусканием паров фторида кремния над нагретым калием. Напишите уравнение реакции получения кремния этим способом.

**16-54.** Кремний получается посредством прокаливании смеси из кремнезема и металлического магния. Напишите уравнение реакции и рассчитайте теоретически необходимый состав исходной смеси в массовых долях.

**16-55.** В чем сходен кремний с типичными металлами и в чем он отличается от них по физическим и химическим свойствам?

**16-56.** Оксид кремния(IV) при накаливании с кремнием реагирует с ним подобно тому, как оксид углерода(IV) с углем. Составьте уравнение реакции, укажите степень окисления кремния в образующемся летучем соединении.

**16-57.** Назовите кремниевый аналог метана и укажите, чем в химическом отношении отличаются эти соединения.

**16-58.** Как, исходя из кремнезема  $\text{SiO}_2$  и имея в распоряжении все другие необходимые вещества, получить кремниевую кислоту? Приведите уравнения соответствующих реакций.

**16-59.** Составьте уравнения реакций между: а) кремнеземом и содой; б) кремнеземом и негашеной известью; в) силикатом натрия и соляной кислотой. Укажите, при каких условиях идет каждая из названных реакций.

**16-60.** Очень чистый кремний для полупроводниковой техники готовится путем превращения химически чистого кремния в тетрахлорид (или тетрабромид) кремния и восстановления последнего водородом. Напишите уравнения соответствующих реакций.

**16-61.** Фторид натрия, применяемый в качестве консервирующего средства для древесины и в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур, можно получить нагреванием смеси фторида кальция, соды и песка. Составьте уравнение происходящей при этом реакции.

**16-62.** Фторид кремния(IV) образуется при взаимодействии кварца с фтороводородом. Составьте уравнение этой реакции и реакции гидролиза получающегося фторида.

**16-63.** Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций: а) между растворами силиката натрия и соляной кислоты; б) между кремниевой кислотой и раствором гидроксида калия.

**16-64.** Выразите в виде соединений оксидов формулы следующих минералов: анортит  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , серпентин  $\text{Mg}_3\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$ , альбит  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ , виллемит  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  и ортоклаз  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ .

О 16-65. При нагревании смеси песка с коксом в электрической печи до температуры  $2000^{\circ}\text{C}$  получается соединение, содержащее около 70% кремния и 30% углерода. Напишите уравнение этой реакции, учитывая, что одним из продуктов реакции является оксид углерода(II). Вычислите массу каждого из исходных веществ (содержащих по 2% примесей), необходимую для получения 1 т этого соединения.

## Силикатная промышленность

16-66. Согласно древнегреческой легенде, первое стекло было получено при следующих обстоятельствах. Купцы, везшие на корабле груз соды, пристали к песчаному берегу реки и, не найдя камней, чтобы подложить их под котлы для варки пищи, использовали глыбы соды. Какого состава стекло могло быть получено в этих условиях? Напишите уравнение реакции.

16-67. Сколько массовых частей кальцинированной соды необходимо ввести в стекло, чтобы в нем была одна массовая часть  $\text{Na}_2\text{O}$ ?

16-68. Один из сортов стекла для выработки столовой посуды имеет следующий состав:  $\text{SiO}_2$  — 75%,  $\text{CaO}$  — 9%,  $\text{Na}_2\text{O}$  — 16%. Сколько молей оксида натрия и оксида кремния ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ) приходится в этом сорте стекла на 1 моль  $\text{CaO}$ ?

16-69. Так называемое нормальное стекло содержит 13% оксида натрия, 11,7% оксида кальция и 75,3% оксида кремния. Выразите состав стекла формулой (в виде соединений оксидов).

16-70. Требуется сварить 100 кг стекла состава:  $\text{SiO}_2$  — 73%,  $\text{CaO}$  — 10% и  $\text{Na}_2\text{O}$  — 17%. Сколько для этого необходимо килограммов песка, мела и кальцинированной соды, если считать, что исходные вещества содержат по 5% примесей?

16-71. Вычислите, какая масса стекла должна получиться из шихты состава: 100 кг кварцевого песка, 38 кг кальцинированной соды и 30 кг мела, если пренебречь потерями

ми и принять, что указанные материалы содержат по 2% примесей.

**16-72.** Для варки стекла была приготовлена шихта, состоящая из 74 кг кварцевого песка, 15 кг поташа и 16 кг негашеной извести. Допуская, что эти материалы не содержат примесей, определите массовые доли оксидов в полученном стекле.

**16-73.** Важнейшими составными частями портландского цемента являются силикаты кальция, имеющие состав:  $\text{CaO} - 73,7\%$ ,  $\text{SiO}_2 - 26,3\%$ ;  $\text{CaO} - 65,1\%$ ,  $\text{SiO}_2 - 34,9\%$ . Сколько молей оксида кальция  $\text{CaO}$  приходится в каждом из этих соединений на 1 моль  $\text{SiO}_2$ ?

**16-74.** В металлургии кислотность шлаков измеряется отношением общей массы кислорода, связанного в кислотных оксидах, к массе кислорода, связанного в основных оксидах. Вычислите кислотность шлака такого состава: 44% оксида кремния, 12% оксида кальция и 34% оксида железа(II).

**16-75.** Для выработки стекловолокна применяется стекло следующего состава: кремнезем — 54%, глинозем — 14%, оксид бора — 10%, оксид кальция — 16%, оксид магния — 4%, оксид натрия — 2%. Используя эти данные, расположите указанные составные части в порядке уменьшения их молярных долей.

**16-76.** Вычислите минимальную массу соды, известняка и кварцевого песка, которая необходима для получения 1 т нормального стекла (см. задачу 16-69).

**16-77.** Какова массовая доля оксида свинца в хрустале, если его состав соответствует формуле  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot 6\text{SiO}_2$ ?



# Металлы



## Общие свойства металлов

**17-1.** Одним из первых металлов, обнаруженных человеком в доисторическую эпоху, была медь, а не железо, хотя меди в земной коре около 0,005% (по массе), а железа почти в 1000 раз больше. Чем это можно объяснить?

**17-2.** Какой металл самый легкоплавкий и в связи с этим используется в физических приборах? Какой из этих приборов можно встретить в быту?

**17-3.** Число каких элементов в природе больше — металлов или неметаллов?

**17-4.** Какие металлы можно расплавить: а) при температуре кипящей воды; б) при реально достигаемой температуре пламени спиртовки (400 °C); в) в пламени горелки (около 800 °C)? Материал для решения задачи найдите в справочнике.

**17-5.** Назовите металлы, не окисляющиеся на воздухе даже при прокаливании.

**17-6.** Масса платинового и серебряного тиглей при накаливании на воздухе не изменяется, а железного и медного увеличивается. Чем объясняется разница?

**17-7.** Назовите те из известных вам металлов, которые: а) вытесняют водород из воды; б) не вытесняют водород из воды.

**17-8.** В предложенной французским химиком А. Лавуазье (1743—1794) классификации простых веществ были выделены «простые вещества неметаллические» и «простые вещества металлические». Во всех ли случаях можно

провести резкую грань между указанными двумя типами простых веществ?

**17-9.** Можно ли отличить типичные металлы от неметаллов по следующей совокупности свойств: электрическая проводимость, теплопроводность, ковкость, хрупкость, упругость, светопропускаемость? Дайте подробный ответ и приведите примеры, показывающие несовпадение с обычной характеристикой металлов.

**17-10.** Хлорид меди(II) можно получить растворением в соляной кислоте предварительно обожженного на воздухе металла. Напишите уравнения реакций получения хлорида меди таким способом. Почему необходим предварительный обжиг металла?

**17-11.** В 1855 г. на Парижской выставке демонстрировался большой слиток «серебра из глины». Что в действительности представляло собой это «серебро»?

**17-12.** При 300 °C оксид серебра разлагается. Укажите, какой элемент при этом окисляется и какой восстанавливается.

**17-13.** Где больше содержится атомов: в 1 мг платины или в 1 мг золота? Задачу решите, не прибегая к вычислениям.

**17-14.** При нагревании раствора хлорида меди(II) с металлической медью получается новая соль. Какой элемент в этой реакции окисляется и какой восстанавливается?

**17-15.** При взаимодействии сульфата железа(III) с медью образуется сульфат железа(II) и сульфат меди(II). Составьте ионное уравнение этой реакции и укажите элемент, отдающий электроны, и элемент, присоединяющий их.

## **Электрохимический ряд напряжений металлов**

**17-16.** Аристотель считал золото самым благородным из металлов, а остальные известные в его время металлы располагал по степени убывания «благородства» в следующий ряд: серебро, медь, олово, железо. Что представляет собой аристотелевский ряд металлов с современной точки зрения?

17-17. Алхимики считали одним из доказательств возможности превращения одного металла в другой следующее наблюдение рудокопов, добывающих медные руды: их железные кирки покрывались медью при соприкосновении с рудничными водами. Каково правильное объяснение этого явления?

17-18. Если в раствор нитрата серебра ввести каплю ртути, на ней вырастают блестящие металлические кристаллы. Объясните это явление, запишите ионное уравнение реакции.

17-19. Медные предметы после погружения в раствор хлорида ртути (II) становятся как бы «серебряными». Объясните это явление, запишите ионное уравнение.

17-20. Между какими парами веществ, формулы которых даны ниже (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а)  $\text{Cu}$  и  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{Cu}$  и  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ; в)  $\text{Zn}$  и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ? Изобразите уравнения реакций в ионной форме.

17-21. Между какими из следующих пар веществ, формулы которых приведены ниже (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а)  $\text{Al}$  и  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ; б)  $\text{Zn}$  и  $\text{MgCl}_2$ ; в)  $\text{Fe}$  и  $\text{CuCl}_2$ ; г)  $\text{Fe}$  и  $\text{ZnCl}_2$ ? Напишите молекулярные уравнения реакций.

17-22. Железная пластинка массой 100 г погружена в раствор медного купороса. Покрывшуюся медью пластинку высушили и снова взвесили. Ее масса оказалась теперь равной 101,3 г. Сколько граммов меди осело на пластинке?

17-23. Бордоская жидкость (средство борьбы с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур), получаемая добавлением раствора медного купороса к известковому молоку, не должна содержать непрореагировавший медный купорос. Как проще всего это проверить?

○ 17-24. Найдите в электрохимическом ряду напряжений металл по следующим признакам: а) он не вытесняет водород из растворов кислот; б) он вытесняет ртуть из растворов ее солей.

○ 17-25. На рисунке 14 изображена схема гальванического элемента. В нем не происходит изменений, пока проволочки А и Б разъединены. Но если концы проволочек соеди-

нить, наблюдаются следующие явления: а) на поверхности серебряной пластинки выделяется металлическая медь; б) цинковая пластинка «растворяется»; в) в проволочке появляется электрический ток, т. е. движение электронов (в каком направлении?); г) в трубочке с раствором хлорида натрия хлорид-ионы перемещаются (в каком направлении?). Изобразите электронно-ионным уравнением происходящие химические реакции. Какие изменения будут наблюдаться, если в левом сосуде серебряную пластинку заменить золотой? медной? угольной?

О 17-26. На рисунке 15 изображена схема гальванического элемента. В нем не происходит изменений, пока проволочки А и Б разъединены. Но если концы проволочек соединить, наблюдаются следующие явления: а) на поверхности золотой пластинки выделяется металлическое серебро; б) раствор в левом сосуде начинает окрашиваться в голубой цвет; в) по проволочке перемещаются электроны (в каком направлении?). Масса какого из электродов будет возрастать по мере работы гальванического элемента? Изобразите происходящие в элементе реакции электронно-ионными уравнениями.

## Электролиз

17-27. Проводится электролиз раствора хлорида натрия. В каком направлении движутся электроны во внешней цепи, подводящей ток к электролизеру?

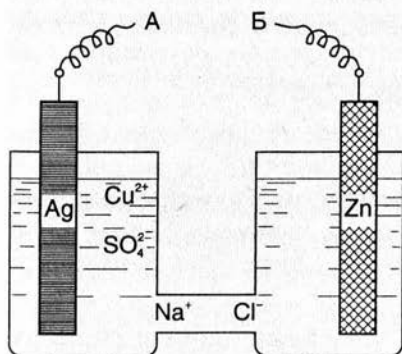


Рис. 14

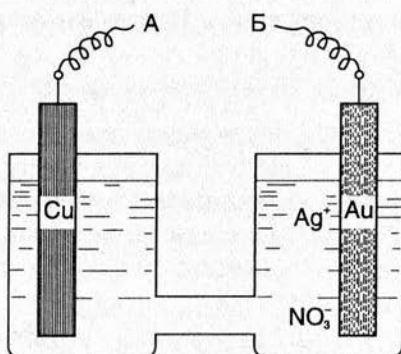


Рис. 15

**17-28.** Для электролиза расплава поваренной соли применяется постоянный ток. Почему нецелесообразно применять переменный ток?

**17-29.** При электролизе водного раствора на катоде выделилось 11,2 л водорода. Какое количество вещества электронов вступило при этом в реакцию?

**17-30.** На рисунке 16 изображен листок фильтровальной бумаги, пропитанный раствором электролита. Большие кружки — концы цилиндрических электродов. Малыми кружками отмечено положение отдельных катионов и анионов в растворе. Перерисуйте чертеж и укажите стрелкой направление движения каждого иона при включении постоянного электрического тока.

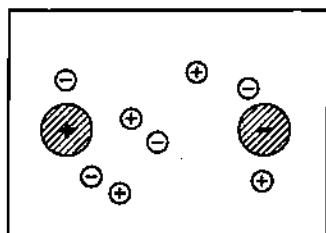


Рис. 16

**17-31.** Какие вещества образуются у катода при электролизе водного раствора соли калия?

**17-32.** На фильтровальную бумагу, смоченную раствором сульфата натрия, положили кристаллик хлорида меди(II) и по обе стороны его поместили электроды. При включении постоянного тока от кристаллика потянулся окрашенный язычок. Какого цвета? В каком направлении — к катоду или аноду?

**17-33.** Проводится электролиз водного раствора гидроксида натрия. Будет ли меняться по мере прохождения электрического тока: а) количество вещества гидроксида натрия; б) концентрация раствора? Почему?

**17-34.** При рафинировании меди черновую медь помещают в раствор сульфата меди, подкисленный серной кислотой, и подвергают электролизу. Каким электродом при этом должна служить черновая медь — анодом или катодом?

**17-35.** С каким полюсом батареи — положительным или отрицательным — должен быть соединен металлический предмет при его никелировании?

- О 17-36. При электролизе расплавленного гидрида лития водород выделяется на аноде. Исходя из этого, укажите, к какому атому смещена электронная пара в соединении  $\text{LiH}$ .
- О 17-37. Какие процессы будут происходить на катоде и аноде при электролизе водного раствора соли  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ? Напишите электронно-ионные уравнения реакций.

## Щелочные металлы

17-38. Даны одинаковые по форме и величине кусочки лития и железа. Как отличить друг от друга литий и железо, используя лишь их различия в физических свойствах?

17-39. В пробирку налили воду и керосин, затем туда бросили кусочек лития. Опишите, какие явления будут наблюдаться.

17-40. Сколько граммов хлорида натрия можно получить, смешав 20 г гидроксида натрия с 100 г 20%-ной соляной кислоты и полностью выпарив раствор?

17-41. Какой объем водорода выделится при растворении в воде 1 моль щелочного металла?

17-42. Какое количество вещества лития вступило в реакцию с водой, если при этом выделился 1 л водорода?

17-43. Какой из известных вам хлоридов металлов имеет наименьшую относительную молекулярную массу?

17-44. Выведите формулу кристаллогидрата нитрата лития, зная, что относительная молекулярная масса кристаллогидрата равна 123.

17-45. Приведите примеры смесей: а) оксида и гидроксида металла; б) металла и оксида металла, которые при взаимодействии с водой дают раствор только одного вещества.

17-46. Растворимость\* карбоната лития при различных температурах составляет: при  $0^\circ\text{C}$  — 1,5, при  $50^\circ\text{C}$  — 1, при  $100^\circ\text{C}$  — 0,7. Какие изменения должны происходить в случае нагревания насыщенного при  $0^\circ\text{C}$  раствора этой соли и такая ли картина будет наблюдаться при нагревании насыщенных растворов большинства других солей?

---

\* Растворимость выражена в г вещества на 100 г воды.

17-47. Имеется несколько банок с карбонатами и сульфатами лития, натрия и калия. Как простыми способами можно определить: а) какие из них содержат карбонаты и б) в какой именно банке находится карбонат лития?

17-48. Для определения относительной атомной массы одного из щелочных металлов воспользовались прибором, изображенным на рисунке 17. Масса прибора вместе с налитой в него водой, пробкой и трубкой — 200 г. Кусочек щелочного металла массой 1,4 г опустили в воду. Прибор закрыли пробкой с трубкой, содержащей оксид лития. Когда реакция между металлом и водой в приборе закончилась, масса прибора стала 201,2 г. Рассчитайте относительную атомную массу металла и назовите его. Какое назначение имеет оксид лития? Больше или меньше истинного получится относительная атомная масса металла, если не применять трубку с оксидом лития?



Рис. 17

17-49. Пользуясь таблицей относительных атомных масс и не прибегая к расчетам, укажите, в какой из солей массовая доля калия наибольшая:  $\text{KBr}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$ .

17-50. Какой объем водорода выделяется при растворении в воде 28 г лития? Задачу решите устно.

17-51. Кристаллогидрат хлорида лития массой 0,300 г прокаливали в тигле с избытком серной кислоты до постоянной массы. В тигле осталось 0,253 г вещества. Каково содержание в этом образце: а) хлорида лития; б) кристаллогидрата (в % по массе)?

17-52. При растворении какого количества вещества натрия в воде выделится такой же объем водорода, как при растворении 14 г лития? Задачу решите устно.

17-53. Смесь гидроксида натрия и гидроксида калия массой 3,58 г при взаимодействии с соляной кислотой образовала 5,04 г хлоридов. Каков был состав исходной смеси?

17-54. Напишите формулу оксидов и гидроксидов элементов, строение которых схематически представлено на

рисунке 18. Назовите эти элементы. Укажите, какой из гидроксидов должен быть наиболее сильным основанием.

17-55. Сколько килограммов гидроксида калия можно получить путем добавления гашеной извести к 100 кг поташа, если принять, что 5% КОН теряется при очистке продукта?

17-56. Какое количество вещества поташа может заменить при нейтрализации 5,3 г безводной соды?

17-57. Гидроксид калия обычно содержит в виде примеси карбонат калия. Как убедиться в наличии этой примеси?

17-58. Через раствор, содержащий 60 г гидроксида натрия, пропустили углекислый газ, полученный при действии избытка соляной кислоты на 200 г карбоната кальция. Назовите получившуюся соль и определите ее массу.

О 17-59. Какова массовая доля гидроксида натрия в растворе, полученном при действии 2,3 г натрия на 100 г воды?

О 17-60. Относительная молекулярная масса пероксида натрия равна 75. Выведите формулу пероксида натрия, в котором массовая доля кислорода 41%. Составьте уравнение реакции его с водой, зная, что один из двух продуктов этой реакции — гидроксид натрия.

О 17-61. При производстве одной марки искусственного каучука применяется проволока из вещества, обладающего высокой электрической проводимостью и горящего в кислороде желтым пламенем с образованием белого дыма. Что это за вещество?

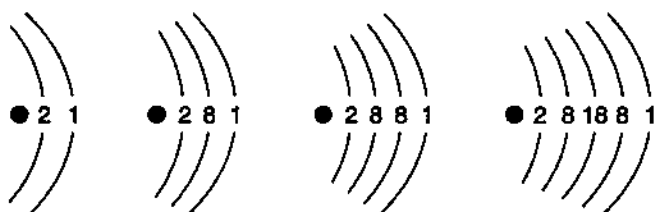


Рис. 18



## Кальций и его соединения

17-62. С атомом какого инертного газа и с ионом какого галогена сходна по электронному строению частица, возникшая в результате удаления из атома кальция валентных электронов?

17-63. Почему запрещено тушить воспламенившийся металлический кальций водой?

17-64. Приведите уравнения реакций, при которых происходит: а) окисление кальция; б) восстановление кальция; в) степень окисления кальция не меняется.

17-65. Напишите названия и приведите формулы известных вам соединений кальция; укажите, какие из них: а) растворимы в воде; б) реагируют с водой; в) образуют газ при действии кислоты.

17-66. Чтобы очистить кислород от примеси оксида углерода(IV) и влаги, необходимо составить прибор из склянки с раствором гидроксида калия, трубки с обезвоженным медным купоросом и склянки с известковой водой. Изобразите схематически порядок присоединения друг к другу частей прибора. Какая часть предназначается для проверки полноты поглощения оксида углерода(IV)?

17-67. Чтобы ускорить ввод в эксплуатацию вновь отстроенных кирпичных зданий, строители ставили в комнаты жаровни с горящим углем. Для чего?

17-68. Как отличить прозрачную известковую воду от разбавленного раствора гидроксида натрия, располагая лишь стеклянной трубкой?

17-69. Могут ли находиться одновременно в растворе в значительной концентрации ионы: а)  $Mg^{2+}$  и  $Cl^-$ ; б)  $Ca^{2+}$  и  $Cl^-$ ; в)  $Ca^{2+}$  и  $CO_3^{2-}$ ; г)  $Ca^{2+}$  и  $HCO_3^-$ ; д)  $Ca^{2+}$  и  $PO_4^{3-}$ ; е)  $Ca^{2+}$  и  $H_2PO_4^-$ ?

17-70. Как превратить карбонат кальция путем присоединения двух весьма распространенных веществ в соединение, способное заметно растворяться в воде?

17-71. Как, не прибегая к химическим реактивам, обнаружить присутствие в воде растворенного гидрокарбоната кальция?

17-72. Известно, что в питьевой воде относительно большое количество ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Какая соль, содержащаяся в воде, может явиться источником этого иона?

17-73. Смесь карбоната кальция и сульфата натрия обработали избытком соляной кислоты, выпарили досуха и добавили немного воды. Какие вещества остались в осадке и какие перешли в раствор?

17-74. Ученику предложены четыре образца твердых веществ: сода, мел, сульфат натрия и гипс. Можно ли распознать эти вещества, имея воду и азотную кислоту? Ответ обоснуйте.

17-75. При высокой температуре сульфат кальция частично разлагается с образованием оксида кальция, кислорода и еще одного газа. Составьте уравнение реакции и укажите, можно ли ее рассматривать как окислительно-восстановительную.

17-76. Негашенная известь содержит часто в виде примеси известняк и песок. Как обнаружить в ней ту и другую примесь?

17-77. Известняк содержал 94,4%  $\text{CaCO}_3$ , 1,6%  $\text{MgCO}_3$  и около 4% других соединений, не являющихся карбонатами. Какова массовая доля связанного  $\text{CO}_2$  в этом известняке?

17-78. Какова массовая доля потерь при прокаливании известняка следующего состава (в % по массе):  $\text{CaCO}_3$  — 96,24,  $\text{MgCO}_3$  — 1,14,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,63,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,19,  $\text{SiO}_2$  — 1,80?

17-79. Как отличить гашеную известь от тонко размолотого известняка? Ответ обоснуйте.

17-80. Через известковую воду в течение продолжительного времени пропускали углекислый газ. Полученной прозрачной жидкости дали испариться при комнатной температуре. Что представляет собой остаток?

17-81. Степенью обжига известняка называется отношение (выраженное в %) массы разложившегося карбоната кальция к массе карбоната кальция, содержавшегося в из-

вестняке до обжига. Вычислите степень обжига известняка для случая, когда в выгруженной из печи жженой извести на 88 кг оксида кальция приходится 9 кг карбоната кальция.

**17-82.** Раствор хлорида кальция применяется в медицине в качестве кровоостанавливающего средства. Вычислите, сколько граммов кальция в виде ионов поступает в организм при приеме внутрь столовой ложки (15 мл) раствора, содержащего в 100 мл 5 г  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

**17-83.** К 10 мл раствора соли кальция добавили избыток раствора соды. Образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. В остатке — 0,28 г. Какая масса кальция в виде ионов содержалась в 1 л взятого раствора?

**17-84.** Для предуборочного обезлиствения хлопчатника при его механической уборке применяется цианамид кальция. Найдите простейшую формулу этого соединения, зная, что в нем Ca — 50%, C — 15% и N — 35%.

**17-85.** Белгородский мел содержит карбонат кальция и карбонат магния. Их содержание учитывают в пересчете на оксиды: CaO — 54,0%, MgO — 0,5%. Сколько примеси содержит белгородский мел (в % по массе)?

**17-86.** Объясните, почему при взаимодействии кальция с водой реакция, вначале протекающая быстро, затем замедляется.

**17-87.** Можно ли для освобождения углекислого газа от влаги использовать трубку, наполненную негашеной известью?

**17-88.** Можно ли полностью освободить азот, содержащий небольшую примесь хлороводорода и водяных паров, от этих примесей посредством пропускания его через трубку, содержащую: а) негашеную известь; б) гашеную известь? Приведите уравнения соответствующих реакций.

**17-89.** Соединение кальция, образующееся при разложении карбида кальция водой, может быть вновь использовано для производства карбида. Какие последовательные превращения необходимо для этого осуществить?

17-90. Какие из перечисленных ниже веществ могут быть применены для снижения жесткости воды, вызванной присутствием в ней сульфата кальция: а) карбонат калия; б) поваренная соль; в) фосфат натрия? Дайте обоснованный ответ, приведя уравнения соответствующих реакций.

17-91. Какая масса 10% -ного раствора соляной кислоты будет использована для растворения 3,68 г доломита  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ?

17-92. Рассчитайте массу (в граммах) потерь при прокаливании 46 г доломита  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  до полного удаления углекислого газа.

17-93. В нашем распоряжении известняк и вода. Как получить, не расходуя никаких других материалов, кроме двух названных, пять новых сложных веществ, относящихся к пяти разным классам химических соединений (каким)? Составьте уравнение каждой реакции и укажите условия ее осуществления.

О 17-94. При взаимодействии 8 г доломита  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  с избытком кислоты образовалось 3,8 г углекислого газа. Каково содержание (в %) кальция в этом образце доломита?

## Алюминий

17-95. Встречается ли алюминий в природе в несвязанном виде?

17-96. С атомом какого инертного газа и с ионом какого галогена сходна по электронному строению частица, возникающая в результате удаления из атома алюминия валентных электронов?

17-97. По каким внешним признакам вы отличаете изделия из алюминия от изделий из других материалов, с которыми встречаетесь?

17-98. Почему алюминий стоек против коррозии?

17-99. Составьте электронные формулы соединений, образуемых алюминием с азотом и серой.

17-100. В глиноземе, предназначенном для электролиза, обычно содержится небольшая примесь кремнезема (до 0,2%) и оксида железа(III) (до 0,04%). Какие примеси могут быть в полученном алюминии?

**17-101.** Как химическим путем удалить с алюминиевого изделия продукты коррозии (оксид и гидроксид алюминия), не причиняя ущерба металлу?

**17-102.** Алюминий реагирует с селеном так же, как с серой или кислородом. Учитывая это, составьте уравнение реакции образования селенида алюминия.

**17-103.** При взаимодействии сульфида свинца  $PbS$  с алюминием образуется свинец и сульфид алюминия. Составьте уравнение этой реакции и укажите, какой элемент в этой реакции окисляется, а какой восстанавливается.

**17-104.** Учитывая положение алюминия и ртути в электрохимическом ряду напряжений, укажите, что получится при действии разбавленной соляной кислоты на сплав алюминия с ртутью (амальгаму алюминия). Составьте уравнение реакции в ионной форме и укажите направление перехода электронов.

**17-105.** С помощью каких реакций вы могли бы установить, какая из двух солей — сульфат натрия или сульфат алюминия — дана вам для испытания?

**17-106.** Приведите примеры реакций, при которых происходят процессы, выраженные следующими схемами:



**17-107.** Два ученика проводят реакцию между сульфатом алюминия и гидроксидом натрия, пользуясь одними и теми же растворами, но смешивая их в различном порядке (приливая по каплям) (рис. 19). Почему у одного ученика

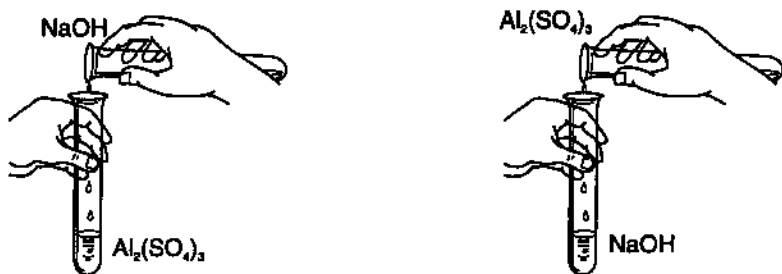
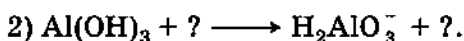
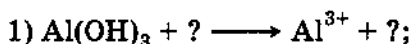


Рис. 19

получается в пробирке исчезающий осадок, а у другого ученика появляющийся осадок тотчас исчезает?

17-108. Приведите примеры реакций, выражаемых следующими схемами:



17-109. Главная составная часть глиноземного цемента — алюминат кальция. Какова его формула?

17-110. Один из технических способов получения металлического кальция основан на том, что оксид кальция при 1200 °С реагирует с алюминием с образованием кальция и метаалюмината кальция. Составьте уравнение этой реакции.

17-111. Один из технических способов получения соды заключается в действии воды и углекислого газа на алюминат натрия  $\text{NaAlO}_2$ . При этом алюминий образует гидроксид. Составьте уравнение указанной реакции.

17-112. Один из способов производства алюминиевой проволоки состоит в следующем: расплавленный алюминий выпускается через круглое отверстие, струя затвердевает, не разбиваясь на капли. Почему?

## Железо

17-113. Приведите уравнения нескольких реакций окисления железа при взаимодействии его со сложными и с простыми веществами.

17-114. Как, исходя из металлического железа, можно получить гидроксид железа(II) и гидроксид железа(III)? Приведите уравнения реакций.

17-115. Применяемый при сварке железо-алюминиевый термит обычно содержит на 3 мас. ч. алюминия 10 мас. ч. железной окалины  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Соответствует ли это отношение уравнению реакции горения термита?

17-116. Сульфид железа(II) можно получить нагреванием пирита с железом. Составьте уравнение этой реакции.

17-117. Как, исходя из железного купороса, получить: а) хлорид железа(II); б) нитрат железа(II)? Напишите соответствующие уравнения реакций.

17-118. Имеется смесь хлорида железа(II) и хлорида алюминия. К раствору смеси добавили избыток раствора гидроксида натрия и появившийся осадок отфильтровали. Что находится в осадке и что в растворе? Напишите уравнения реакций.

17-119. В природных водах железо присутствует главным образом в виде гидрокарбоната, который под действием воды и кислорода воздуха превращается в гидроксид железа(III) и углекислый газ. Составив уравнение этой реакции, укажите, какой элемент отдает электроны, а какой присоединяет их.

17-120. Сколько железного купороса можно получить при растворении в разбавленной серной кислоте 140 г железа?

17-121. При взаимодействии 1,00 г чистого хлорида железа с избытком нитрата серебра образовалось 2,65 г хлорида серебра. Является ли взятый хлорид хлоридом железа(II) или хлоридом железа(III)?

О 17-122. Сколько миллилитров гидроксида натрия, содержащего 0,02 г NaOH в 1 мл, необходимо взять, чтобы перевести 1,25 г хлорида железа  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в гидроксид железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ?

О 17-123. При взаимодействии сульфата двухвалентного железа с азотной и серной кислотами образуются сульфат трехвалентного железа, оксид азота(II) и вода. Составьте уравнение этой реакции. Вычислите массу сульфата двухвалентного железа, необходимую для получения 224 мл оксида азота(II).

О 17-124. Сколько тонн оксида углерода(II) должно вступить в реакцию для полного восстановления 320 т оксида железа(III)?

17-125. Сульфат железа, присутствующий в минеральной воде, удаляется из нее при помощи гашеной извести. Составьте уравнение происходящей при этом реакции, учитывая, что железо осаждается в виде гидроксида железа(II).

## Способы получения металлов. Сплавы

**17-126.** Назовите те из известных вам металлов, которые получаются в промышленности путем: а) неэлектролитического восстановления оксидов; б) электролиза.

**17-127.** Напишите уравнения реакций восстановления меди из оксида меди(І) и из оксида меди(ІІ): а) углем; б) оксидом углерода(ІІ).

**17-128.** Приведите уравнения реакций восстановления оксидом углерода(ІІ): а) цинка из его оксида; б) галлия из его оксида.

**17-129.** Составьте уравнение реакции получения титана из его высшего оксида алюминотермическим путем.

**17-130.** Составьте уравнение реакций получения марганца алюминотермическим путем: а) из оксида марганца(ІV); б) из оксида состава  $Mn_2O_4$ .

**17-131.** Составьте уравнение реакции получения молибдена из его высшего оксида алюминотермическим путем.

**17-132.** Будут ли изменяться на воздухе при прокаливании: а) оксид ртути (ІІ); б) оксид железа(ІІІ); в) платина; г) медь; д) оксид алюминия? Дайте обоснованный ответ и приведите в необходимых случаях уравнения реакций.

**17-133.** Можно ли растворить без остатка чугун в соляной кислоте? Ответ поясните.

**17-134.** Какую кислоту — соляную или азотную — следует взять для растворения медно-серебряного сплава?

**17-135.** При взаимодействии 0,22 г цинковой пыли с кислотой получили 63,8 мл водорода. Вычислите по этим данным массовые доли металлического цинка и оксида цинка (в %) в данном образце цинковой пыли.

**17-136.** Массовые доли (в %) никеля и хрома в сплаве соответственно 80 и 20. Вычислите, сколько молей никеля приходится на 1 моль хрома.

**17-137.** В одном из видов латуни содержится (в % по массе) 60 меди и 40 цинка, что представляет собой в основном соединение меди с цинком. Найдите формулу этого соединения.



17-138. Какова должна быть массовая доля олова в его сплаве с медью, чтобы на каждый атом олова приходилось 5 атомов меди?

О 17-139. Из медно-серебряного сплава можно получить чистое серебро и чистую медь. Для этого сплав растворяют в азотной кислоте и избыток азотной кислоты нейтрализуют гидроксидом натрия. Как поступить дальше, чтобы выделить сначала чистое серебро, а затем из оставшегося раствора получить чистую медь? Напишите соответствующие уравнения реакций в ионной форме.

О 17-140. Сплав меди с алюминием массой 1,00 г обработали избытком раствора щелочи, остаток промыли, растворили в азотной кислоте, раствор выпарили, остаток прокалили. Получено 0,40 г нового остатка. Каков состав сплава (в % по массе)?

О 17-141. Покажите при помощи уравнений реакций весь путь превращений от железного колчедана до железа.

О 17-142. Покажите при помощи уравнений реакций, как, имея в своем распоряжении медный купорос и другие необходимые реактивы: а) получить голубой осадок; б) превратить голубой осадок в черный и из последнего получить синий раствор; в) из черного осадка получить красную медь; г) из синего раствора выделить красную медь.

## Металлургия

17-143. Назовите вещества, применяемые в промышленности для получения металлов из их оксидов.

17-144. Какие две важные задачи выполняет кокс в доменной печи? Одинаковы ли они по своему химическому характеру?

17-145. При доменной плавке часть кокса заменяют природным или коксовым газом. Какие преимущества дает эта замена?

17-146. В состав шихты доменной печи, кроме оксидов железа, обычно входят следующие оксиды:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Какие из этих оксидов при сплавлении попарно могут образовывать соли? Приведите уравнения соответствующих реакций.

**17-147.** В основе процесса удаления серы из чугуна или стали лежит реакция между сульфидом железа и оксидом кальция. Образующееся при этом соединение кальция способно при действии кислоты давать сероводород. Составьте уравнение реакции между указанными сульфидом и оксидом.

**17-148.** В сухом колошниковом газе содержится по объему до 32% оксида углерода(II), 10—18%  $\text{CO}_2$ , до 0,5%  $\text{CH}_4$ , 2%  $\text{H}_2$ , 55—59% азота. Рассчитайте, какой объем кислорода требуется для сжигания  $1000 \text{ м}^3$  этого газа.

**17-149.** Реакциям какого типа принадлежит основная роль в сталеплавильном процессе?

**17-150.** Укажите причину, по которой при кислородно-конвертерном способе получения стали температура металла в конвертере возрастает.

**17-151.** Почему масса отходящих газов при получении стали кислородно-конвертерным способом больше массы вдуваемого кислорода?

**17-152.** При мартеновском способе «выжигание» примесей из чугуна происходит в значительной степени при помощи оксида железа(II). Напишите уравнение реакции окисления кремния оксидом железа.

**17-153.** В железной руде содержится (по массе) 80%  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и 10%  $\text{SiO}_2$ , остальное — другие примеси. Каковы массовые доли железа и кремния в этой руде?

**17-154.** Сколько тонн оксида кремния(IV) вступило в реакцию восстановления в доменной печи при выплавке 1400 т чугуна с массовой долей кремния 4%?

**17-155.** Из 2,8510 г чугунных стружек после соответствующей обработки было получено 0,0824 г оксида кремния(IV). Вычислите массовую долю кремния в этом образце чугуна.

**17-156.** Какой объем оксида углерода(II) необходим для полного восстановления 4 г оксида железа(III)?

**17-157.** Сколько тонн углерода должно вступить в реакцию для полного восстановления 696 т магнитного желез-

няка  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , если известно, что в результате реакции получается оксид углерода(II)?

**17-158.** При сжигании в токе кислорода 5 г образца стали образовалось 0,1 г углекислого газа. Какова массовая доля углерода, содержащегося в стали?

**17-159.** При восстановлении смеси оксида меди(II) и оксида железа(III) коксом получается медь и оксид железа(II). Можно ли выделить медь из образовавшейся смеси, обрабатывая ее кислотой? Дайте обоснованный ответ.

**17-160.** Для получения меди необходимой чистоты и извлечения сопровождающих ее золота и серебра предварительно очищенная химическим путем медь подвергается электролитическому рафинированию. При этом электродами служат исходная медь и листы чистой меди, а электролитом — подкисленный раствор сульфата меди. Исходя из этих данных, нарисуйте схему установки для получения чистой меди и укажите, где происходит накопление благородных металлов.

**17-161.** Какую массу алюминия необходимо добавить к 16 г оксида железа(III), чтобы получить «термитную смесь»?

**17-162.** Сколько граммов алюминия требуется по расчету для получения 78 г хрома из его оксида  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  алюминиотермическим способом?

**17-163.** В производстве алюминия на каждую тонну алюминия расходуется около 2 т глинозема. Вычислите выход (в %) алюминия, принимая, что этот металл и исходный оксид не содержат примесей.

**17-164.** Руды алюминия, представляя собой его водные оксиды, имеют состав в массовых долях: а) гидраргиллит — 65,3% оксида алюминия и 34,7% воды; б) диспор — 85% оксида алюминия и 15% воды. Представьте эти составы в виде химических формул.

**О 17-165.** Объясните причину, по которой среди ряда содержащихся в чугунах примесей отсутствуют кальций и магний, хотя в состав шихты могут входить соединения этих элементов.

○ 17-166. При очистке технического алюминия электролитом служит смесь расплавленных солей натрия, кальция, магния. Что в этом способе используется в качестве анода и катода и почему на катоде не выделяются металлы, входящие в упомянутые соли?

○ 17-167. Что является основным источником энергии: а) в мартеновском способе получения стали, б) в кислородно-конвертерном процессе и в) при прямом восстановлении железа из окатышей?

○ 17-168. Из руд, содержащих медь в виде сульфида меди  $\text{Cu}_2\text{S}$ , медь выплавлялась так: а) руда обжигалась при доступе воздуха до преобразования сульфида меди в оксид меди(II); б) обожженная руда смешивалась с вдвое меньшим количеством необожженной и смесь прокаливалась без доступа воздуха. Напишите уравнения реакций, в результате которых получалась медь, учитывая, что сера переходит в оксид серы(IV).

○ 17-169. При производстве 1 т металлического алюминия было израсходовано около 0,8 т угольных электродов. Во сколько раз это превышает теоретический расход, если считать, что на аноде образуется оксид углерода(II)?

# Органические соединения

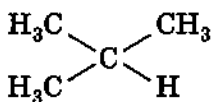
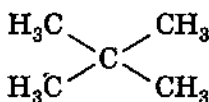
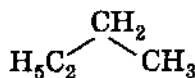
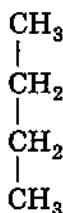
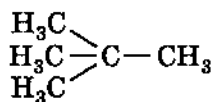


## Предельные углеводороды. Циклопарафины

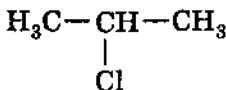
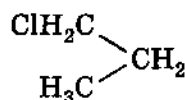
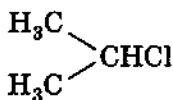
18-1. Каждое соединение имеет определенный качественный и количественный состав. Верно ли обратное, что определенному составу отвечает всегда только одно соединение? Дайте подробный ответ.

18-2. Сколько электронов во внешней оболочке атома углерода молекулы этана?

18-3. Ниже приведены несколько формул. Укажите, сколько соединений обозначено этими формулами:



18-4. Укажите, сколько соединений обозначено приведенными ниже формулами и какие из этих соединений являются изомерами:



18-5. Назовите алканы, не имеющие изомеров.

18-6. Имеет ли химический смысл название 1-метилпентан?

18-7. Напишите структурные формулы 2,4,4-триметилгексана и 2,2-диметилпентана.

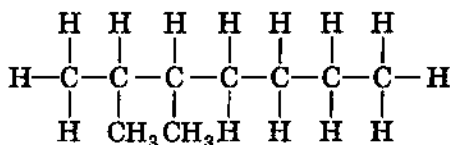
18-8. Могут ли быть изомеры у веществ, имеющих следующие формулы:  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ? Дайте обоснованный ответ.

18-9. Составьте структурные формулы углеводорода, у которого с атомами углерода соединены четыре группы  $\text{CH}_3$ , и его изомеров; назовите эти вещества.

18-10. Можно ли, судя по формуле  $\text{CH}_4\text{O}$ , сразу сказать, что ей отвечает лишь одно соединение? Ответ обоснуйте.

18-11. Напишите формулу того из изомерных гексанов, у которого цепочка углеродных атомов самая короткая.

18-12. Назовите парафин, имеющий следующую формулу:



18-13. Почему число электронов в молекулах всех углеводородов четное?

18-14. Как изменяется отношение числа атомов углерода и водорода по мере перехода от низших парафинов к высшим?

18-15. Напишите структурные формулы трех предельных углеводородов, имеющих относительную плотность по водороду, равную 36.

18-16. Составьте структурные формулы всех изомеров общей формулы  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  и назовите их.

18-17. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, являются предельными:  $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ ?



18-18. Можно ли обнаружить появление метана в шахте органолептическим способом, т. е. по запаху, вкусу и другим признакам? Почему?

**18-19.** При очистке методом брожения сточных вод, содержащих органические вещества, выделяется газ с относительной плотностью по кислороду, равной  $1/2$ . Этот газ используют на водоочистительных станциях как горючее. Что это за газ?

**18-20.** Как изменяется содержание (в %) углерода и водорода в гомологическом ряду предельных углеводородов?

**18-21.** Какой гомолог метана имеет плотность, почти равную плотности воздуха?

**18-22.** Назовите предельные углеводороды, имеющие плотность примерно в два раза большую, чем плотность воздуха. Напишите их формулы строения.

**18-23.** «Скелет» молекулы пропана схематически изображают так: . Здесь конец каждого отрезка и их пересечение символизируют собой атом углерода. Составьте подобные схемы для бутана и изобутана. Напишите также полную формулу углеводорода, «скелет» которого изображается символом .

**18-24.** Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, содержащего: а) 15 атомов углерода; б) 20 атомов водорода.

**18-25.** Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, содержащего: а) 18 атомов водорода; б) 20 атомов углерода.

**18-26.** Почему число атомов водорода, содержащихся в молекулах углеводородов ряда метана, не может быть нечетным?

**18-27.** Формула какого вещества получится, если в общей формуле углеводородов ряда метана индекс  $n$  принять равным нулю? Какие сходства с метаном обнаруживаются в химических свойствах этого вещества?

**18-28.** Какой объем воздуха расходуется при полном сгорании 1 л метана?

**18-29.** Метан объемом 100 мл, в котором содержалась примесь азота, сожгли в избытке кислорода и затем из полученной смеси газов поглотили оксид углерода(IV) при по-

мощи щелочи. При этом объем газа уменьшился на 95 мл. Какова объемная доля примеси азота во взятом метане?

**18-30\*.** В замкнутом сосуде взорвана смесь метана с необходимым для полного сгорания объемом воздуха. Каково должно быть объемное содержание углекислого газа в получившемся газе после его охлаждения?

**18-31.** Во сколько раз при сгорании метана объем вступившей в реакцию смеси превышает объем образовавшегося газа при условии конденсации всей образующейся воды?

**18-32.** В присутствии катализатора метан может частично окисляться с образованием оксида углерода(II). Какое еще вещество при этом образуется и может ли эта реакция иметь практическое значение?

**18-33.** Напишите формулу газообразного гомолога метана, при сгорании которого получается оксид углерода(IV) в три раза большим объемом, чем объем исходного углеводорода.

**18-34.** Напишите формулу газообразного парафина, при сгорании которого расходуется кислорода по объему в пять раз больше, и формулу парафина, на сгорание которого расходуется кислорода в одиннадцать раз больше, чем объемы взятых парафинов.

**18-35.** Обозначив индекс при символе атома углерода через  $n$ , напишите в общем виде уравнение реакции горения парафина.

**18-36.** При действии электрических искр этан разлагается на простые вещества. Уменьшается или увеличивается объем газа при этом и во сколько раз? Дайте обоснованный ответ.

**18-37.** Какой объем кислорода расходуется на сгорание 1 кг гептана?

**18-38.** Какой объем кислорода (в  $\text{м}^3$ ) будет израсходован на сжигание 1  $\text{м}^3$  газовой смеси, содержащей объемные доли: метана — 75%, этана — 15% и водорода — 5%?

---

\* При решении задачи 18-30 и далее примите содержание кислорода по объему в воздухе равным примерно 20%.



**18-39.** В одном из месторождений природный газ содержит 90% метана, 5% этана, 3% углекислого газа и 2% азота (по объему). Какой объем воздуха необходим для сжигания 1 м<sup>3</sup> этого газа?

**18-40.** Могут ли существовать геометрические изомеры у циклопропана?

**18-41.** Обозначив индекс при символе атома углерода в формуле циклопарафинов через  $n$ , напишите в общем виде уравнение реакции горения этих углеводородов.

**18-42.** Напишите формулу циклопарафина, при сгорании паров которого получается в пять раз больший объем оксида углерода(IV), чем объем исходного парафина, измеренный при тех же условиях.

**18-43.** Напишите формулу циклопарафина, на сгорание паров которого расходуется в шесть раз больший объем кислорода.

**18-44.** При сгорании 1 л паров циклопарафина получается 6 л углекислого газа. Какой объем кислорода при этом расходуется? (Все объемы измеряются при одинаковых условиях.)

**18-45.** Напишите структурные формулы галогенопроизводных предельного углеводорода, имеющих состав  $C_4H_9Cl$ .

**18-46.** Какие из перечисленных ниже хлоропроизводных этана могут иметь изомеры: а) хлорэтан  $C_2H_5Cl$ ; б) дихлорэтан  $C_2H_4Cl_2$ ; в) трихлорэтан  $C_2H_3Cl_3$ ; г) тетрахлорэтан  $C_2H_2Cl_4$ ; д) пентахлорэтан  $C_2HCl_5$ ; е) гексахлорэтан  $C_2Cl_6$ ? Напишите структурные формулы всех возможных изомеров.

**18-47.** Химическое название фреона-114, используемого в качестве хладагента в домашних холодильниках, — тетрафтордихлорэтан. Напишите его структурную формулу, учитывая, что атомы фтора распределены в молекуле этого соединения симметрично. Могут ли у него быть изомеры?

**18-48.** При промышленном хлорировании пропана получают смесь изомерных дихлорпропанов. Напишите структурные формулы изомеров.

**18-49.** Тетрахлорметан, взаимодействуя при 100 °С с бромидом алюминия, образует тетрабромметан и хлорид алю-

миния. Составьте уравнение этой реакции и укажите, меняется ли при этом степень окисления участвующих в реакции элементов.

**18-50.** Тетрахлорметан, взаимодействуя с водой при 250 °С, гидролизуется, образуя два негорючих газа. Составьте уравнение этой реакции.

**18-51.** Составьте структурные формулы всех возможных дибромпроизводных *n*-бутана.

**18-52.** Дифтордихлорметан, применяющийся в качестве хладонотителя в холодильниках, получается действием фтороводорода на тетрахлорметан. Напишите уравнение этой реакции.

**18-53.** Хлорпроизводное предельного углеводорода имеет относительную молекулярную массу 237. Состав этого соединения следующий (в % по массе): Cl — 89,9, C — 10,1. Найдите его молекулярную формулу.

**18-54.** Вычислите массу 620 млрд м<sup>3</sup> природного газа, считая, что он в основном состоит из метана.

**18-55.** Сколько изомерных частиц теоретически должно получиться из молекулы изобутана при: а) замещении в ней одного или двух атомов водорода одновалентным элементом; б) отрыве одного протона или одного гидрид-иона; в) отрыве одного атома водорода?

## Непредельные углеводороды

**18-56.** Углеводород относится к гомологическому ряду этилена. Напишите его структурную формулу, зная, что 0,21 г его присоединяет 0,80 г брома.

**18-57.** Назовите известные вам газообразные при обычной температуре углеводороды, которые: а) легче воздуха; б) имеют примерно равную с воздухом плотность; в) тяжелее воздуха.

**18-58.** Как освободить метан от примеси этилена? Напишите уравнение реакции.

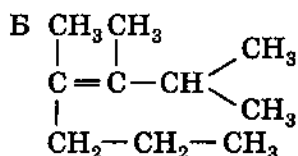
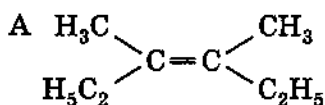
**18-59.** Четыре газометра наполнены газами: один — метаном, другой — этаном, третий — пропаном, четвертый — этиленом. Можно ли решить, какой газ находится в каж-

дом из газометров путем сравнения объемов кислорода, необходимых для полного сжигания равных объемов этих газов? Ответ подтвердите расчетами.

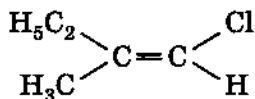
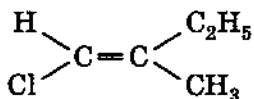
**18-60.** Напишите структурные формулы изомерных углеводородов, представляющих собой газы с относительной плотностью по водороду, равной 28. Какие из них обесцвечивают раствор перманганата калия? Составьте уравнения реакций этих углеводородов с бромной водой. Назовите все вещества.

**18-61.** При сгорании каждого из четырех изомерных углеводородов расходуется в шесть раз больший объем кислорода и получается в четыре раза больший объем углекислого газа, чем исходный объем углеводорода. Все они обесцвечивают раствор перманганата калия. Составьте уравнения реакций гидрирования каждого из них. Назовите образующиеся при этом соединения.

**18-62.** Существует ли геометрический изомер у соединения А и у соединения В?



**18-63.** Одинаковые или различные соединения получают: а) при гидрировании; б) при соединении брома к углеводородам:



**18-64.** Напишите структурную формулу вещества, образующегося в результате присоединения брома к пропилену.

**18-65.** Напишите структурную формулу вещества, образующегося в результате присоединения брома к изобутилену.

**18-66.** Чтобы очистить от примеси гексана гомолог этилена состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ , у которого двойная связь делит молекулу на две симметричные части, его обработали бромом, за-

тем перегонкой освободили продукт реакции от гексана и, наконец, этот продукт нагрели с цинком. Объясните сущность этого способа очистки соответствующими уравнениями реакций.

18-67. Какой углеводород, присоединяя бром, дает дибромпроизводное  $\text{CH}_3\text{—CHBr—CHBr—CH}_3$ ?

18-68. Полимеризацией тетрафторэтилена и трифторхлорэтилена получают ценные, отличающиеся высокой химической стойкостью пластмассы — тефлон и фторотен. Напишите структурные формулы названных мономеров и уравнения реакций полимеризации.

18-69. Через трубку с нагретым оксидом алюминия пропустили 100 г паров чистого этилового спирта. В результате было получено 33,6 л углеводорода. Вычислите массовую долю спирта, который прореагировал по отношению ко всему спирту, взятому для реакции.

18-70. Какой объем этилена должен вступить в реакцию с водородом, чтобы образовалось 3 г этана?

18-71. Сколько граммов брома может присоединиться к 2,8 л этилена?

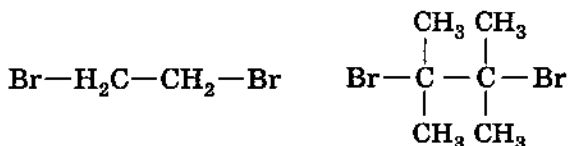
18-72. При пропускании смеси этилена с метаном через склянку с бромом масса склянки увеличилась на 8 г. Вычислите объем прореагировавшего газа.

18-73. Исходя из нормы 300 г дихлорэтана (продукт присоединения хлора к этилену) на  $1\text{ м}^3$  помещения, найдите количество вещества дихлорэтана, необходимое для обеззараживания от вредителей помещения объемом  $500\text{ м}^3$ .

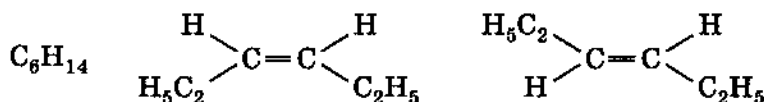
18-74. В каком объемном отношении реагирует этилен с хлором, когда хлороводород не образуется?

18-75. Напишите структурные формулы 2-метилбутена-2, 3-этилгептена-3, *транс*-дихлорэтена, *цис*-бутена-2.

18-76. Составьте формулы соединений, которые получаются при отщеплении брома от следующих соединений:



18-77. Можно ли отличить нижеуказанные соединения по объемам образующихся при их сгорании газов (считая в том числе и пары воды)?



18-78. Составьте формулы и назовите соединения, которые должны получиться при присоединении водорода к углеводородам, указанным в задаче 18-77.

18-79. Напишите возможные схемы образования макромолекул полиизобутилена.

18-80. Изобразите «скелет» молекулы продукта присоединения водорода к молекуле бутилена (ср. 18-23).

18-81. Какова формула структурного звена полимера, получающегося при действии бромной воды на натуральный каучук?

18-82. Имеется ли сходство в строении полиэтилена и предельных углеводородов?

18-83. Дешевый ацетилен получают не только из метана, но и из гомологов последнего. Составьте уравнение реакции образования его из этана. Вычислите, какой объем этана необходим для получения 1 т ацетилена, если практический выход составляет 10% от теоретического.

18-84. Какая масса кислорода необходима для полного сгорания 1 кг ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ ?

18-85. Ацетилен взрывается, разлагаясь на простые вещества. Напишите уравнение реакции. Является ли синтез ацетилена из простых веществ экзо- или эндотермической реакцией?

18-86. При пропускании ацетилена в спиртовой раствор иода получено соединение, содержащее 90,7% иода и 0,7% водорода по массе. Найдите формулу этого вещества.

18-87. Указатель уровня в цистернах с жидким кислородом обычно заполняется тетрабромэтаном, который получают из ацетилена. Напишите схему реакции образования этого соединения.

**18-88.** Предложите способ получения бромэтана из ацетиленов и представьте его в виде химической схемы.

**18-89.** Ацетилен, хранящийся в баллоне в виде раствора в ацетоне, очищают, пропуская его через воду и затем через концентрированную серную кислоту. Каково здесь назначение воды и серной кислоты?

**18-90.** Карбид кальция, идущий для получения технического ацетиленов, должен отвечать определенным требованиям: при действии воды на 100 г его должно выделяться около 26 л ацетиленов. Какова массовая доля  $\text{CaC}_2$  в таком карбиде?

**18-91.** Карбид кальция поставляется потребителем в бараханах, вмещающих до 130 кг этого вещества. Какой объем ацетиленов можно получить из технического карбида такой массы, содержащего 80% основного вещества?

**18-92.** Качество карбида кальция определяется так называемым литражом — объемом газа, образующегося при действии воды на 1 кг карбида. Каков литраж химически чистого карбида?

**18-93.** Составьте формулы ацетиленидов лития и кальция.

**18-94.** Напишите формулы ацетиленида серебра и ацетиленида меди, в котором медь одновалентна.

**18-95.** При сгорании 1 л некоторого газа, относительная плотность которого по водороду — 21, образовалось 5,9 г оксида углерода(IV). Найдите по этим данным молекулярную формулу сгоревшего вещества. Однозначен ли ответ?

**18-96.** При сжигании 1 моль ацетиленов выделяется 1350 кДж теплоты. Сколько теплоты выделится при сжигании 1 м<sup>3</sup> ацетиленов? Сравните с теплотой сгорания 1 м<sup>3</sup> водорода (при сгорании 1 моль его выделяется 242 кДж).

**18-97.** В 100 мл этанола ( $\rho = 0,81 \text{ г/см}^3$ ) при 0 °C растворяется 600 мл ацетиленов. Какова массовая доля ацетиленов в растворе?

**18-98.** Могут ли быть пространственные изомеры в ряду гомологов ацетиленов? Ответ обоснуйте.

**18-99.** Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава  $C_4H_6$  и  $C_5H_8$ .

**О 18-100.** Обозначив формулу углеводорода  $C_xH_y$ , напишите общее уравнение реакции, происходящей при сгорании углеводорода.

**О 18-101.** Гексахлорбутадиен — продукт замещения хлором всех атомов водорода молекулы бутадиена. Составьте формулу этого соединения.

## Ароматические углеводороды

**18-102.** Первый повод для предположения, что молекула бензола построена в виде шестизвенного кольца, дало сопоставление чисел изомеров производных бензола состава  $C_6H_{6-n}X_n$  (где  $X$  — любой одновалентный атом или радикал); при  $n = 1$  изомеров не получается, при  $n = 2$  (или 3, или 4) всякий раз получается три изомера, при  $n = 5$  (или 6) изомеры не существуют. Почему все это не соответствовало предположению, что молекула бензола построена в виде незамкнутой цепочки, и согласовывалось с кольцевой формой?

**18-103.** Получен углеводород, углеродный скелет которого образован шестью атомами, размещенными в вершинах трехгранной призмы. С каким вам известным углеводородом он изомерен?

**18-104.** Составьте структурные формулы ароматических углеводородов общей молекулярной формулы  $C_9H_{12}$ .

**18-105.** В лаборатории из 25 л ацетиленов было получено 16 г бензола. Сколько это составляет (в %) от той массы, которая должна была образоваться согласно уравнению реакции?

**18-106.** Напишите схему образования гомолога бензола из пропина (метилацетилена)  $H_3C-C\equiv CH$ .

**18-107.** Напишите формулы гомологов циклогексана, которые при дегидрировании дают толуол и этилбензол.

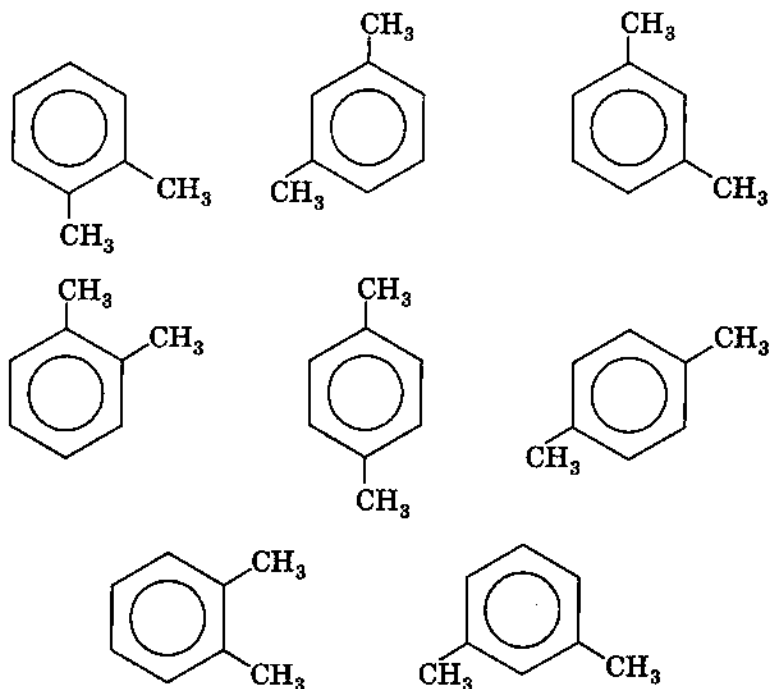
**18-108.** Можно ли считать, судя по структурным формулам, равноценными в химическом отношении атомы водо-

рода: а) бензола; б) хлорбензола; в) толуола; г) нафталина; д) циклогексана?

**18-109.** Существуют ли изомеры: а) хлорбензола; б) хлорциклогексана; в) хлоргексана?

**18-110.** Составьте формулы бромзамещенных толуола, в которых массовая доля брома составляет 46,72%.

**18-111.** Сколько веществ обозначено следующими формулами:



**18-112.** Сколько может существовать изомерных триметилбензолов и тетраметилбензолов? Составьте их структурные формулы и укажите, какие из этих соединений можно назвать симметричными.

**18-113.** Для протравливания семян зерновых культур применяется гексахлорбензол. Составьте его формулу и укажите, не прибегая к вычислениям, чего в нем больше по массе — углерода или хлора.



**18-114.** Чем отличается по типу реакция брома с бензолом от реакции его с этиленом? Ответ подтвердите, приведя уравнения реакций.

**18-115.** Действием брома на 78 г бензола было получено столько же граммов бромбензола. Сколько это составляет (в %) от той массы, которая должна образоваться, если весь взятый бензол вступил бы в реакцию?

**18-116.** К смеси изомерных бутенов-2 и бензола добавили бромной воды до появления слабой окраски и после отмывки избытка брома раствором щелочи смесь высушили и перегнали. Какое вещество было получено в приемнике?

**18-117.** Полистирол в отличие от полиэтилена горит на воздухе сильно коптящим пламенем. Чем это объясняется?

**18-118.** При сжигании 1,3 г вещества образуется 4,4 г углекислого газа и 0,9 г воды. Плотность паров этого соединения по водороду равна 39. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

## **Природные источники углеводородов**

**18-119.** Напишите формулы строения углеводородов, которые могут находиться в нефти и содержат пять атомов углерода в молекуле.

**18-120.** Все сорта авиационных бензинов начинают перегоняться при температуре около 40 °С и кончают перегоняться при температуре практически не выше 180 °С. Назовите содержащиеся в них углеводороды — гомологи метана: а) с наименьшей; б) с наибольшей относительной молекулярной массой.

**18-121.** Почему выделить отдельные углеводороды из более высококипящих фракций нефти часто труднее, чем получить их из низкокипящих фракций?

**18-122.** В трех пробирках находится по 4 мл очищенного бензина. В одну из них добавили 1 мл концентрированной серной кислоты, в другую — 1 мл воды, в третью — 1 мл бензола, пробирки встряхнули и дали жидкостям отстояться. Нарисуйте эти три пробирки с указанными смесями, обозначив вещества в каждой из них.

**18-123.** Необходимо приготовить раствор брома в бензине с неизменяющимся при хранении содержанием брома. Следует ли для этого взять бензин прямогонный или крекинг-бензин?

**18-124.** Можно ли представить химическими уравнениями процессы, происходящие: а) при перегонке нефти; б) при крекинге нефти? Дайте обоснованный ответ.

**18-125.** Почему керосин имеет запах, а вазелин лишен его? Дайте обоснованный ответ.

**18-126.** Промышленным способом получения дивинила из нефтяного сырья является дегидрирование бутилена. Составьте уравнение этой реакции.

**18-127.** В нефтехимической промышленности получают спирты взаимодействием воды с непредельными углеводородами. Укажите, какой углеводород может дать этанол и какой — бутанол-2.

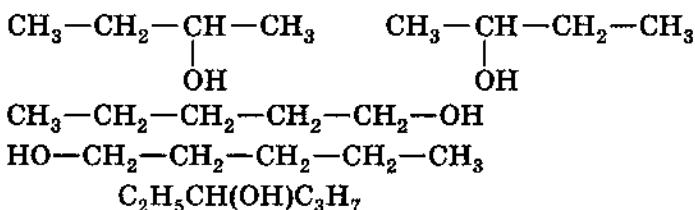
**18-128.** Какой из газов крекинга нефти служит для получения изопропилового спирта?

**18-129.** Для быстрого ориентировочного определения содержания воды в минеральных маслах можно применять амальгаму натрия. На чем основано такое определение? Дайте исчерпывающий ответ.

**18-130.** Известен способ обезвоживания трансформаторных масел металлическим натрием. На чем основан этот способ?

## Спирты и фенолы

**18-131.** Сколько различных спиртов изображено следующими формулами:



**18-132.** Укажите известные вам типы соединений, имеющих состав  $C_nH_{2n+2}O$ .

**18-133.** Бутиловый и изобутиловый спирты можно получить гидрированием соответствующих альдегидов в присутствии катализатора. Назовите эти альдегиды и составьте уравнения реакций образования из них указанных спиртов.

**18-134.** В промышленности метанол получают взаимодействием оксида углерода(II) с избыточным количеством водорода (против рассчитанного по уравнению реакции) в присутствии катализатора под высоким давлением. Составив уравнение реакции, укажите причины, по которым реакция проводится в таких условиях.

**18-135.** Сколько изомерных спиртов отвечают общей формуле  $C_3H_8O$ ? Напишите их структурные формулы.

**18-136.** Спирты практически не проводят электрического тока, в то время как щелочи, также содержащие группу  $OH$ , в расплавленном состоянии или в водном растворе проводят электрический ток. Чем это можно объяснить?

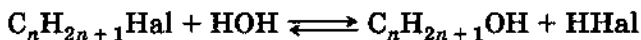
**18-137.** Какой объем займет водород, получаемый действием 2,5 г натрия на раствор 23 г этилового спирта в бензоле?

**18-138.** При действии избытка натрия на раствор пропилового спирта в бензоле выделилось 56 мл водорода. Сколько граммов спирта содержалось в растворе?

**18-139.** Найдите относительную молекулярную массу спирта, в молекуле которого содержится одна гидроксильная группа, если известно, что из 3,7 г спирта натрий вытесняет 500 мл водорода.

**18-140.** Напишите уравнения реакций образования спиртов из: а) иодметана; б) иодэтана; в) 1-бромпропана.

**18-141.** При получении спиртов из галогенопроизводных углеводов:



иногда добавляют оксид серебра. С какой целью это делается?

18-142. Какими химическими свойствами должно обладать соединение, структурная формула которого  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ?

18-143. Две пробирки содержали по 4 мл эфира и одна — 4 мл хлороформа. В две из них добавили по 1 мл воды, а в третью — 1 мл этилового спирта. По рисунку 20 определите, какие вещества содержатся в каждой из пробирок.

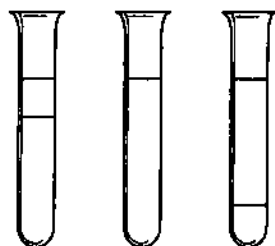


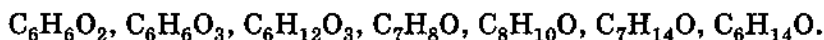
Рис. 20

18-144. Какие эфиры образуются при нагревании смеси метилового спирта, этилового спирта и серной кислоты? Напишите уравнения реакций.

18-145. Почему диметиловый эфир и этиловый спирт, являющиеся изомерами, резко отличаются друг от друга по температуре кипения и по растворимости в воде?

18-146. Напишите формулы строения моно- и диметилового эфиров этиленгликоля.

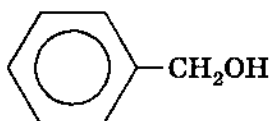
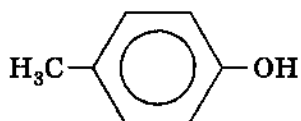
18-147. Перепишите в тетрадь и подчеркните те из формул, которые по своему составу могут отвечать фенолам:



Напишите структурные формулы для фенолов, имеющих в этом ряду.

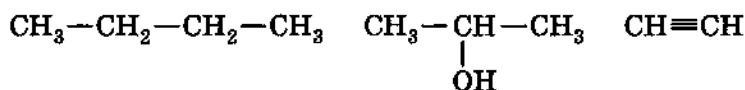
18-148. Один из методов определения содержания свободной извести в цементе основан на способности извести реагировать с фенолом, давая фенолят. Составьте уравнение этой реакции.

18-149. Какое из изомерных соединений



способно обменивать водород на металл при действии щелочи?

18-150. Укажите, какие атомы водорода могут быть замещены металлом в следующих соединениях:

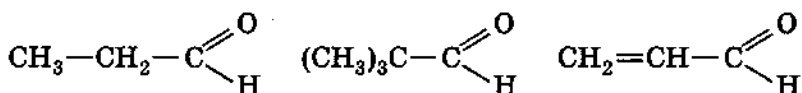


18-151. Какова молекулярная формула одноатомного спирта, из 7,4 г которого при действии металлического натрия получается 1,12 л водорода?

### Альдегиды и карбоновые кислоты

18-152. Напишите формулы альдегидов, образующихся при окислении спиртов: а) пропилового  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ ; б) бутилового  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ .

18-153. Какие спирты должны быть окислены, чтобы образовались альдегиды следующего строения:



Напишите структурные формулы этих спиртов.

18-154. Почему при получении альдегидов окислением спиртов следует тотчас удалять альдегид из сферы реакции?

18-155. При действии концентрированной серной кислоты на глицерин образуется альдегид состава  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ . Напишите его структурную формулу.

18-156. Напишите уравнение реакции, протекающей при нагревании между альдегидом, содержащим в молекуле три атома углерода, и аммиачным раствором оксида серебра.

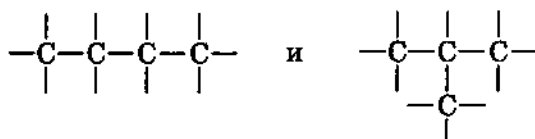
18-157. Плотность по водороду вещества, имеющего состав (в % по массе): С — 54,55, Н — 9,09, О — 36,36, равна 22. Оно легко восстанавливает оксид серебра, образуя кислоту. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

18-158. Вещество, имеющее состав, отвечающий формуле  $C_7H_6O$ , является производным бензола. Оно образуется при окислении спирта, легко восстанавливает оксид серебра. Напишите структурные формулы этого вещества и спирта, из которого оно образуется.

18-159. В результате восстановления оксида серебра углеродным альдегидом образовалось 2,7 г серебра. Какая масса альдегида была при этом окислена?

18-160. Напишите формулы строения альдегидов, окислением которых можно получить пропановую и масляную кислоты. Запишите соответствующие уравнения реакций.

18-161. Напишите структурные формулы и названия одноосновных карбоновых кислот с такими углеродными скелетами (включающими и карбоксильный атом углерода):



18-162. Сколько изомерных соединений соответствует формуле  $C_3H_6O_2$ ?

18-163. Общая формула одноосновных предельных кислот —  $R-COOH$ , где  $R$  обозначает углеводородный радикал. Каково значение  $R$  для кислот: а) изомасляной  $C_4H_8O_2$ ; б) винилуксусной  $C_4H_6O_2$ ; в) фенилуксусной  $C_8H_8O_2$ ?

18-164. Выведите формулу янтарной кислоты на основании данных состава в массовых долях: углерода — 40,68%, водорода — 5,08%, кислорода — 54,24%. Кислая натриевая соль этой кислоты содержит 16,4%, а нейтральная натриевая соль — 28,4% натрия. Других солей с натрием эта кислота не образует.

**18-165.** Напишите формулы следующих солей: ацетата магния, формиата алюминия.

**18-166.** Имеется водный раствор, содержащий уксусную кислоту и метиловый спирт. Как выделить оба эти соединения?

**18-167.** Произойдет ли реакция, если: а) к натриевой соли уксусной кислоты добавить серной кислоты; б) к натриевой соли серной кислоты добавить уксусной кислоты?

**18-168.** При нагревании одного из двух соединений одинакового состава  $C_3H_6O_2$  в присутствии небольшого количества минеральной кислоты образовалась карбоновая кислота с максимальным содержанием кислорода, а из другого — кислота, являющаяся ближайшим гомологом первой кислоты. Напишите структурные формулы этих соединений.

**18-169.** Назовите монокарбоновую кислоту, содержащую наибольшую массовую долю кислорода.

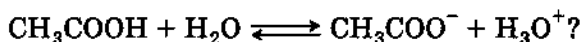
**18-170.** Почему в уксусной кислоте можно растворить карбонат кальция, а сульфат кальция нельзя?

**18-171.** Составьте уравнения реакций между: а) уксусной кислотой и аммиаком; б) пропановой кислотой и гидроксидом магния; в) калиевой солью пальмитиновой кислоты и соляной кислотой.

**18-172.** По данным элементного анализа одноосновной карбоновой кислоты было установлено, что в ней 48,65% углерода, 8,11% водорода. Выведите молекулярную формулу этой кислоты. Напишите структурные формулы изомерных соединений.

**18-173.** Для нейтрализации 11,40 г столового уксуса понадобилось 18,24 мл водного раствора гидроксида натрия, содержащего в литре 0,5 моль этого основания. Вычислите массовую долю (в %) уксусной кислоты в этом образце столового уксуса.

18-174. В какую сторону, по вашему мнению, должно быть смещено равновесие в разбавленном водном растворе:



Ответ обоснуйте.

18-175. В какую сторону сдвинется равновесие  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$  при добавлении к водному раствору этой кислоты щелочи? Ответ поясните.

18-176. По данным элементного анализа, двухосновная кислота, в которой атомы углерода связаны в неразветвленную цепь, содержит: С — 49,3%, Н — 6,85%. В раствор 1 моль этой кислоты добавили 1 моль гидроксида натрия и затем 1 моль иодметана  $\text{CH}_3\text{I}$ . Какое соединение при этом получилось? Каким другим способом его можно получить?

18-177. Одноосновная карбоновая кислота имеет следующий состав: С — 26,10%, Н — 4,35%, О — 69,55%. Исходя из этих данных, найдите молекулярную формулу этой кислоты.

18-178. При окислении сахара азотной кислотой образуется щавелевая кислота, которая выделяется из раствора в виде дигидрата, азот при этом восстанавливается до степени окисления +2. Составьте уравнение описанной реакции.

18-179. При прокаливании соли состава  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  образуются оксид кальция и два газа, из которых один горючий, а другой негорючий. Составьте уравнение этой реакции.

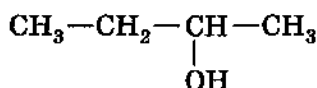
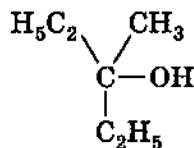
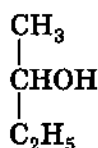
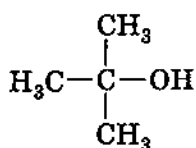
18-180. При нагревании формиата натрия отщепляется водород и образуется соль, которая с растворимой солью кальция дает оксалат кальция  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ . Каково строение этой последней соли и как ее можно назвать по-иному?

18-181. Напишите уравнения ступенчатой диссоциации щавелевой  $\text{HOOC}-\text{COOH}$  и малоновой  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$  кислот.

18-182. При прокаливании 0,181 г серебряной соли органической кислоты было получено 0,108 г серебра. Назовите эту соль.



18-183. Какие из спиртов, формулы которых приведены ниже, нельзя получить действием водорода на альдегиды и кетоны?

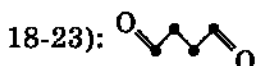


18-184. Составьте формулы диметилкетона, метилэтилкетона и приведите формулы и названия изомерных им альдегидов.

18-185. В лаборатории при окислении 10 мл метилового спирта ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ) было получено 120 г 3% -ного раствора формальдегида. Каков выход продукта реакции (в %) по отношению к теоретическому?

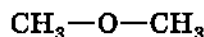
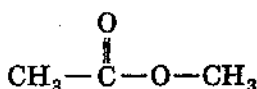
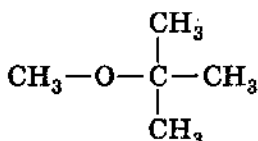
18-186. Какой объем формальдегида нужно растворить в воде, чтобы получить 1 л формалина (40% -ный раствор,  $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$ )?

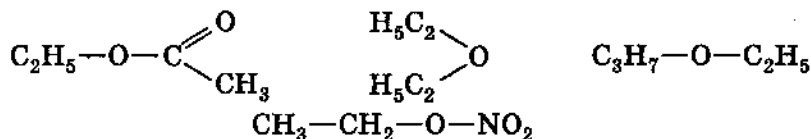
18-187. К какому классу соединений относится вещество, схематически изображенное следующим образом (ср.



## Простые и сложные эфиры. Жиры

18-188. Какие из веществ, формулы которых приведены ниже, относятся: а) к простым эфирам; б) к сложным эфирам? Назовите их:





**18-189.** Напишите структурные формулы: а) пропилового эфира азотной кислоты; б) диэтилового эфира серной кислоты.

**18-190.** Получаемые из ацетилена винилхлорид

$\text{CH}_2=\text{CHCl}$ , винилацетат  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  и винилэтиловый эфир  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$  служат исходным сырьем для производства разнообразных пластмасс. Какое вещество в каждом случае должно соединиться с ацетиленом, чтобы получились названные выше винилпроизводные? Напишите уравнения соответствующих реакций.

**18-191.** Одно из двух веществ состава  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  вытесняет оксид углерода(IV) из карбоната натрия, другое не реагирует с этим карбонатом, но при нагревании с раствором гидроксида натрия образует спирт и соль. Напишите формулы строения этих соединений.

**18-192.** При получении сложных эфиров из спирта и кислоты часто добавляют растворитель, который при отгонке постепенно увлекает с собой образующуюся в реакции воду. С какой целью это делается?

**18-193.** Необходимо получить пропиловый эфир пропионовой кислоты, имея из органических веществ только пропиловый спирт. Напишите уравнения соответствующих реакций.

**18-194.** Как, исходя из этилена, получить этиловый эфир уксусной кислоты? Напишите уравнения реакций.

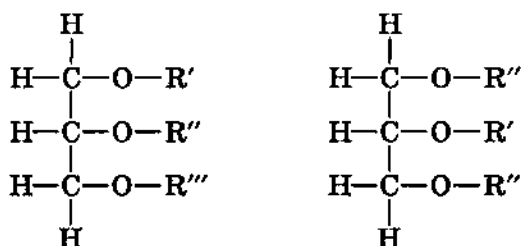
**18-195.** Как, исходя из карбида кальция, получить этиловый эфир уксусной кислоты? Напишите уравнения реакций.

**18-196.** При получении в лаборатории этилового эфира уксусной кислоты обычно на 9 г спирта берут 10 г кислоты. Рассчитайте, соответствует ли такое соотношение тому, которое следует из уравнения реакции, или какое-нибудь из веществ берется в избытке.

**18-197.** Рассчитайте, какую массу этилового эфира уксусной кислоты можно получить из 30 г уксусной кислоты и 46 г спирта. Выход эфира равен 85% от теоретического.

**18-198.** Какое количество вещества уксусной кислоты было взято для приготовления этилового эфира уксусной кислоты, если последнего было получено 70,4 г, что составляет 80% от количества, которое должно было получиться согласно уравнению реакции?

**18-199.** Ниже приведены две формулы:



Сколько глицеридов представлено этими формулами: один или два ( $\text{R}'$  и  $\text{R}''$  обозначают кислотные остатки)? Ответ поясните.

**18-200.** Кислоты, образующие жиры, как правило, имеют неразветвленное строение. Исходя из этого, напишите структурные формулы триглицеридов лауриновой  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$  и миристиновой  $\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$  кислот, являющихся составными частями некоторых жиров.

**18-201.** Одной из основных частей коровьего масла является глицериновый эфир масляной кислоты. Напишите формулу этого соединения.

**18-202.** Чем отличается по характеру образуемых продуктов способ расщепления жиров чистой водой от расщепления жиров щелочами?

**18-203.** Было выработано 5,88 т глицерина. Рассчитайте, какая примерно масса жира понадобилась для этого, если принять, что жир представляет собой чистый триолеат и что при нагревании с водой удалось расщепить только 85% жира по массе.

**18-204.** Масса продуктов, получаемых при омылении жиров, превышает массу взятого для омыления жира. Чем объясняется это увеличение массы?

**18-205.** Кислотным числом жира называется число миллиграммов гидроксида калия, необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Найдите кислотное число образца жира, для нейтрализации 2,8 г которого потребовалось 3 мл раствора с молярной концентрацией  $\text{KOH}$  0,1 моль/л.

**18-206.** Сколько граммов гидроксида натрия необходимо для нейтрализации 6 г жира с кислотным числом 5 (см. задачу 18-205)?

**18-207.** Кислотное число жира оказалось равным 7. Сколько миллилитров раствора гидроксида калия с молярной концентрацией  $\text{KOH}$  0,1 моль/л пойдет на нейтрализацию 4 г этого жира?

**18-208.** Объясните подробно, почему при стирке тканей в жесткой воде требуется больше мыла, чем при стирке в мягкой воде.

**18-209.** Сколько может быть изомеров: а) у моноглицеридов; б) у диглицеридов, если они образованы одной кислотой; в) у триглицеридов, если они образованы тремя разными кислотами? Напишите общие формулы этих изомеров.

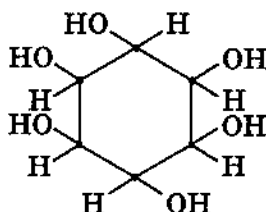
## Углеводы

**18-210.** Напишите формулу строения эфира глюкозы и уксусной кислоты.

**18-211.** В растениях встречается углевод арабиноза. Напишите структурную формулу этого углевода, зная, что состав его выражается формулой  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$  и что по строению он является альдегидоспиртом.

**18-212.** Какое известное вам простое соединение, состав которого такой же, как у глюкозы, но относительная молекулярная масса иная, взаимодействует с оксидом серебра так же, как глюкоза?

18-213. «Мышечный сахар», или инозит, имеет следующее строение:



Производным какого циклического углеводорода является инозит? Какие вещества, изомерные инозиту, вам известны?

18-214. В каком углеводе содержится большая массовая доля углерода: в глюкозе или в свекловичном сахаре?

18-215. При брожении глюкозы образовалось 112 л газа. Какая масса глюкозы подверглась разложению?

18-216. В каком объемном отношении находится образующийся газ к израсходованному кислороду при полном сгорании: а) глюкозы; б) жира (на примере триолеата)? Составьте полученные числа с данными соответствующих наблюдений: а) при усиленной мышечной работе животным в 1 мин поглощено 4,51 мл кислорода и выделено 5,40 мл углекислого газа; б) при голодании животным в 1 мин поглощено 1,8 мл кислорода и выделено 1,26 мл углекислого газа. Какие вещества — углеводы или жиры — преимущественно подверглись окислению в первом и во втором случаях?

## Амины. Аминокислоты. Белки

18-217. В лаборатории из 78 г бензола при реакции нитрования было получено 105 г нитробензола. Сколько это составляет (в %) от теоретически возможного выхода?

18-218. Какая масса бензола вступила в реакцию с азотной кислотой, если при этом получилось 82 г нитробензола?

18-219. Сообразуясь с химическими и физическими свойствами бензола, фенола и нитробензола, предложите способ разделения смеси этих соединений.

18-220. В качестве окислителя топлива применяется производное метана — тетранитрометан. Напишите формулу этого соединения.

18-221. Продукты сгорания 0,9 г первичного амина были пропущены через концентрированный раствор щелочи. Объем оставшегося газа составлял  $224 \text{ см}^3$ . Найдите формулу амина.

18-222. Чем обусловлена способность амина присоединять протон?

18-223. Покажите с помощью соответствующих уравнений, как получить из пропилена изопропиламин.

18-224. Как проще всего извлечь из анилина небольшую примесь фенола?

18-225. Имеется смесь бензола и анилина. Как, исключая перегонку, можно выделить из этой смеси бензол?

18-226. В какой воде — чистой или подкисленной — лучше растворяется анилин? Ответ поясните.

18-227. Одна из двух банок заполнена раствором соли анилина, другая — раствором соли диэтиламина. Можно ли, используя раствор щелочи, определить содержимое каждой банки? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

18-228. При действии брома на анилин образуется симметричный триброманилин, по строению аналогичный трибромфенолу. Напишите формулы этих двух бромсодержащих соединений.

18-229. Необходимо после опыта отмыть посуду от анилина. Что вы для этого применили бы: воду, разбавленный раствор гидроксида натрия, разбавленный раствор соляной кислоты?

18-230. Напишите формулы: а) азотнокислого (нитрата) анилина; б) сернокислого (сульфата) анилина.

18-231. Формула применяемого в фотографии *пара*-ами-

нофенола  $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ . Напишите уравнения реак-

ций аминифенола: а) с соляной кислотой; б) с гидроксидом натрия.

18-232. В лаборатории путем восстановления 61,5 г нитробензола было получено 44 г анилина. Каков выход продукта (в %)?

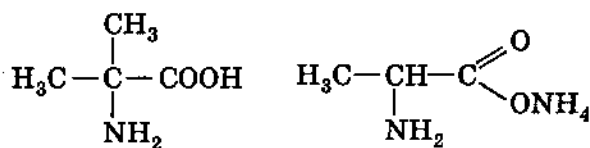
18-233. К разбавленному водному раствору анилина был добавлен избыток брома. Получилось 3,3 г осадка. Какая масса анилина содержалась в растворе?

18-234. В чем лучше будет растворяться этиловый эфир аминуксусной кислоты — в чистой или подкисленной воде? Почему?

18-235. Напишите формулу соли меди(II) и аминуксусной кислоты.

18-236. Составьте структурные формулы изомерных аминокислот состава  $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$  и  $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$ .

18-237. К каким классам соединений относятся вещества следующего строения:

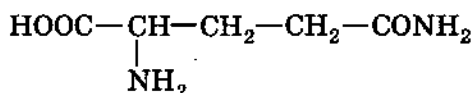


Назовите их.

18-238. Составьте уравнения реакций между аммонийной солью аминуксусной кислоты и: а) гидроксидом натрия; б) соляной кислотой, взятой в избытке.

18-239. Действием брома на пропионовую кислоту получили соединение, в молекуле которого один атом водорода замещен на бром, и затем это соединение обработали аммиаком. Напишите структурную формулу образовавшегося соединения и его изомера.

18-240. Назовите функциональные группы атомов, имеющиеся в молекуле глутамина:



18-241. Попробуйте объяснить, почему аминокислота строения  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  имеет нейтральную, а аминокислота строения  $\text{HOOCCH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  — кислую реакцию.

18-242. Этиловый эфир аминокислоты (глицина) прокипятили с избытком разбавленной соляной кислоты, затем раствор выпарили на водяной бане досуха. Какое вещество получено в остатке после выпаривания?

18-243. Этиловый эфир глицина массой 0,89 г кипятили в течение некоторого времени с раствором 0,56 г гидроксида калия в воде и затем смесь выпарили досуха. Что должно получиться в остатке? Какова его масса?

○ 18-244. Кератин — белок человеческого волоса, содержит около 12% цистеина. Вычислите содержание серы в кератине.

○ 18-245. Белок натурального шелка — фиброин — состоит из остатков четырех видов аминокислот: глицина, аланина, тирозина и серина. Сколько различных сочетаний возможно во фрагменте белка, состоящего только из этих четырех аминокислот? Напишите структурную формулу одного из фрагментов.

○ 18-246. В молоке содержится растворимый белок — лактоальбумин, молекулярная масса которого 16 300. При гидролизе 10 г такого белка получили 11,75 г различных аминокислот. Сколько аминокислотных остатков входит в состав молекулы такого белка?

© 18-247. К какому типу химических реакций относится образование нуклеиновых кислот?

© 18-248. Какая из нуклеиновых кислот, ДНК или РНК, заведомо содержит большую массовую долю кислорода?



## Нахождение молекулярной формулы органического вещества

**18-249.** Какова молекулярная формула углеводорода, если относительная плотность его по водороду равна 22, а содержание углерода составляет 81,8% по массе?

**18-250.** Определите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что содержание водорода равно 14,3% по массе, а относительная плотность его по азоту равна примерно 2.

**18-251.** При анализе установлено, что углеводород содержит 85,7% углерода по массе и он в 1,57 раза легче углекислого газа. Можно ли по этим данным определить, о каком веществе идет речь?

**18-252.** При полном сгорании 7,8 г неизвестного жидкого вещества образовалось 26,4 г углекислого газа и 5,4 г паров воды. Какое вещество сожгли, если относительная плотность его паров по воздуху равна 2,69?

## Комбинированные и усложненные задачи и упражнения



**19-1.** Приведите формулы свободного хлора, азота и водорода (изобразив черточками число связей между атомами) и формулы тех соединений, которые эти элементы попарно могут образовывать.

**19-2.** Укажите в виде формул молекулярный состав (число атомов в молекуле) азота, кислорода, аргона, озона, серы, фтора при обычных условиях и натрия, ртути и фосфора в пареообразном состоянии.

**19-3.** Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей между атомами в молекуле азота? Нарисуйте схему ее строения.

**19-4.** В космической технике для вытеснения жидкого кислорода и водорода используется гелий. На каких свойствах гелия основано это его применение?

**19-5.** Приведите примеры веществ, газообразных при обычных условиях, которые, взаимодействуя попарно, дают: а) твердое вещество; б) газообразное окрашенное или неокрашенное вещество.

**19-6.** Выпускаемый газоперерабатывающим заводом газообразный гелий высокой чистоты содержит 99,985% (по объему) этого газа и в числе примесей около 0,0091% неона и 0,002% кислорода. С чем связано наличие этих примесей?

**19-7.** В наборе закрытых пробками и без этикеток пробирок имеются образцы оксидов элементов: алюминия, меди(II), меди(I), хрома(III), железа(III). Можно ли, не открывая пробирок, определить содержимое каждой из них? Каким образом?

**19-8.** Важнейший минерал бериллия — берилл имеет состав  $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ . Изобразите этот состав в виде формул оксидов.

**19-9.** Напишите электронную формулу оксида  $\text{NO}_2$  и укажите, можно ли его отнести к типу свободных радикалов. Почему?

**19-10.** Исходя из ответа на задачу 19-9, объясните, почему оксид  $\text{NO}_2$  произвольно преобразуется в оксид  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

**19-11.** В каком агрегатном состоянии воды водородные связи между молекулами воды могут отсутствовать?

**19-12.** На основании данных таблицы растворимости (см. приложение 2) решите, можно ли получать гидроксид лития действием гидроксида калия на раствор сульфата лития.

**19-13.** В одну из трех пробирок налили раствор гидроксида натрия, в другую — раствор гидроксида бария, в третью — раствор гидроксида калия и оставили их в штативе на столе открытыми. Можно ли спустя некоторое время по внешнему виду узнать, в какую пробирку налили раствор гидроксида бария? Ответ поясните. Как проще всего отличить раствор гидроксида натрия от раствора гидроксида калия?

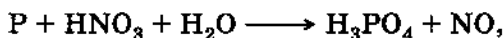
**19-14.** Какие металлы при взаимодействии с водой образуют: а) растворимые гидроксиды; б) малорастворимые гидроксиды?

**19-15.** В одной из двух таблиц, приведенных в справочнике, имеются данные о силе кислот, в другой — о силе оснований. Могут ли быть случаи, когда одно и то же соединение фигурирует в обеих таблицах?

**19-16.** Приведите примеры кислот, молекулы которых обмениваются на металл лишь один из своих атомов водорода.

**19-17.** Применяемая в лабораторной практике концентрированная азотная кислота содержит массовую долю основного вещества около 65%. Какова молярная концентрация такой кислоты?

**19-18.** Сообразуясь со схемой:



расставьте коэффициенты и найдите, сколько 30%-ного раствора азотной кислоты следует затратить на 1 кг фосфора, учитывая при этом, что для полного окисления фосфора необходим 50%-ный избыток кислоты по отношению к вычисленному по уравнению (стехиометрическому) количеству.

**19-19.** Какие из известных вам газов: а) поглощаются щелочами; б) не поглощаются щелочами; в) горят в атмосфере кислорода; г) поглощаются кислотами; д) не поглощаются кислотами; е) не горят в кислороде?

**19-20.** Укажите, какие вещества в виде газов будут получаться при нагревании до разложения сухих твердых веществ, формулы которых:  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ .

**19-21.** Приведите примеры твердых веществ, которые, взаимодействуя попарно без участия растворителя, дают: а) растворимые; б) нерастворимые в воде соли.

**19-22.** Охарактеризуйте с помощью уравнений реакций способы получения солей: а) металлов, неспособных вытеснять водород из кислот; б) металлов, не окисляющихся при прокаливании на воздухе.

**19-23.** Приведите примеры солей, которые при прокаливании образуют: а) основные оксиды и кислотные оксиды; б) не изменяются; в) теряют воду; г) обугливаются; д) теряют одновременно воду и углекислый газ.

**19-24.** Какие из солей, формулы которых  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ , разлагаются при прокаливании до  $600^\circ\text{C}$ ? Напишите уравнения реакций для тех случаев, когда разложение происходит.

**19-25.** Даны известняк, соляная кислота. Требуется, не расходуя никаких других веществ, получить не менее одиннадцати новых веществ, в том числе четыре простых. Напишите уравнения соответствующих реакций и кратко укажите условия их протекания.

**19-26.** Имеется разбавленный раствор, содержащий соли лития, магния, натрия. Что будет выпадать в осадок при добавлении к нему растворов: а) гидроксида калия; б) поташа? Каким способом можно отличить осадок, выпавший в случае «а», от осадка, образующегося в случае «б»?

**19-27.** Какие из веществ, формулы которых приведены ниже, взятые в твердом виде или, когда можно, в виде концентрированных растворов, могут быть использованы для обезвоживания веществ или поглощения углекислого газа: а)  $\text{CaSO}_4$ ; б)  $\text{MgSO}_4$ ; в)  $\text{KOH}$ ; г)  $\text{NaOH}$ ; д) металлический натрий; е)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ?

**19-28.** Приведите примеры трех неорганических веществ (назовем их А, В и С), отвечающих следующим требованиям: а) при сливании растворов веществ А и В должен получиться осадок; б) при добавлении к одному из этих веществ вещества С должен получиться негорючий газ.

**19-29.** Назовите металл и два сложных вещества (обозначим их А и В), отвечающие следующим требованиям: металл должен растворяться отдельно в растворах вещества А и вещества В, но не в растворе, полученном при сливании растворов А и В.

**19-30.** Вы в экспедиции в труднодоступной местности. В программу экспедиции входит запуск метеорологических шаров-зондов. Для получения водорода для них вам нужно затрачивать каждый раз как можно меньше взятых с собой исходных веществ. Так как воду можно везде найти, ее массу, если вода понадобится для реакции, можно не учитывать. Каким способом получения водорода вы воспользовались бы?

**19-31.** Наиболее распространенной рудой, из которой получают хром, является хромистый железняк  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ . Вычислите массовую долю (в %) примесей в руде, если известно, что из 1 т ее при выплавке получилось 240 кг феррохрома (сплав железа с хромом), содержащего 65% хрома.

**19-32.** Даны четыре пронумерованные пробирки с разбавленными растворами следующих веществ: азотная кислота, хлорид бария, сульфат натрия, фосфат натрия. Укажите номер пробирки с раствором сульфата натрия по следующим данным. При приливании к раствору I раствора II никаких изменений не наблюдалось. Не обнаружено признаков реакции и при сливании полученной смеси и раствора III; с раствором нитрата серебра раствор IV осадка не дает.

**19-33.** Имеются три пробирки — обозначим их I, II, III — с растворами фосфата натрия, азотной кислоты и ни-

трата бария. В какой пробирке какой раствор содержится, неизвестно. При приливании к раствору I раствора II никаких изменений не наблюдается, при приливании к полученной смеси раствора III признаков реакции тоже не наблюдается. Нет никаких изменений и при сливании растворов в обратном порядке: при приливании к раствору III раствора II, а к полученной смеси — раствора I. В какой пробирке находится раствор азотной кислоты?

19-34. Раствор, содержащий смесь карбоната натрия и сульфата натрия, разделили на две части. К одной добавили соляной кислоты и затем раствор хлорида бария, к другой — сначала раствор хлорида бария и затем соляной кислоты. Чем внешне будут отличаться эти опыты и какое вещество выпадет в осадок?

19-35. Какой объем оксида углерода(IV) образуется при сливании 0,7 л раствора, имеющего молярную концентрацию гидрокарбоната натрия 0,5 моль/л, и 0,1 л раствора, имеющего молярную концентрацию серной кислоты 1 моль/л?

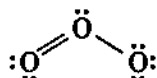
19-36. Какова молярная концентрация нитрата калия в растворе, который образуется при сливании 0,2 л азотной кислоты ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ ) и 0,3 л раствора с массовой долей гидроксида калия 5%?

19-37. Изобразите электронную структуру молекул соединений ксенона  $\text{XeF}_2$  и  $\text{XeF}_4$ .

19-38. Ион  $\text{NH}_4^+$  и молекула воды *изоэлектронны*. Выясните значение этого понятия, подсчитав общее число электронов в каждой из этих частиц.

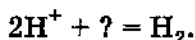
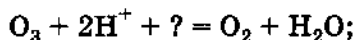
19-39. Молекулы аммиака, воды и метана *изоэлектронны* с ионом аммония. Почему в таком случае первые три электронейтральны, а последний несет заряд?

19-40. Характер связей в молекуле озона иногда изображают формулой



Все ли атомы кислорода при таком изображении электронейтральны?

19-41. Дополните следующие записи, чтобы они приобрели характер электронно-ионных химических уравнений:



19-42. Как вы считаете, существует ли связь между растворимостью кристаллического соединения и прочностью связи между атомами? Дайте обоснованный ответ.

19-43. Как изменяется радиус атома серы при переходе его от нейтрального до отрицательного двухзарядного и положительного шестизарядного состояний?

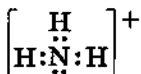
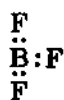
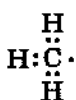
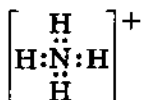
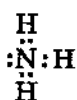
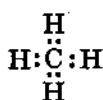
19-44. Металлы А и В принадлежат к одним и тем же периоду и группе периодической системы. Соли металла А растворимы в воде. Растворы всех солей металла В при добавлении их к соляной кислоте образуют нерастворимый в кислотах осадок. Назовите оба металла.

19-45. Межъядерное расстояние в молекулах водорода 0,074 нм, а расстояние С—Н в молекулах углеводов составляет 0,110 нм. Каков ковалентный радиус углерода?

19-46. У каких элементов — металлов или неметаллов — радиусы ионов: а) меньше атомных радиусов; б) больше атомных радиусов?

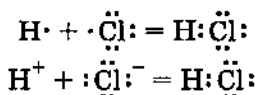
19-47. Какой радиус — катиона или аниона — больше у солей хлорида натрия NaCl и фторида лития LiF?

19-48. Учитывая положение элементов в периодической системе, объясните, почему некоторые из частиц, формулы которых изображены ниже, несут заряд, а другие лишены его:



19-49. Чем отличаются по характеру связи водород — элемент молекулы NaH, HCl? Ответ обоснуйте.

19-50. Изложите словами следующие уравнения и укажите, в чем их отличие по химическому смыслу:



19-51. Назовите благородные газы, которые изоэлектронны с ионами  $\text{Na}^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

19-52. Одна из полиметаллических руд имеет следующий состав: цинка — 30%, свинца — 18%, серебра — 0,003%, меди — 1,5%. Эти металлы в руде находятся в виде соединений с серой, в которых цинк и свинец двухвалентны, а медь и серебро одновалентны. Вычислите массовую долю (в %) каждого из сернистых соединений в данном образце руды. Как из нее получить металлы в чистом виде?

19-53. Может ли в какой-либо реакции действовать в качестве окислителя: а) атом кислорода; б) хлорид-ион; в) атом цинка; г) ион цинка? Почему?

19-54. Может ли в какой-либо реакции действовать в качестве восстановителя: а) атом кислорода; б) ион кислорода; в) атом калия; г) ион калия? Почему?

19-55. Укажите, могут ли служить окислителями или восстановителями частицы, формулы которых  $\text{Na}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ .

19-56. Правильно ли утверждение, что способность вещества выполнять в реакции роль восстановителя соответствует его свойству окисляться? Ответ проиллюстрируйте примером.

19-57. При восстановлении хрома из оксида хрома  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  алюминотермическим путем к оксиду хрома для более энергичного протекания реакции добавляется некоторое количество более богатого кислородом соединения хрома — дихромата калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (хромпик). Напишите уравнение реакции восстановления алюминием хромпика.

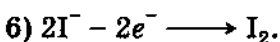
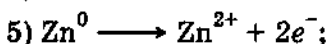
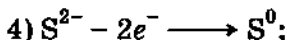
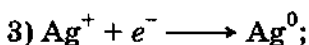
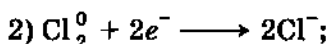
19-58. Цинк при нагревании с сернистым газом образует сульфид и оксид цинка. Составьте уравнение этой реакции и укажите, к какому типу она относится.



19-59. Будет ли растворяться медь в разбавленной серной кислоте, если через последнюю продувать: а) азот; б) кислород? Ответ поясните.

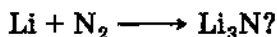
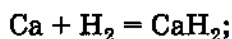
19-60. Может ли оксид меди(I)  $\text{Cu}_2\text{O}$  служить в реакции: а) окислителем; б) восстановителем?

19-61. Приведите примеры реакций, схематически изображенных следующим образом:



19-62. При добавлении нитрата серебра к раствору бертолетовой соли осадок в пробирке не выпадает, но он появляется, если прибавить в пробирку несколько капель сернистой кислоты. Объясните весь ход этого наблюдения, приведя соответствующие уравнения реакций. Как, не прибегая к каким-либо реактивам, вы подтвердите свой вывод о составе выпавшего осадка?

19-63. Можно ли назвать следующие превращения окислительно-восстановительным присоединением:



Ответ обоснуйте.

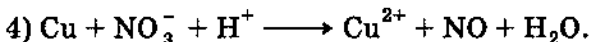
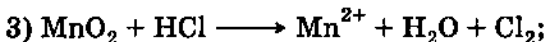
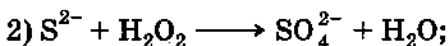
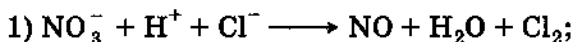
19-64. Назовите: а) газообразные и б) жидкие при обычных условиях простые вещества и укажите положение в периодической системе элементов каждой из этих групп веществ.

19-65. Если раствор соли: а) натрия, б) магния, в) кальция, г) стронция, д) бария окрашен, то чем обусловлена окраска — катионом или анионом?

19-66. Назовите 3—4 окрашенных простых вещества, образующие со щелочными металлами бесцветные соедине-

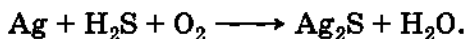
ния. Есть ли среди последних соединения, подверженные гидролизу?

19-67. Видоизмените следующие схемы в молекулярные уравнения реакций:



19-68. Известен следующий метод выделения серебра из низкопробных медно-серебряных сплавов. В реактор загружают измельченный сплав, раствор серной кислоты и при 40—50 °С постепенно добавляют раствор пероксида водорода. Содержимое реактора подается на фильтр. Что остается на фильтре и что содержится в фильтрате?

19-69. Как известно, серебряные изделия на воздухе, содержащем следы сероводорода, постепенно темнеют. Это обусловлено процессом, протекающим по схеме:



Преобразуйте эту схему в уравнение реакции и укажите, к какому типу она относится.

19-70. По способности отдавать протон перечисленные ниже соединения могут быть расположены в ряд:  $\text{HClO}_4 > \text{HCl} > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{HPO}_4^{2-}$ . Исходя из этого, составьте ряд соответствующих кислотных остатков по их способности присоединять протон.

19-71. Имеются три пробирки с образцами нитрата серебра, карбоната серебра, оксида серебра. Можно ли, располагая только водой и азотной кислотой, определить содержимое каждой из пробирок? Ответ обоснуйте.

19-72. Серебро не растворяется в царской водке вследствие того, что на его поверхности образуется пленка из соли. Какова формула этой соли?

19-73. Приведите примеры, доказывающие способность ионов некоторых металлов играть роль как окислителя, так и восстановителя.

**19-74.** Чтобы отличить калий от натрия, иногда поступают так: небольшой кусочек металла нагревают в пробирке с несколькими миллилитрами жидкости, имеющей определенную температуру кипения, и наблюдают, плавится ли металл. Назовите жидкости, которые, по вашему мнению, могут быть пригодны для этой цели.

**19-75.** Металлы А и В принадлежат к одним и тем же периоду и группе периодической системы элементов. При добавлении раствора любой соли металла А к раствору серной кислоты получается нерастворимый в кислотах осадок. Металл В не растворяется в соляной кислоте, его оксид не реагирует с водой и разлагается при нагревании. Назовите металлы.

**19-76.** Металлы А и В принадлежат к одним и тем же периоду и группе периодической системы элементов. При добавлении раствора любой соли металла А к раствору серной кислоты получается осадок. Металл В растворяется в соляной кислоте. Его оксид — коричневого цвета, не реагирует с водой и не разлагается при нагревании. Назовите оба металла.

**19-77.** Из каждых 2 моль дихромата калия при прокаливании образуются 48 г кислорода и 1 моль оксида хрома(III). Составьте на основании этих данных уравнение реакции и укажите, весь ли хром дихромата при этом восстанавливается.

**19-78.** Дихромат аммония при нагревании до 200 °С разлагается с образованием оксида хрома(III), азота и воды. Составьте уравнение этой реакции и укажите, к какому типу превращений она относится.

**19-79.** На основании помещенного ниже описания решите, о каком элементе идет речь. Металл не растворяется в разбавленных соляной и серной кислотах, но его можно растворить в концентрированной азотной кислоте, при этом выделяется оксид азота NO. При добавлении к полученному раствору избытка щелочи осаждается оксид металла (одновалентного). Назовите этот металл, если известно, что при нагревании 2,32 г оксида образуется 2,16 г металла. Приведите уравнения описанных реакций.

**19-80.** Растворится ли целиком образец сплава алюминия с магнием, если его обработать избытком щелочи, избытком соляной кислоты?

**19-81.** Сплав меди с алюминием массой 1,000 г обработали избытком раствора щелочи, остаток отфильтровали, промыли, растворили в азотной кислоте, раствор выпарили, остаток прокалили. Нового остатка получилось 0,398 г. Каков состав сплава?

**19-82.** Почему безводный хлорид алюминия «дымит» на воздухе?

**19-83.** Даны химические элементы А, В и С. Соединение А с В не изменяет окраски раствора фиолетового лакмуса, как и одно из соединений А с С состава АС (обозначим это соединение через D). Соединение всех трех элементов Е представляет собой жидкость, не растворяющую алюминия, но растворяющую медь. Определите А, В, С, D и Е. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

**19-84.** При растворении алюминия в водном растворе гидроксида натрия из 1 моль алюминия получается 33,6 л водорода и алюминат состава  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ . Составьте, исходя из этих данных, уравнение указанной реакции.

**19-85.** Какова массовая доля железа в феррохроме, в котором на каждые три атома хрома приходится один атом железа?

**19-86.** К раствору, содержащему хлорид алюминия и хлорид железа(III), добавлен большой избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали. Какое вещество выпало в осадок и что осталось в растворе?

**19-87.** Линейный полимер углерода — карбин, содержащий двойные или тройные связи. Изобразите участок цепи этого полимера с двойными или чередующимися тройными и простыми (одинарными) связями.

**19-88.** Обозначив газообразный углеводород через  $\text{C}_x\text{H}_y$ , напишите в алгебраическом виде уравнения реакций полного сгорания углеводородов, выразив коэффициенты через  $x$  и  $y$ , и найдите формулы всех углеводородов, отвечающих условиям: а) суммарный объем газообразных продук-

тов горения равен объему исходных газов<sup>\*</sup>; б) объем затраченного кислорода втрое больше объема сгоревшего газа; в) объем затраченного кислорода в 2,5 раза больше, чем объем сгоревшего газа; г) объем затраченного кислорода в четыре раза больше объема сгоревшего газа; д) объем полученного углекислого газа в два раза больше объема сгоревшего углеводорода. Существует ли углеводород, при сгорании которого получается объем оксида углерода(IV), равный объему израсходованного кислорода? Ответы выразите в виде структурных формул. Постарайтесь предусмотреть все изомеры, отвечающие теории.

**19-89.** Каковы размеры углов между связями  $\text{H}-\text{C}-\text{H}$  в метане,  $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$  в тетрахлорметане и  $\text{C}-\text{C}-\text{C}$  в циклопропане?

**19-90.** В колбу с обратным холодильником, препятствующим улетучиванию веществ, ввели бромэтан и избыток водного раствора щелочи. Как будет изменяться внешний вид содержимого колбы по мере кипячения смеси до момента окончания реакции? Напишите уравнение реакции.

**19-91.** Углеводород реагирует с бромом, образуя продукт присоединения с плотностью по водороду 94. Напишите формулу этого углеводорода.

**19-92.** Определите минимальные значения относительных молекулярных масс, которые могут иметь продукты присоединения брома к этиленовым и ацетиленовым углеводородам.

**19-93.** Назовите класс соединений, молекулы которых построены из звеньев  $\text{CH}_2$ . Составьте формулу подобного соединения, содержащего минимальное количество таких групп.

**19-94.** Простейшая формула соединения —  $\text{CH}_3\text{O}$ . Молекула его симметрична. При взаимодействии 0,1 моль этого соединения с натрием выделяется 2,24 л водорода. Выведите структурную формулу этого соединения.

---

<sup>\*</sup> Во всех рассматриваемых в задаче случаях принимается, что вода находится в парообразном состоянии и измерения объемов производятся в одинаковых условиях.

**19-95.** Назовите те полимеры, в которых связи между структурными звеньями осуществляются атомами разных элементов.

**19-96.** Какова должна быть массовая доля хлора в продукте присоединения хлороводорода к полиизопрену?

**19-97.** Напишите возможные структурные схемы сополимеризации этилена с пропиленом.

**19-98.** Если линейный полимер образуется в результате поликонденсации, то сколько функциональных групп должно быть в молекулах мономеров?

**19-99.** Как известно, многие резиновые изделия при хранении портятся — трескаются и теряют эластичность. Какие процессы приводят к этому? В каких условиях можно было бы наилучшим образом сохранить резиновые изделия?

**19-100.** Назовите известные вам полимеры, содержащие галоген, и укажите, какой из них химически наиболее инертен.

**19-101.** Какие явления могут наблюдаться при постепенном нагревании полимера до относительно высокой температуры?

**19-102.** Чтобы отличить изомерные диметилбензолы (ксилолы), можно воспользоваться правилом, согласно которому при введении в ядро третьего заместителя (галогена, нитрогруппы и т. д.) из 1,2-диметилбензола получаются два изомерных вещества, из 1,3-диметилбензола — три изомерных вещества, а из 1,4-диметилбензола — только одно вещество. Докажите это путем использования структурных формул.

**19-103.** Имеется два соединения:  $C_7H_6O_2$  и  $C_7H_{12}O_2$ . Они включают шестичленный цикл, одну одинаковую функциональную группу атомов и растворимые в растворе щелочи. Напишите структурные формулы этих соединений и укажите, как из первого получить второе, а из второго — первое.

**19-104.** В настоящее время известно соединение 1,2-дегидробензол. Напишите его формулу строения.

**19-105.** Раствор 1 моль метилата натрия в сухом метаноле смешали в колбе с 1 моль фенола и смесь подвергли перегонке. Какое вещество соберется в приемнике и что останется в колбе после того, как перегонка будет завершена?

**19-106.** Сколько молей кислорода  $O_2$  расходуется на образование пропионовой кислоты из 1 моль пропилового спирта?

**19-107.** Какой из фрагментов связей в молекуле: а)  $CH_3Cl$ , б)  $CH_3Li$  обеднен электронами и какой обогащен ими?

**19-108.** При действии гидрокарбоната натрия на раствор смеси монокарбоновой кислоты и одноатомного спирта (в ацетоне) получилось 1,2 л газа, а при действии металлического натрия на такую же порцию этой смеси (в бензоле) 3,36 л газа. Считая, что в обычных условиях реакция прошла до конца, найдите молярное отношение компонентов во взятой смеси.

**19-109.** При окислении этиленгликоля получилось соединение состава  $C_2H_4O_3$ , содержащее две функциональные группы. Составьте формулу строения этого соединения и приведите уравнения реакций, в которые оно способно вступить.

**19-110.** При действии хлороводорода на некоторый углеводород получили хлорпроизводное, которое нагревали с водным раствором щелочи. Полученное соединение действием уксусного ангидрида превратили в новое производное состава:  $C - 54,5\%$ ,  $H - 9,1\%$ ,  $O - 36,4\%$  с минимальной для данного состава относительной молекулярной массой. Найдите формулы упомянутых соединений и назовите все превращения, приведшие к конечному продукту.

**19-111.** При действии хлора на углеводород получилось хлорпроизводное. Полученное соединение нагревалось с раствором щелочи. Из этого соединения действием уксусного ангидрида было получено новое производное состава:

C — 48,7%, H — 8,1%, O — 43,2% с минимальной для данного состава относительной молекулярной массой. Назовите формулы упомянутых соединений и назовите все превращения, приводящие к указанному производному.

19-112. Вещество анизол  $C_7H_8O$  является производным углеводорода, относящегося к ряду с общей формулой  $C_nH_{2n-6}$ . Оно нерастворимо в воде и растворе щелочи. Выведите формулы строения анизола и четырех его изомеров, из которых один растворим в щелочи, а другие нерастворимы в ней.

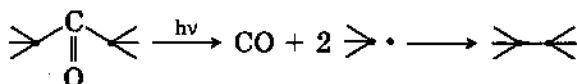
19-113. Имеется 1 моль соединения, включающего гидроксильную и карбоксильную группы. Какой объем газа получится при действии на это соединение: а) металлического натрия; б) гидрокарбоната натрия?

19-114. Взяты две одинаковые по массе порции уксусной кислоты, и на одну из них воздействовали металлическим натрием, а на другую — раствором гидрокарбоната натрия. Одинаковые ли объемы газов при этом получатся?

19-115. К раствору, содержащему по 1 моль уксусной и хлоруксусной кислот, добавили 1 моль гидрокарбоната натрия и затем выпарили досуха. Какое вещество будет в остатке? Ответ поясните уравнением реакции.

19-116. Соединение глиоксаль  $C_2H_2O_2$  при окислении дает щавелевую кислоту, а при восстановлении — этиленгликоль. Выведите по этим данным формулу строения глиоксаля.

19-117. Схематически реакцию, происходящую при действии ультрафиолетового света на кетон, можно изобразить так:



Напишите ее в более полном виде, обозначив атомы углерода и водорода, назовите конечный продукт (см. задачу 18-23).

19-118. Молекула кислородсодержащего органического соединения имеет два активных (замещаемых натрием) атома водорода, из которых один со щелочью образует во-



ду. Выведите формулу строения этого соединения, зная, что его относительная молекулярная масса равна 76.

**19-119.** К 1 моль винной кислоты  $\text{HOOC}-(\text{CHON})_2-\text{COOH}$  добавили 1 моль раствора гидроксида калия, в результате чего выпал осадок, который растворился при добавлении еще 1 моль гидроксида калия. Каков состав осадка и растворимого продукта реакции со щелочью?

**19-120.** В каком отношении сходны действие света на бромид серебра и действие муравьиного альдегида на аммиачный раствор оксида серебра? Напишите уравнения реакций.

**19-121.** Некоторая двухосновная кислота имеет следующий (в % по массе) состав: С — 34,6, Н — 3,9, О — 61,5. Найдите по этим данным молекулярную формулу кислоты.

**19-122.** Диметиловый эфир при нагревании распадается с образованием метана, оксида углерода(II) и водорода. Составьте уравнение реакции.

**19-123.** Напишите уравнения реакций, происходящих при действии бромной воды на этилен, последующем кипячении образовавшегося продукта с раствором щелочи и затем при нагревании нового продукта с уксусной кислотой в присутствии каталитических количеств серной кислоты. Укажите названия промежуточных и конечных органических веществ.

**19-124.** Что прежде всего будет собираться в приемнике, если в колбе с нисходящим холодильником нагревать смесь метилового спирта, муравьиной кислоты и воды?

**19-125.** Расположите в ряд по увеличению основности: аммиак, дифениламин, трифениламин, анилин, диметилфениламин.

**19-126.** При действии щелочи на соль состава  $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$  выделился аммиак и получилась соль состава  $\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2\text{Na}$ . Напишите формулы строения исходной и конечной соли, а также соединения, образующегося при действии избытка соляной кислоты на соль натрия.

**19-127.** Соединение состава  $\text{C}_7\text{H}_9\text{NO}_2$  является производным углеводорода, относящегося к ряду с общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ . При действии на него гидроксида натрия выделя-

ется аммиак и образуется соединение состава  $C_6H_5COONa$ . Выведите формулу строения исходного соединения.

**19-128.** Гидрированием анилина можно получить циклогексиламин. Укажите, к какому из соединений — анилину или циклогексиламину — будет присоединяться хлороводород  $HCl$ , если в раствор, содержащий по 1 моль этих аминов, добавить 1 моль галогеноводорода.

**19-129.** 1 моль соединения состава:  $C$  — 48,6%,  $H$  — 8,1%,  $O$  — 43,3% образует при нагревании с раствором гидрокарбоната натрия 1 моль оксида углерода(IV). Какова структурная формула этого соединения?

**19-130.** На рисунке 21 изображены части прибора, которые можно использовать: а) для омыления этилового эфира пропионовой кислоты; б) для разделения образовавшихся продуктов. Нарисуйте приборы, необходимые для первой и второй операций. Заптрихованные части деталей, так называемые нормальные шлифы (НШ), помеченные одинаковым числовым индексом, герметически соединяются без пробок.

**19-131.** Какую формулу имеют два изомерных однокислотных амина следующего состава:  $C$  — 61,02%,  $H$  — 15,26%,  $N$  — 23,72%?

**19-132.** В природе встречается соединение путресцин состава  $C_4H_{12}N_2$ , в молекуле которого две аминогруппы замыкают концы неразветвленной цепи углеродных атомов. Напишите формулы строения путресцина и двух солей, которые он может дать при взаимодействии с соляной кислотой.

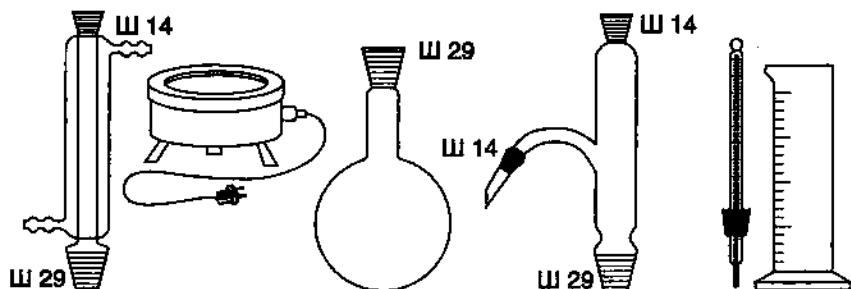


Рис. 21

**19-133.** Какие из перечисленных ниже соединений при хранении в плохо закупоренных сосудах будут: а) увеличиваться в массе; б) уменьшаться в массе: оксид натрия, концентрированная серная кислота, карбонат аммония, метанол, диэтиловый эфир, бромэтан, гидроксид калия, безводный сульфат меди, оксид фосфора(V), оксид бария? Ответ обоснуйте.

**19-134.** Какие из внешне наблюдаемых явлений — образование раствора, возникновение двухслойной жидкой смеси, ощутимое выделение теплоты, образование осадка — будут наблюдаться при осторожном смешивании попарно следующих соединений, формулы которых  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (концентрированный раствор),  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ? В каких случаях будет происходить реакция, ведущая к возникновению новых соединений? Ответ там, где необходимо, подтвердите уравнениями реакций.

**19-135.** С какими соединениями будет реагировать бром при добавлении его по каплям: а) к водному раствору сернистого газа; б) к водному раствору гидроксида калия; в) к бензолу; г) к симметричному тетрахлорэтану; д) к раствору иодида калия? По каким внешним признакам можно судить о протекании реакции?

**19-136.** Даны известняк, уголь и вода. Требуется, не расходуя никаких других материалов (кроме названных трех), получить не менее девяти новых веществ, в том числе растворимую в воде соль и три горючих газа. Напишите уравнения реакций и укажите кратко условия их протекания.

**19-137.** Какие из нижеследующих превращений являются обратимыми?

| Исходные соединения      |                                 | Образующиеся соединения              |                      |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| $\text{NH}_4\text{OH}$   | $\text{HCl}$                    | $\text{NH}_4\text{Cl}$               | $\text{H}_2\text{O}$ |
| $\text{CH}_3\text{COOH}$ | $\text{NaOH}$                   | $\text{CH}_3\text{COONa}$            | $\text{H}_2\text{O}$ |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$   | $\text{NaOH}$                   | $\text{NH}_3\text{NaCl}$             | $\text{H}_2\text{O}$ |
| $\text{Na}_2\text{S}$    | $\text{HCl}$                    | $\text{NaCl}$                        | $\text{H}_2\text{S}$ |
| $\text{CH}_3\text{COOH}$ | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ | $\text{H}_2\text{O}$ |

**19-138.** Соединение состава  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  может быть получено присоединением метанола к ацетилену, его молекула спо-

собна присоединять молекулу брома. Выведите структурную формулу соединения и укажите его изомеры.

**19-139.** Какая связь в молекуле ацетилен прочнее — между атомами углерода или между атомами углерода и водорода?

**19-140.** Какие из перечисленных ниже газов не могут одновременно присутствовать в газовой смеси при обычных условиях без того, чтобы между ними не происходила заметная химическая реакция: а) водород и кислород; б) оксид азота(II) и кислород; в) аммиак и метан; г) аммиак и сероводород; д) аммиак и кислород; е) оксид серы(IV) и пары воды; ж) иодоводород и хлор; з) метиламин и хлороводород? Напишите уравнения реакций.

**19-141.** Какие из перечисленных ниже газов: хлороводород, сероводород, кислород, хлор, аммиак, углекислый газ, сернистый газ, метан, этилен — будут реагировать при пропускании через концентрированные растворы: а) гидроксида натрия; б) карбоната натрия; в) гидрокарбоната натрия; г) сульфата аммония; д) нитрата свинца? Напишите уравнения реакций.

**19-142.** Гидрид алюминия способен присоединять этилен с образованием триалкилалюминия. Составьте уравнение этой реакции и формулу строения последнего.

**19-143.** К какому типу реакций относится образование нуклеотидов из нуклеиновых кислот?

**19-144.** Какой из гетероциклов содержит наибольшую массовую долю азота: пиридин, пурин или пиримидин?

**19-145.** При гидролизе 10,000 г РНК с относительной молекулярной массой 4355 получили 10,496 г нуклеотидов. Какое число нуклеотидов входит в состав молекулы этой рибонуклеиновой кислоты?

# Примеры решения типовых расчетных задач\*



## ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ

*Вычисление относительной молекулярной ( $M_r$ ) и молярной ( $M$ ) масс вещества*

Алгоритм решения (№ 1)

Условие задачи

1. Составьте краткую запись условия задачи:

Дано: химическая формула вещества...

Найти:  $M_r$  — ?  $M$  — ?

2. Найдите относительные атомные массы ( $A_r$ ) элементов, входящих в химическую формулу, по таблице «Периодическая система элементов» (см. приложения. с. 254—255)

3. Вычислите сумму  $A_r$  элементов с учетом числа их атомов в химической формуле (число атомов элементов указано индексами в формуле вещества):

$M_r$  (вещества) равна сумме  $A_r$  всех атомов

4. Запишите значение молярной массы вещества:

$M$  (вещества) равна по абсолютной величине  $M_r$  (вещества)

\* Решения типовых расчетных задач и алгоритмы выполнены  
Г. Л. Сморгонской-Расуловой.

**Пример.** Вычислите относительную молекулярную и молярную массы медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

1. Дано: химическая формула  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Найти:  $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - ?$

$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - ?$

2.  $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{Cu}) + A_r(\text{S}) + 4A_r(\text{O}) + 5(2A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}))$ .

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 250.$$

$$3. M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

Ответ.  $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$ ;  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$

**Вычисление отношения масс элементов и массовых долей элементов в сложном веществе**

Алгоритм решения (№ 2)

1. Составьте краткую запись условия задачи:

Дано: химическая формула вещества...

Найти: ... ?

2. Запишите количество каждого элемента в веществе, исходя из его химической формулы (индексы в хим. формуле соответствуют количествам элементов)

3. Вычислите массы элементов по формуле:

$$m(\text{эл-та}) = \nu(\text{эл-та}) \cdot M(\text{эл-та})$$

4. Вычислите отношение масс элементов

5. Вычислите массу 1 моль вещества:

$$m(1 \text{ моль вещества}) = \text{сумме масс элементов}$$

6. Вычислите массовые доли (%) элементов:

$$\omega(\text{эл-та}) = \frac{m(\text{эл-та})}{m(\text{вещества})} \cdot 100\%$$

**Пример.** Вычислите отношение масс элементов и массовую долю (в %) серы в серной кислоте.

1. Дано: химическая формула  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Найти: 1)  $m(\text{H}) : m(\text{S}) : m(\text{O})$  — ?

2)  $\omega(\text{S})$ , % — ?

2. Из формулы  $\text{H}_2\text{SO}_4$  следует:

$\nu(\text{H}) = 2$  моль;  $\nu(\text{S}) = 1$  моль;  $\nu(\text{O}) = 4$  моль.

3.  $m(\text{H}) = 2 \text{ моль} \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 2 \text{ г};$

$m(\text{S}) = 1 \text{ моль} \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 32 \text{ г};$

$m(\text{O}) = 4 \text{ моль} \cdot 16 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 64 \text{ г}.$

4.  $m(\text{H}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = 2 : 32 : 64 = 1 : 16 : 32.$

5.  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}) + m(\text{S}) + m(\text{O}).$

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ г} + 32 \text{ г} + 64 \text{ г} = 98 \text{ г}.$

6.  $\omega(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{m(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot 100\%; \omega(\text{S}) = \frac{32}{98} \cdot 100\% = 32,65\%.$

О т в е т.  $m(\text{H}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = 1 : 16 : 32; \omega(\text{S}) = 32,65\%.$

**Нахождение простейшей химической формулы вещества по массовым долям элементов**

**Алгоритм решения (№ 3)**

Условие задачи

1. Составьте краткую запись условия задачи

2. Запишите отношение масс элементов, если известно, что отношение масс элементов равно отношению их массовых долей:

$m_1(\text{эл-та}) : m_2(\text{эл-та}) : \dots = \omega_1(\text{эл-та}) : \omega_2(\text{эл-та}) : \dots$

3. Вычислите количество элементов по формуле:

$$\nu(\text{эл-та}) = \frac{m(\text{эл-та})}{M(\text{эл-та})}$$

4. а) Запишите отношение количеств элементов;  
б) выразите это отношение целыми числами

5. Составьте химическую формулу. (Индексами в ней будут найденные целые числа.)

**Пример.** Выведите химическую формулу оксида азота, элементный состав которого: N — 36,87%, O — 63,16%.

1. Дано:  $\omega(\text{N}) = 36,87\%$ ;  $\omega(\text{O}) = 63,16\%$

Найти:  $\text{N}_x\text{O}_y$  — ?

2.  $m(\text{N}) : m(\text{O}) = \omega(\text{N}) : \omega(\text{O})$ , следовательно,  
 $m(\text{N}) : m(\text{O}) = 36,87 : 63,16$ .

3.  $\nu(\text{N}) = \frac{36,87}{14} = 2,63$  моль;  $\nu(\text{O}) = \frac{63,16}{16} = 3,94$  моль.

4. а)  $\nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 2,63 : 3,94$  или

б)  $\nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 1 : 1,5 = 2 : 3$ .

5. В формуле  $\text{N}_x\text{O}_y$  индекс  $x = 2$ , индекс  $y = 3$ , следовательно, формула оксида азота —  $\text{N}_2\text{O}_3$ .

О т в е т. Формула  $\text{N}_2\text{O}_3$ .

*Вычисление по химическим формулам с использованием понятия моль — количество вещества*

А л г о р и т м р е ш е н и я (№ 4)

1. Составьте краткую запись условия задачи

2. На основании приложения 4 (с. 259) выведем расчетные формулы:

$$1) M = \frac{m}{\nu}; \text{ а) } m = \nu \cdot M; \text{ б) } \nu = \frac{m}{M}$$

$$2) V_M = \frac{V_{(\text{газа})}}{\nu}; \text{ в) } V_{\text{газа}} = \nu \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}};$$

$$\text{ г) } \nu = \frac{V_{(\text{газа})}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}}$$

Из формул б) и г) следует:

$$3) \frac{V_{(\text{газа})}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = \frac{m_{(\text{газа})}}{M_{(\text{газа})}}$$

3. Вычислите значение требуемой величины (п. 1), используя одну из выведенных формул (п. 2).



**Пример 1.** Вычислите, какое количество вещества соответствует 49 г серной кислоты.

$$1. \left| \begin{array}{l} \text{Дано: } m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 49 \text{ г} \\ \text{Найти: } \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) - ? \end{array} \right|$$

$$2-3. \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)};$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{49 \text{ г}}{(2 + 32 + 4 \cdot 16) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,5 \text{ моль.}$$

О т в е т.  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль.}$

**Пример 2.** Вычислите, какой объем (при н. у.) занимает углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) массой 2,2 г.

$$1. \left| \begin{array}{l} \text{Дано: } m(\text{CO}_2) = 2,2 \text{ г} \\ \text{Найти: } V(\text{CO}_2) - ? \end{array} \right|$$

$$2-3. \frac{V(\text{CO}_2)}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)};$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} \cdot 2,2 \text{ г}}{(12 + 2 \cdot 16) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 1,12 \text{ л.}$$

О т в е т.  $V(\text{CO}_2) = 1,12 \text{ л.}$

**Вычисления по теме «Приготовление растворов с определенной массовой долей растворенного вещества»**

**А л г о р и т м р е ш е н и я (№ 5)**

1. Составьте краткую запись условия задачи

2. Вспомните о взаимосвязи величин:

а)  $m(\text{раствора}) = m(\text{растворителя}) + m(\text{вещества})$

б)  $\omega(\text{вещества})\% = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$

3. Выполните необходимые расчеты, используя приведенные формулы (п. 2).

**Пример 1.** В 47,5 г спирта растворили 2,5 г иода. Вычислите, какова массовая доля иода в приготовленном растворе.

|  |
|--|
| 1. Дано: $m(\text{спирта}) = 47,5 \text{ г};$<br>$m(\text{I}_2) = 2,5 \text{ г}$ |
| Найти: $\omega(\text{I}_2), \% — ?$  |

2—3. 1) Какова масса раствора?

$$m(\text{раствора}) = m(\text{спирта}) + m(\text{вещества})$$

$$m(\text{раствора}) = 47,5 \text{ г} + 2,5 \text{ г} = 50 \text{ г}.$$

2) Какова массовая доля иода в растворе?

$$\omega(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%; \quad \omega(\text{I}_2) = \frac{2,5 \text{ г}}{50 \text{ г}} \cdot 100\% = 5\%.$$

О т в е т.  $\omega(\text{I}_2) = 5\%.$

**Пример 2.** Вычислите, сколько граммов соли хлорида натрия и воды потребуется для приготовления 150 г раствора с массовой долей соли 12%.

|  |
|--|
| 1. Дано: $m(\text{раствора}) = 150 \text{ г};$<br>$\omega(\text{NaCl}) = 12\%$ |
| Найти: $m(\text{NaCl}) — ?;$<br>$m(\text{H}_2\text{O}) — ?$                    |

2—3. 1) Какова масса соли в растворе?

Из формулы б) (п. 2) следует:

$$m(\text{NaCl}) = \frac{\omega(\text{NaCl}) \cdot m(\text{раствора})}{100};$$

$$m(\text{NaCl}) = \frac{12\% \cdot 150 \text{ г}}{100\%} = 18 \text{ г}.$$

2) Какова масса воды?

Из формулы а) следует:  $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{раствора}) - m(\text{NaCl});$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ г} - 18 \text{ г} = 132 \text{ г}.$$

О т в е т.  $m(\text{NaCl}) = 18 \text{ г}; m(\text{H}_2\text{O}) = 132 \text{ г}.$

**Вычисление  
относительной плотности  
газов**

**Алгоритм решения (№ 6)**

|  |   |
|--|---|
| 1. Составьте краткую запись условия задачи | 2. Из определения понятия «относительная плотность газов» следует:<br>$1) D_{(\text{газ}_2)}^{(\text{газ}_1)} = \frac{M_r(\text{газ}_1)}{M_r(\text{газ}_2)};$ $2) D_{(\text{H}_2)}^{(\text{газ})} = \frac{M_r(\text{газ})}{M_r(\text{H}_2)} = \frac{M_r(\text{газ})}{2}.$ $3) D_{(\text{воздух})}^{(\text{газ})} = \frac{M_r(\text{газ})}{M_r(\text{воздух})} = \frac{M_r(\text{газ})}{29}$ |
|--|---|



3. Выполните необходимые расчеты, используя одну из формул, приведенных в пункте 2.

**Пример.** Вычислите относительную плотность оксида углерода(IV): 1) по водороду; 2) по воздуху.

1. Дано: химическая формула вещества  $\text{CO}_2$   
Найти:  $D_{(\text{H}_2)}^{(\text{CO}_2)}$  — ?;  $D_{(\text{воздух})}^{(\text{CO}_2)}$  — ?

2—3. 1)  $D_{(\text{H}_2)}^{(\text{CO}_2)} = \frac{M_r(\text{CO}_2)}{M_r(\text{H}_2)};$

$$D_{(\text{H}_2)}^{(\text{CO}_2)} = \frac{(12 + 16 \cdot 2)}{2} = 22.$$

2)  $D_{(\text{воздух})}^{(\text{CO}_2)} = \frac{M_r(\text{CO}_2)}{M_r(\text{воздух})};$

$$D_{(\text{воздух})}^{(\text{CO}_2)} = \frac{(12 + 16 \cdot 2)}{29} = 1,52.$$

О т в е т.  $D_{(\text{H}_2)}^{(\text{CO}_2)} = 22$ ;  $D_{(\text{воздух})}^{(\text{CO}_2)} = 1,52.$

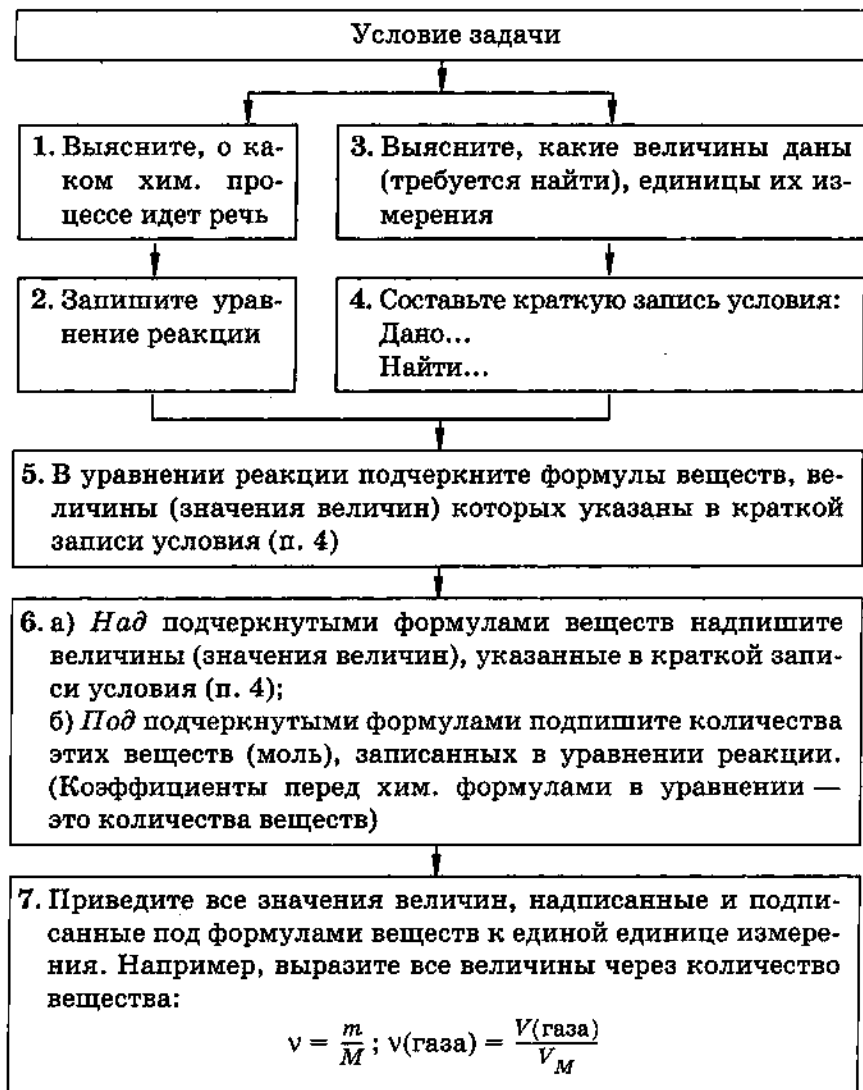
## ВЫЧИСЛЕНИЯ

### ПО УРАВНЕНИЯМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

*Вычисление количества (массы)*

*продукта реакции по известному количеству (массе)  
одного из вступивших в реакцию веществ*

Алгоритм решения (№ 7)



8. Установите логическую связь: а) между величинами (значениями величин), надписанными над формулами («по условию задачи»); б) между величинами (значениями величин), подписанными под этими формулами («по уравнению реакции»)

9. Составьте пропорцию на основании пункта 8. Рассчитайте значение неизвестной величины

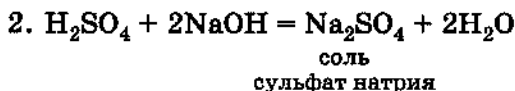
10. Выразите найденное значение величины в той единице, которая требуется в условии задачи (п. 4)

11. Запишите ответ: ...

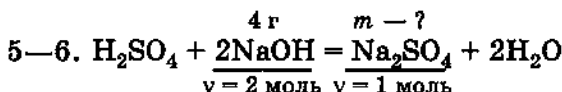
**Примечание.** К каждому действию, начиная с пункта 7, записывайте вопросы.

**Пример.** На нейтрализацию раствора серной кислоты потребовался раствор, содержащий 4 г гидроксида натрия. Какова масса образовавшейся соли?

1. Серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) вступает в реакцию с гидроксидом натрия. Образуется соль.



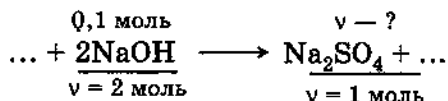
$$3-4. \left| \begin{array}{l} \text{Дано: } m(\text{NaOH}) = 4 \text{ г} \\ \text{Найти: } m(\text{Na}_2\text{SO}_4) - ? \end{array} \right.$$



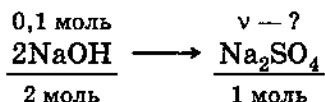
7. Какое количество вещества составляют 4 г гидроксида натрия?

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{4 \text{ г}}{(23 + 16 + 1) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,1 \text{ моль}$$

Следовательно, можно записать:



8. Какое количество вещества соли ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) образуется, если в реакцию вступает 0,1 моль гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ )?



По условию задачи: из 0,1 моль ( $\text{NaOH}$ ) образуется  $\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ .

По уравнению реакции: из 2 моль ( $\text{NaOH}$ ) образуется 1 моль ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

$$9. \frac{0,1 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = \frac{\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{1 \text{ моль}}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 1 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 0,05 \text{ моль}.$$

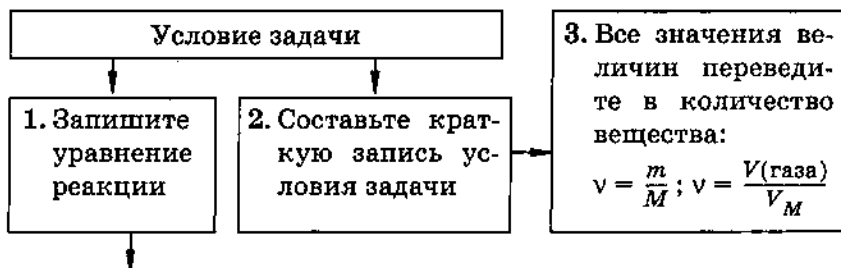
10. Какова масса 0,05 моль сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )?

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ моль} \cdot (2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16) \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 7,1 \text{ г}.$$

11. Ответ.  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 7,1 \text{ г}.$

**Определение вещества и его массы (объема), оставшегося после реакции непрореагировавшим**

**Алгоритм решения (№ 8)**



4. Выпишите фрагмент уравнения: «Сореагенты вступают в реакцию» — левую часть уравнения реакции. (Не забудьте о коэффициентах!)

5. 1) *Под* формулами сореагентов подпишите их количества веществ, указанных в уравнении (количества веществ — коэффициенты перед формулами сореагентов в уравнении);

2) *Над* формулами сореагентов надпишите их количества веществ, указанных в пункте 3 («по условию задачи»)

6. Запишите соотношение количеств веществ в расчете на одно и то же количество вещества одного из сореагентов:

а) по уравнению реакции:  $v(\text{вещества 1}) : v(\text{вещества 2}) = \dots$ ;

б) по условию задачи:  $v(\text{вещества 1}) : v(\text{вещества 2}) = \dots$

7. Сопоставьте соотношения а) и б).

Найдите, количество *какого* вещества в соотношении «по условию задачи» больше количества *этого же вещества* в соотношении «по уравнению реакции».

Найденное вещество не полностью вступает в реакцию, значит, вещество для реакции взято в избытке.

Второе вещество полностью вступает в реакцию

8. Какое количество вещества, взятого в избытке, вступает в реакцию?

1) Выпишите левую часть уравнения («сореагенты вступают в реакцию»).

2) *Под* формулами сореагентов подпишите их количества веществ, указанных в уравнении.

3) *Над* формулой сореагента, который полностью вступает в реакцию (см. п. 7), надпишите его количество вещества, указанное в условии задачи (п. 3).

4) Количество вещества второго сореагента рассчитайте, составив пропорцию

9. Какое количество вещества не вступило в реакцию (осталось после реакции)?

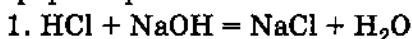
$\nu(\text{остаток вещества}) = \nu(\text{взято для реакции в избытке, см. п. 3, 7}) - \nu(\text{вступило в реакцию, см. п. 8})$

10. Количество вещества, не вступившего в реакцию, переведите в массу или объем в соответствии с условием задачи (п. 2), используя формулы:

$$m = M \cdot \nu; V(\text{газа}) = \nu \cdot V_M$$

11. Запишите ответ

**Пример.** Для нейтрализации раствора, содержащего 7,5 г хлороводорода, к раствору добавили 8 г гидроксида натрия. Определите, какое вещество останется после нейтрализации непрореагировавшим. Какова масса этого остатка?



2. Дано:  $m(\text{NaOH}) = 8 \text{ г}$

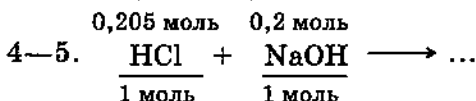
$m(\text{HCl}) = 7,5 \text{ г}$

Найти:  $m(\text{остатка}) = ?$

3. Дано:  $\nu(\text{NaOH}) = \frac{8 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$

$\nu(\text{HCl}) = \frac{7,5 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,205 \text{ моль}$

Найти:  $\nu(\text{остатка}) = ?$



6. а) По уравнению реакции  $\nu(\text{HCl}) : \nu(\text{NaOH}) = 1 : 1$ .

б) По условию задачи  $\nu(\text{HCl}) : \nu(\text{NaOH}) = 0,205 : 0,2 = 1,025 : 1$ .

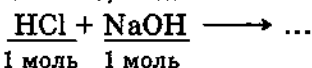
7. При сопоставлении двух выражений а) и б), п. 6 видно, что при одном и том же количестве вещества NaOH (1 моль) количество вещества HCl в записи «по условию задачи» (1,025 моль) больше, чем в записи «по уравнению реакции» (1 моль). Из этого следует, что HCl не полностью



вступает в реакцию; полностью вступает в реакцию NaOH,  $\nu(\text{NaOH}) = 0,2$  моль.

8. Какое количество вещества HCl вступило в реакцию с 0,2 моль NaOH?

$\nu = ?$  0,2 моль



$$\nu(\text{HCl}) = \frac{1 \text{ моль} \cdot 0,2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

9. Какое количество вещества HCl не вступило в реакцию?

$$0,205 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,005 \text{ моль}$$

(взято для (вступило  
реакции) в реакцию)

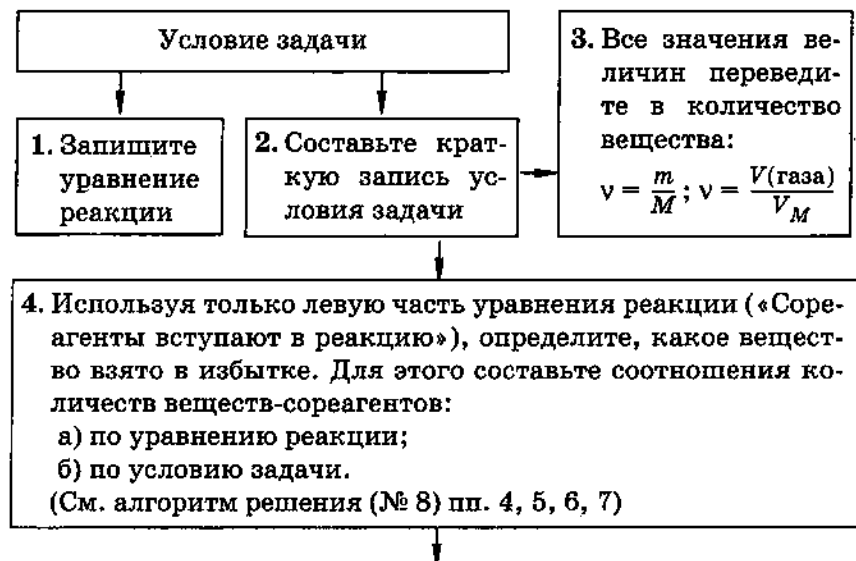
10. Какова масса 0,005 моль HCl?

$$m = \nu \cdot M = 0,005 \text{ моль} \cdot 36,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,1825 \text{ г.}$$

11. Ответ.  $m(\text{остатка HCl}) = 0,1825 \text{ г.}$

*Определение количества (массы, объема)  
продукта реакции, если один из реагентов  
взят для реакции в избытке*

Алгоритм решения (№ 9)



5. На основании пунктов 1, 3 и 4 составьте пропорцию между количествами веществ реагента, полностью вступившего в реакцию, и продукта реакции:

а) по уравнению реакции;

б) по условию задачи.

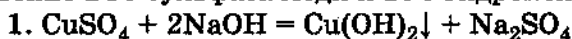
(См. алгоритм решения (№ 7) пп. 8, 9)

6. Составьте пропорцию, рассчитайте неизвестное значение величины количества вещества продукта реакции

7. Выразите найденное значение величины в той единице измерения, которая требуется в условии задачи (п. 2)

8. Запишите ответ

**Пример.** Рассчитайте массу гидроксида меди, образовавшегося при сливании двух растворов, содержащих соответственно 24 г сульфата меди и 16 г гидроксида натрия.



2. Дано:  $m(\text{CuSO}_4) = 24 \text{ г}$

$m(\text{NaOH}) = 16 \text{ г}$

Найти:  $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) - ?$

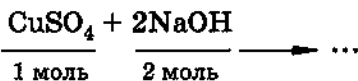
3. Дано:  $\nu(\text{CuSO}_4) = \frac{m}{M} = 0,15 \text{ моль}$

$\nu(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = 0,4 \text{ моль}$

Найти:  $\nu(\text{Cu}(\text{OH})_2) - ?$

4. Какое вещество взято в избытке (т. е. не полностью вступает в реакцию)?

По условию задачи: 0,15 моль    0,4 моль



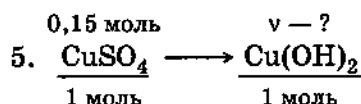
По уравнению:

а) По уравнению реакции:  $\nu(\text{CuSO}_4) : \nu(\text{NaOH}) = 1 : 2$ .

б) По условию задачи:  $\nu(\text{CuSO}_4) : \nu(\text{NaOH}) = 0,15 : 0,4 = 1 : 2,7$ . <http://kurokam.ru>

Из сопоставления двух выражений а) и б) следует, что NaOH не полностью вступает в реакцию.

$\text{CuSO}_4$  полностью вступает в реакцию.



По уравнению реакции: из 1 моль  $\text{CuSO}_4$  получается 1 моль  $\text{Cu(OH)}_2$ .

По условию задачи: из 0,15 моль  $\text{CuSO}_4$  получается  $\nu(\text{Cu(OH)}_2)$ .

$$6. \quad \frac{1 \text{ моль}}{0,15 \text{ моль}} = \frac{1 \text{ моль}}{\nu(\text{Cu(OH)}_2)}; \nu(\text{Cu(OH)}_2) = 0,15 \text{ моль.}$$

$$7. \quad m(\text{Cu(OH)}_2) = \nu \cdot M = 0,15 \text{ моль} \cdot (64 + 2 \cdot 16 + 2) \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 14,7 \text{ г.}$$

$$8. \quad \text{О т в е т. } m(\text{Cu(OH)}_2) = 14,7 \text{ г.}$$

**Вычисление объема газа, вступившего в реакцию (или получившегося), по объему другого газа**

**Алгоритм решения (№ 10)**

1. Вспомните следствие из закона Авогадро: отношение количеств газов равно отношению их объемов

$$\frac{\nu(\text{газ}_1)}{\nu(\text{газ}_2)} = \frac{V(\text{газ}_1)}{V(\text{газ}_2)}$$

2. Составьте краткую запись условия задачи

3. Запишите уравнения реакции

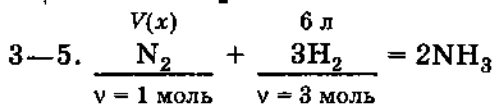
4. В уравнении реакции подчеркните формулы веществ, значения величин которых указаны в пункте 2

5. Над подчеркнутыми формулами газов надпишите значения величин, указанных в пункте 2. Под этими же формулами подпишите количества веществ. (Они равны коэффициентам в уравнении реакции.)

6. Составьте пропорцию в соответствии с пунктом 1. Вычислите значение неизвестной величины

**Пример.** Вычислите, какой объем азота вступает в реакцию с 6 л водорода.

$$\begin{array}{|l} 2. \text{ Дано: } V(\text{H}_2) = 6 \text{ л} \\ \hline \text{Найти: } V(\text{N}_2) - ? \end{array}$$



$$6, 1. \quad \frac{V(\text{N}_2)}{V(\text{H}_2)} = \frac{V(\text{N}_2)}{V(\text{H}_2)}; \frac{1 \text{ моль}}{3 \text{ моль}} = \frac{V(x)}{V(\text{H}_2)};$$

$$V(x) = \frac{6 \text{ л} \cdot 1 \text{ моль}}{3 \text{ моль}} = 2 \text{ л.}$$

О т в е т.  $V(\text{N}_2) = 2 \text{ л.}$

*Вычисление выхода продукта реакции (в %) от теоретически возможного*

А л г о р и т м р е ш е н и я (№ 11)

1. Составьте краткую запись условия задачи

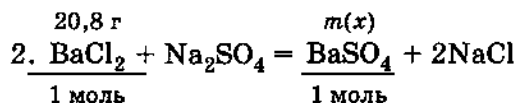
2. Вычислите по уравнению реакции массу продукта  $m$ (теоретич.) по известной массе (количеству) одного из веществ, вступивших в реакцию (см. с. 243 алгоритм № 7)

3. Вычислите, какую массовую долю составляет масса продукта реакции, указанная в пункте 1  $m$ (практич.), от массы, теоретически рассчитанной (пункт 2):

$$\eta(\%) = \frac{m(\text{практич.})}{m(\text{теоретич.})} \cdot 100\%$$

**Пример.** При взаимодействии в растворе сульфата натрия с 20,8 г хлорида бария был получен осадок сульфата бария, масса которого после фильтрования и высушивания составила 22 г. Определите массовую долю (в %) выхода соли от теоретически возможного.

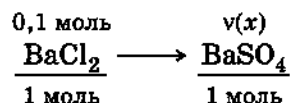
$$\begin{array}{|l} 1. \text{ Дано: } m(\text{BaCl}_2) = 20,8 \text{ г} \\ \quad \quad \quad m(\text{практич.})(\text{BaSO}_4) = 22 \text{ г} \\ \hline \text{Найти: } \eta(\text{BaSO}_4) - ? \end{array}$$



1) Какое количество вещества составляет 20,8 г  $\text{BaCl}_2$ ?

$$v(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{M(\text{BaCl}_2)}; \quad v(\text{BaCl}_2) = \frac{20,8 \text{ г}}{208 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,1 \text{ моль}.$$

2) Какое количество вещества  $\text{BaSO}_4$  получается, если в реакцию вступает 0,1 моль  $\text{BaCl}_2$ ?



Составляем пропорцию:  $\frac{0,1 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{v(x)}{1 \text{ моль}};$

$$v(x) = 0,1 \text{ моль}.$$

3) Какова масса 0,1 моль  $\text{BaSO}_4$ ?

$$m(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4);$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 233 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 23,3 \text{ г}.$$

Следовательно,  $m(\text{теоретич.})(\text{BaSO}_4) = 23,3 \text{ г}.$

4) Какова массовая доля выхода  $\text{BaSO}_4$ ?

$$\eta(\%) = \frac{m(\text{BaSO}_4)(\text{практич.})}{m(\text{BaSO}_4)(\text{теоретич.})} \cdot 100\%;$$

$$\eta(\text{BaSO}_4) = \frac{22 \text{ г}}{23,3 \text{ г}} \cdot 100\% = 94,4\%.$$

О т в е т.  $\eta(\text{BaSO}_4) = 94,4\%.$

**Вычисление массы (объема) продукта реакции по известной массе (объему) исходного вещества, содержащего определенную долю примеси**

**А л г о р и т м р е ш е н и я (№ 12)**

1. Составьте краткую запись условия задачи

2. Вычислите долю ( $\omega$  или  $\varphi$ ) химического соединения в смеси:  
 $\omega(\text{хим. соедин.}) = 100\% - \omega(\text{примеси})$

3. Вычислите массу (объем) химического соединения:

$$m(\text{хим. соедин.}) = \frac{\omega, \% \cdot m(\text{смеси})}{100\%}$$

$$V(\text{газообраз. соедин.}) = \frac{\varphi, \% \cdot V(\text{газообраз. смеси})}{100\%}$$

4. Вычислите массу (объем) продукта реакции по уравнению (см. с. 243 алгоритм № 7)

**Пример.** Вычислите, какой объем водорода (н. у.) выделится при действии хлороводородной кислоты на 10 г цинка, содержащего 35% посторонних примесей. <http://kurokam.ru>

1. Дано:  $m(\text{Zn} + \text{примеси}) = 10 \text{ г}$

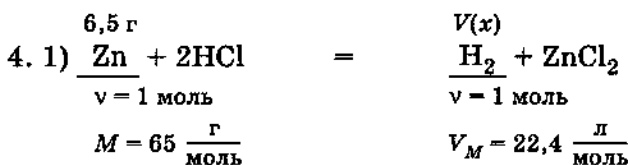
$$\omega(\text{примеси}) = 35\%$$

Найти:  $V(\text{H}_2, \text{н. у.}) - ?$

$$2. \omega(\text{Zn}) = 100\% - \omega(\text{примеси}); \omega(\text{Zn}) = 100\% - 35\% = 65\%.$$

$$3. m(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn} + \text{примеси})}{100\%} \cdot \omega(\text{Zn});$$

$$m(\text{Zn}) = \frac{10 \text{ г}}{100\%} \cdot 65\% = 6,5 \text{ г}.$$



$$m = 1 \text{ моль} \cdot 65 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 65 \text{ г} \quad V = 1 \text{ моль} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 22,4 \text{ л}$$

2) По условию задачи: 6,5 г (Zn) вытесняют из кислоты  $V(x)(\text{H}_2)$ .

По уравнению: 65 г (Zn) вытесняют из кислоты 22,4 л ( $\text{H}_2$ )

$$3) \text{ Составляем пропорцию: } \frac{6,5 \text{ г}}{65 \text{ г}} = \frac{V(x)}{22,4 \text{ л}};$$

$$Vx = \frac{6,5 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{65 \text{ г}} = 2,24 \text{ л}.$$

Ответ.  $V(\text{H}_2) = 2,24 \text{ л}.$

# Приложения

## 1. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

| Период                              | Ряд  | Г Р У П П Ы   |   |  |   |   |  |
|-------------------------------------|--|---|---|--|---|---|--|
|                                     |  | I   | II  | III  | IV  | V   |  |
| I                                   | 1  | <b>H</b> 1<br>1,00794<br>$1s^1$<br>Водород            |   |  |   |   |  |
| II                                  | 2  | <b>Li</b> 3<br>6,941<br>$2s^1$<br>Литий               | <b>Be</b> 4<br>9,01218<br>$2s^2$<br>Бериллий                | <b>B</b> 5<br>10,81<br>$2s^2 2p^1$<br>Бор            | <b>C</b> 6<br>12,011<br>$2s^2 2p^2$<br>Углерод                | <b>N</b> 7<br>14,0067<br>$2s^2 2p^3$<br>Азот              |  |
| III                                 | 3  | <b>Na</b> 11<br>22,98977<br>$3s^1$<br>Натрий          | <b>Mg</b> 12<br>24,305<br>$3s^2$<br>Магний                  | <b>Al</b> 13<br>26,98154<br>$3s^2 3p^1$<br>Алюминий  | <b>Si</b> 14<br>28,0855<br>$3s^2 3p^2$<br>Кремний             | <b>P</b> 15<br>30,97376<br>$3s^2 3p^3$<br>Фосфор          |  |
| IV                                  | 4  | <b>K</b> 19<br>39,0983<br>$4s^1$<br>Калий             | <b>Ca</b> 20<br>40,08<br>$4s^2$<br>Кальций                  | <b>Sc</b> 21<br>44,9559<br>$3d^1 4s^2$<br>Скандий    | <b>Ti</b> 22<br>47,90<br>$3d^2 4s^2$<br>Титан                 | <b>V</b> 23<br>50,9415<br>$3d^3 4s^2$<br>Ванадий          |  |
|                                     | 5  | <b>Cu</b> 29<br>63,546<br>$3d^{10} 4s^1$<br>Медь      | <b>Zn</b> 30<br>65,38<br>$3d^{10} 4s^2$<br>Цинк             | <b>Ga</b> 31<br>69,72<br>$4s^2 4p^1$<br>Галлий       | <b>Ge</b> 32<br>72,61<br>$4s^2 4p^2$<br>Германий              | <b>As</b> 33<br>74,9216<br>$4s^2 4p^3$<br>Мышьяк          |  |
| V                                   | 6  | <b>Rb</b> 37<br>85,4678<br>$5s^1$<br>Рубидий          | <b>Sr</b> 38<br>87,62<br>$5s^2$<br>Стронций                 | <b>Y</b> 39<br>88,9059<br>$4d^1 5s^2$<br>Иттрий      | <b>Zr</b> 40<br>91,22<br>$4d^2 5s^2$<br>Цирконий              | <b>Nb</b> 41<br>92,9064<br>$4d^4 5s^1$<br>Ниобий          |  |
|                                     | 7  | <b>Ag</b> 47<br>107,8682<br>$4d^{10} 5s^1$<br>Серебро | <b>Cd</b> 48<br>112,41<br>$4d^{10} 5s^2$<br>Кадмий          | <b>In</b> 49<br>114,82<br>$5s^2 5p^1$<br>Индий       | <b>Sn</b> 50<br>118,71<br>$5s^2 5p^2$<br>Олово                | <b>Sb</b> 51<br>121,75<br>$5s^2 5p^3$<br>Сурьма           |  |
| VI                                  | 8  | <b>Cs</b> 55<br>132,9054<br>$6s^1$<br>Цезий           | <b>Ba</b> 56<br>137,33<br>$6s^2$<br>Барий                   | 57 71<br><b>La-Lu</b><br>*                           | 72 <b>Hf</b><br>178,49<br>$4f^{14} 5d^2 6s^2$<br>Гафний       | 73 <b>Ta</b><br>180,9479<br>$4f^{14} 5d^3 6s^2$<br>Тантал |  |
|                                     | 9  | <b>Au</b> 79<br>196,9665<br>$5d^{10} 6s^1$<br>Золото  | <b>Hg</b> 80<br>200,59<br>$5d^{10} 6s^2$<br>Ртуть           | <b>Tl</b> 81<br>204,37<br>$6s^2 6p^1$<br>Таллий      | <b>Pb</b> 82<br>207,2<br>$6s^2 6p^2$<br>Свинец                | <b>Bi</b> 83<br>208,9804<br>$6s^2 6p^3$<br>Висмут         |  |
| VII                                 | 10   | <b>Fr</b> 87<br>223,02<br>$7s^1$<br>Франций           | <b>Ra</b> 88<br>226,0254<br>$7s^2$<br>Радий                 | 89 103<br><b>Ac-(Lr)</b><br>**                       | 104 <b>Rf</b><br>261,11<br>$5f^{14} 6d^2 7s^2$<br>Резерфордий | 105 <b>Db</b><br>262,11<br>$5f^{14} 6d^3 7s^2$<br>Дубний  |  |
| ВЫСШИЕ<br>ОКСИДЫ                    |  | $R_2O$  | $RO$  | $R_2O_3$   | $RO_2$  | $R_2O_5$  |  |
| ЛЕТУЧИЕ<br>ВОДОРОДНЫЕ<br>СОЕДИНЕНИЯ |  |   |   |  | $RH_4$  | $RH_3$  |  |
| Лантаноиды*                         | 57 <b>La</b><br>138,905<br>$5d^1 6s^2$<br>Лантан | 58 <b>Ce</b><br>140,12<br>$4f^1 5d^1 6s^2$<br>Церий   | 59 <b>Pr</b><br>140,9077<br>$4f^3 5d^1 6s^2$<br>Празеодим   | 60 <b>Nd</b><br>144,24<br>$4f^4 5d^1 6s^2$<br>Неодим | 61 <b>Pm</b><br>144,91<br>$4f^5 5d^1 6s^2$<br>Прометий        | 62 <b>Sm</b><br>150,4<br>$4f^6 5d^1 6s^2$<br>Самарий      | 63 <b>Eu</b><br>151,96<br>$4f^7 5d^1 6s^2$<br>Европий  |
|                                     | 89 <b>Ac</b><br>227,03<br>$6d^1 7s^2$<br>Актиний | 90 <b>Th</b><br>232,0381<br>$5f^0 6d^2 7s^2$<br>Торий | 91 <b>Pa</b><br>231,0359<br>$5f^2 6d^1 7s^2$<br>Протактиний | 92 <b>U</b><br>238,029<br>$5f^3 6d^1 7s^2$<br>Уран   | 93 <b>Np</b><br>237,0482<br>$5f^4 6d^1 7s^2$<br>Нептуний      | 94 <b>Pu</b><br>244,06<br>$5f^6 6d^1 7s^2$<br>Плутоний    | 95 <b>Am</b><br>243,06<br>$5f^7 6d^1 7s^2$<br>Америций |

Примечание. В 1997 г. Комиссия ИЮПАК утвердила названия и

ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Э Л Е М Е Н Т О В

| VI  |  | VII   |   | VIII   |  |   |   |
|---|--|---|---|--|--|---|---|
|   |  | (H)   |   |  |  |   |   |
|   |  |   |   |  |  |   |   |
| O 8<br>15,9994<br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup><br>Кислород                   |  | F 9<br>18,998403<br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup><br>Фтор                       |   | Ne 10<br>20,179<br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup><br>Неон                     |  |   |   |
| S 16<br>32,06<br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup><br>Сера                        |  | Cl 17<br>35,453<br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup><br>Хлор                        |   | Ar 18<br>39,948<br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup><br>Аргон                    |  |   |   |
| 24 Cr<br>51,9998<br>3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup><br>Хром                     |  | 25 Mn<br>54,9380<br>3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup><br>Марганец                   |   | 26 Fe<br>55,847<br>3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup><br>Железо                   | 27 Co<br>58,9332<br>3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup><br>Кобальт                     | 28 Ni<br>58,70<br>3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup><br>Никель                     |   |
| Se 34<br>78,96<br>4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup><br>Селен                      |  | Br 35<br>79,904<br>4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup><br>Бром                        |   | Kr 36<br>83,80<br>4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup><br>Криптон                   |  |   |   |
| 42 Mo<br>95,94<br>4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup><br>Молибден                   |  | 43 Tc<br>97,9062<br>4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup><br>Технеций                   |   | 44 Ru<br>101,07<br>4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup><br>Рутений                  | 45 Rh<br>102,9055<br>4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup><br>Родий                      | 46 Pd<br>106,4<br>4d <sup>10</sup> 5s <sup>0</sup><br>Палладий                  |   |
| Te 52<br>127,60<br>5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup><br>Теллур                    |  | I 53<br>126,9045<br>5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup><br>Иод                        |   | Xe 54<br>131,30<br>5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup><br>Ксенон                   |  |   |   |
| 74 W<br>183,85<br>5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup><br>Вольфрам                   |  | 75 Re<br>186,207<br>4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup><br>Рений     |   | 76 Os<br>190,2<br>4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup><br>Осмий    | 77 Ir<br>192,22<br>4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup><br>Иридий      | 78 Pt<br>195,09<br>5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup><br>Платина                   |   |
| Po 84<br>208,99<br>6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup><br>Полоний                   |  | At 85<br>209,99<br>6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup><br>Астат                       |   | Rn 86<br>222,02<br>6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup><br>Радон                    |  |   |   |
| Sg 106<br>263,12<br>6p <sup>5</sup><br>Сибгрий                                  |  | Bh 107<br>262,12<br>6p <sup>5</sup><br>Борий                                      |   | Hs 108<br>266,13<br>6p <sup>5</sup><br>Хассий                                  | Mt 109<br>266,14<br>6p <sup>5</sup><br>Мейтнерий                                   |   |   |
| RO <sub>3</sub>   |  | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   |   | RO <sub>4</sub>  |  |   |   |
| H <sub>2</sub> R  |  | HR  |   |  |  |   |   |
| 64 Gd<br>157,25<br>4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Гадолиний | 65 Tb<br>158,9254<br>4f <sup>7</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup><br>Тербий | 66 Dy<br>162,50<br>4f <sup>9</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Диспрозий   | 67 Ho<br>164,9304<br>4f <sup>10</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Гольмий  | 68 Er<br>167,26<br>4f <sup>12</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Эрбий   | 69 Tm<br>168,9342<br>4f <sup>13</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Тулий     | 70 Yb<br>173,04<br>4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Иттербий | 71 Lu<br>174,967<br>4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>Лютеций   |
| 96 Cm<br>247,07<br>5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Кюрий     | 97 Bk<br>247,07<br>5f <sup>8</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Берклий  | 98 Cf<br>251,08<br>5f <sup>10</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Калифорний | 99 Es<br>252,08<br>5f <sup>11</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Эйнштейний | 100 Fm<br>257,10<br>5f <sup>12</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Фермий | 101 Md<br>258,10<br>5f <sup>13</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Менделевий | 102 No<br>259,10<br>5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Нобелий | 103 Lr<br>260,11<br>5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>Лоуренсий |

символы элементов 104—109, указанные в таблице.



## 2. Растворимость солей, кислот и оснований в воде

| ИОНЫ                | $H^+$ | $NH_4^+$ | $K^+$ | $Na^+$ | $Ag^+$ | $Hg^{2+}$ | $Ba^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Zn^{2+}$ | $Mn^{2+}$ | $Sn^{2+}$ | $Pb^{2+}$ | $Cu^{2+}$ | $Fe^{2+}$ | $Fe^{3+}$ | $Al^{3+}$ | $Cr^{3+}$ | $Bi^{3+}$ |
|---------------------|-------|----------|-------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $OH^-$              |       |          |       |        | —      | —         |           |           | М         | Н         | Н         | Н         | М         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         |
| $F^-$               |       |          |       |        |        | М         | М         | Н         | Н         | М         | М         |           | Н         | Н         | М         |           |           |           | Н         |
| $Cl^-$              |       |          |       |        | Н      | Н         |           |           |           |           |           | —         | М         |           |           |           |           | —         | —         |
| $Br^-$              |       |          |       |        | Н      | Н         |           |           |           |           |           |           | М         |           |           |           |           |           | —         |
| $I^-$               |       |          |       |        | Н      | Н         |           |           |           |           |           | М         | Н         | —         |           | —         |           |           | —         |
| $NO_3^-$            |       |          |       |        |        |           |           |           |           |           |           | —         |           |           |           |           |           |           |           |
| $S^{2-}$            |       |          |       |        | Н      | Н         |           | М         |           | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | —         | —         | —         | Н         |
| $SO_3^{2-}$         |       |          |       |        | Н      | Н         |           | Н         | Н         | Н         | Н         | —         | Н         | Н         | Н         | —         | —         | —         | Н         |
| $SO_4^{2-}$         |       |          |       |        | М      | М         |           | Н         | М         |           |           |           | Н         |           |           |           |           |           |           |
| $CO_3^{2-}$         | М     |          |       |        | М      | Н         |           | Н         | Н         | Н         | Н         | —         | Н         | Н         | Н         | Н         | —         | —         | Н         |
| $SiO_3^{2-}$        | Н     | —        |       |        | Н      | —         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | —         |
| $PO_4^{3-}$         |       |          |       |        | Н      | Н         |           | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         |
| $HCOO^-$            |       |          |       |        |        | М         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| $CH_3COO^-$         |       |          |       |        |        | М         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | М         |           |           |
| $C_{17}H_{35}COO^-$ | Н     |          |       |        | Н      | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         | Н         |

□ — РАСТВОРИМЫЕ

М — МАЛОРАСТВОРИМЫЕ

Н — НЕРАСТВОРИМЫЕ

□ — НЕ СУЩЕСТВУЮТ

**Ряд электроотрицательности:**

F, O, N, Cl, Br, I, S, C, Se, P, As, H, B, Si, Sn, Al, Li, Na, K

**3. Массовая доля растворенного вещества (в %)**  
**и плотность растворов кислот**  
**и оснований при 20 °C**

| %  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | HCl   | HNO <sub>3</sub> | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | CH <sub>3</sub> COOH | NaOH  | KOH   | NH <sub>3</sub> |
|----|--------------------------------|-------|------------------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|-----------------|
|    |                                |       |                  |                                |                      |       |       |                 |
| 1  | 1,005                          | 1,008 | 1,004            | 1,004                          | 1,000                | 1,010 | 1,007 | 0,994           |
| 2  | 1,012                          | 1,008 | 1,009            | 1,009                          | 1,001                | 1,021 | 1,017 | 0,990           |
| 3  | 1,018                          | 1,013 | 1,015            | 1,015                          | 1,003                | 1,032 | 1,026 | 0,985           |
| 4  | 1,025                          | 1,018 | 1,020            | 1,020                          | 1,004                | 1,043 | 1,035 | 0,981           |
| 5  | 1,032                          | 1,023 | 1,026            | 1,026                          | 1,006                | 1,054 | 1,044 | 0,977           |
|    |                                |       |                  |                                |                      |       |       |                 |
| 6  | 1,039                          | 1,028 | 1,031            | 1,031                          | 1,007                | 1,065 | 1,053 | 1,973           |
| 7  | 1,045                          | 1,033 | 1,037            | 1,037                          | 1,008                | 1,076 | 1,062 | 1,969           |
| 8  | 1,052                          | 1,038 | 1,043            | 1,042                          | 1,010                | 1,087 | 1,072 | 1,965           |
| 9  | 1,059                          | 1,043 | 1,049            | 1,048                          | 1,011                | 1,098 | 1,081 | 1,961           |
| 10 | 1,066                          | 1,047 | 1,054            | 1,053                          | 1,013                | 1,109 | 1,090 | 1,958           |
|    |                                |       |                  |                                |                      |       |       |                 |
| 12 | 1,080                          | 1,057 | 1,066            | 1,065                          | 1,015                | 1,131 | 1,109 | 0,950           |
| 14 | 1,095                          | 1,068 | 1,078            | 1,076                          | 1,018                | 1,153 | 1,128 | 0,943           |
| 16 | 1,109                          | 1,078 | 1,090            | 1,088                          | 1,021                | 1,175 | 1,148 | 0,936           |
| 18 | 1,124                          | 1,088 | 1,103            | 1,101                          | 1,024                | 1,197 | 1,167 | 0,930           |
| 20 | 1,139                          | 1,098 | 1,115            | 1,113                          | 1,026                | 1,219 | 1,186 | 0,923           |

| %   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | HCl   | HNO <sub>3</sub> | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | CH <sub>3</sub> COOH | NaOH  | KOH   | NH <sub>3</sub> |
|-----|--------------------------------|-------|------------------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|-----------------|
|     |                                |       |                  |                                |                      |       |       |                 |
| 22  | 1,155                          | 1,108 | 1,128            | 1,126                          | 1,029                | 1,241 | 1,206 | 0,916           |
| 24  | 1,170                          | 1,119 | 1,140            | 1,140                          | 1,031                | 1,263 | 1,226 | 0,910           |
| 26  | 1,186                          | 1,129 | 1,153            | 1,153                          | 1,034                | 1,285 | 1,247 | 0,904           |
| 28  | 1,202                          | 1,139 | 1,167            | 1,167                          | 1,036                | 1,306 | 1,267 | 0,898           |
| 30  | 1,219                          | 1,149 | 1,180            | 1,181                          | 1,038                | 1,328 | 1,288 | 0,892           |
|     |                                |       |                  |                                |                      |       |       |                 |
| 35  | 1,260                          | 1,174 | 1,214            | 1,216                          | 1,044                | 1,380 | 1,341 |                 |
| 40  | 1,303                          | 1,198 | 1,246            | 1,254                          | 1,049                | 1,430 | 1,396 |                 |
| 45  | 1,348                          |       | 1,278            | 1,293                          | 1,053                | 1,478 | 1,452 |                 |
| 50  | 1,395                          |       | 1,310            | 1,335                          | 1,058                | 1,525 | 1,511 |                 |
| 55  | 1,445                          |       | 1,339            | 1,379                          | 1,061                |       |       |                 |
| 60  | 1,498                          |       | 1,367            | 1,426                          | 1,064                |       |       |                 |
| 65  | 1,553                          |       | 1,391            | 1,476                          | 1,067                |       |       |                 |
| 70  | 1,611                          |       | 1,413            | 1,526                          | 1,069                |       |       |                 |
| 75  | 1,669                          |       | 1,434            | 1,579                          | 1,070                |       |       |                 |
| 80  | 1,727                          |       | 1,452            | 1,633                          | 1,070                |       |       |                 |
| 85  | 1,779                          |       | 1,469            | 1,689                          | 1,069                |       |       |                 |
| 90  | 1,814                          |       | 1,483            | 1,746                          | 1,066                |       |       |                 |
| 92  | 1,824                          |       | 1,487            | 1,770                          | 1,064                |       |       |                 |
| 94  | 1,831                          |       | 1,491            | 1,794                          | 1,062                |       |       |                 |
| 96  | 1,836                          |       | 1,495            | 1,819                          | 1,059                |       |       |                 |
| 98  | 1,836                          |       | 1,501            | 1,844                          | 1,055                |       |       |                 |
| 100 | 1,831                          |       | 1,513            | 1,870                          | 1,050                |       |       |                 |

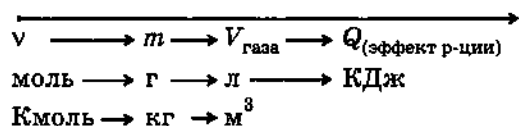
#### 4. Физические величины, используемые при решении задач

| Наименование величины                                       | Единицы измерения                           | Обозначение      | Форма записи (с примером числового значения величины)                              |
|---|---|------------------|--|
| Количество вещества   | моль  | $\nu$ (ню)       | $\nu(\text{H}_2\text{S}) = 1,6$ 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<br>$M(\text{Ca}) = 0,04$ кг/кмоль                     |
| Молярный объем  | л/моль, м <sup>3</sup> /моль                | $V_M$            | $V_m = 22,4$ л/моль =<br>$= 22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль               |
| Объем вещества, раствора                                    | л, м <sup>3</sup> , мл                      | $V$              | $V(\text{H}_2) = 10$ л<br>$V(\text{HCl}) = 0,2$ 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<br>$\rho(\text{KOH}) = 1062$ кг/м <sup>3</sup> |
| Относительная плотность                                     | безразмерная                                | $D$              | $D_{\text{H}_2}^{\text{CO}_2} = 22$  |
| Относительная атомная масса                                 | безразмерная                                | $A_r$            | $A_r(\text{Ca}) = 40$<br>$A_r(\text{C}) = 12$                                      |
| Относительная молекулярная масса                            | безразмерная                                | $M_r$            | $M_r(\text{CaO}) = 56$<br>$M_r(\text{O}_2) = 32$                                   |
| Массовая доля растворенного вещества, элемента в соединении | безразмерная или в %                        | $\omega$ (омега) | $\omega(\text{KOH}) = 0,45$<br>$\omega(\text{C}) = 80\%$                           |
| Выход вещества  | безразмерная или в %                        | $\eta$ (эта)     | $\eta(\text{NH}_3) = 25\%$   |
| Объемная доля газа в смеси                                  | безразмерная или в %                        | $\phi$ (фи)      | $\phi(\text{CH}_4) = 0,98$ ,<br>или 98%  |

**5. Физические постоянные,  
используемые при решении задач**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Абсолютный нуль<br>температуры 273 °С                      | Постоянная<br>Авогадро<br>$6,02 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>   | Постоянная<br>Фарадея<br>$9,65 \cdot 10^4$ Кл · моль <sup>-1</sup>   |
| Нормальная<br>атмосфера<br>760 мм рт. ст. или<br>101325 Па | Универсальная<br>газовая постоянная<br>$8,31$ Дж · моль <sup>-1</sup> · К <sup>-1</sup><br>или $0,082$ л · атм ×<br>× моль <sup>-1</sup> · град <sup>-1</sup> | Стандартный<br>молярный объем<br>идеального газа при<br>н. у. (0 °С, 1 атм)<br>$22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> ×<br>× моль <sup>-1</sup> |

**6. Взаимосвязь единиц измерения:**



**7. Соотношения между единицами массы и объема,  
используемые при решении задач**

**Соотношения между единицами массы**

- 1 тонна (т) = 1000 килограммам (кг)
- 1 центнер (ц) = 100 килограммам (кг)
- 1 килограмм (кг) = 1000 граммам (г)
- 1 грамм (г) = 1000 миллиграммам (мг)

**Соотношения между единицами объема**

- 1 куб. метр (м<sup>3</sup>) = 1000 куб. дециметрам =  
= 1000000 куб. см (см<sup>3</sup>)
- 1 куб. дециметр (дм<sup>3</sup>) = 1000 куб. см (см<sup>3</sup>)
- 1 литр (л) = 1 куб. дециметру (дм<sup>3</sup>)
- 1 гектолитр (гл) = 100 литрам (л)



## ГЛАВА 1

1-6. Нет.

1-8. а) Растворить в воде, профильтровать и выпарить воду.

1-10. Порошок представлял собой смесь веществ.

1-11. Водород был с примесью, так как получился остаток (с  $10 \text{ см}^3 \text{ O}_2$  полностью вступают

$20 \text{ см}^3$  чистого  $\text{H}_2$ ).

1-40. Можно (аллотропия).

1-42. Можно (изомерия).

1-45. В три раза.

1-46. В двадцать раз.

1-53. Кристаллогидраты.

1-55. 22 г.

1-56. 130 г Zn и 64 г S.

1-58. Нет.

1-59. Да.

1-60. Смесь из 0,15 г Hg и 1,9 г HgO.

1-69. 97,5%.

1-72. а) 0,9%; б) 1,9%; в) 2,2%; г) 2,4%.

1-76. 55,9%.

1-78. 5.

1-79. Ca — 23,3%, P — 18%, O — 55,8%, H — 2,9%,  $\text{H}_2\text{O}$  — 20,9%.

1-80.  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

1-81.  $\text{CaCO}_3$ .

1-82. 2,46 кг.

1-83. 2,5 кг.

1-84. В  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

1-86.  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ .

1-110. 0,44 г.

1-111. 80 г CuO, 22 г  $\text{CO}_2$ , 9 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

1-112. 1,25 г и 2,25 г.

1-113. а) 18 г; б) 2,26 г.

1-114. 2 : 1 по объему и 1 : 8 по массе.

1-115. 28,6 г  $\text{Cu}_2\text{O}$  и 34,3 г  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ .

1-116. 14,3 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и 12,7 г  $\text{SnO}_2$ .

1-118. 76% малахита и 24% алюминия.

1-119. 0,8 г S и 1,2 г C.

1-120. 14,5 л.

1-121. 108 г HgO и 3 г C.

1-130. 17,4 г  $\text{Ag}_2\text{O}$ .

## ГЛАВА 2

2-1. Образуется  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  и  $\text{MnSO}_4$ .

2-4. 6540 т.

2-7. 622 л.

2-8. HgO — 19,3 г;  $\text{KMnO}_4$  —

14,1 г;  $\text{KClO}_3$  — 3,6 г;  $\text{NaNO}_3$  — 7,6 г.

2-9. 143 л.

2-14. 18 г.

2-16. 3,25 кг.

2-17. 2 мл  $\text{O}_2$ .

2-18. Около 40 г.

2-20. 1 : 1,6.

2-21. 727 кг.

2-22. 107 кг.

2-23. 64 мин.

2-24.  $7 \text{ м}^3$ .

2-25. Легче в три раза.

2-26.  $9,2 \text{ м}^3$ .

2-28. 21%.

2-29. 21,3 кПа.

2-30. Влажный.

2-31. 1,29 кг.

2-32.  $N_2$  — 976 г;  $O_2$  — 229 г;  
Ar — 17 г;  $CO_2$  — 0,6 г.

2-38. 25 л.

2-41. 465 л.

2-44.  $CCl_4$ ; 5,30.

2-45. 1,2 л.

2-47.  $N_2$  — 78%,  $O_2$  — 15,7%,  
 $CO_2$  — 5,3%.

2-48.  $-9\text{ м}^3$ .

2-49. а) 1 : 53; б) -12 л.

2-50.  $9,6\text{ м}^3$ .

2-51.  $9,5\text{ м}^3$ .

2-52. 4 : 1 и 6 : 5.

2-53. 28 ч.

2-55. 11 кг.

2-61. Около 15 кг.

2-62. 535 га.

2-63. 10 540 кДж.

2-64. 0,55 ч.

2-65. 21%.

### ГЛАВА 3

3-3. а) 0,48 л; б) 0,56 л.

3-4. Цинка.

3-5. 14,5 л.

3-6. Одинаково.

3-7. 11,1 г  $H_2$ , 124 л  $H_2$ ; 88,9 г  $O_2$ .

3-8. 2,6 кг.

3-11. 70%  $H_2$  и 30%  $O_2$ .

3-12. 1 л, 80%  $HCl$  и 20%  $H_2$ .

3-13. 9,3 г  $Pb$  и 7,9 г  $Sn$ .

3-15. 5 : 1 и 1 : 14.

3-18. 79,4 л.

3-19. 32,6 г.

3-21. 4,7 моль.

3-22.  $2,14\text{ м}^3$ .

3-23.  $5,6\text{ м}^3$ ; 6,7 кг.

3-25. а) 18 г; б) 2,25 г.

3-26. 13,5 г.

3-28. 20 моль меди и 20 моль воды.

3-29.  $C_6H_6$ .

3-32. Можно.

3-33. а) 11,2 л; б) 22,4 л.

### ГЛАВА 4

4-1. 35,7 г.

4-2. 201 г.

4-5. 37,4 г.

4-11. ~300 г.

4-12. 50 °C.

4-14. 15,7 г.

4-15. 36 г.

4-16. 25 г.

4-17.  $1/10$ , или 10%.

4-18.  $1/5$ , или 20%.

4-19. а) 10 г соли и 90 г воды;

б) 30 г соли и 170 г воды.

4-20. а) 2,5 г и 47,5 г; б) 0,4 г и 19,6 г.

4-21. 350 г.

4-22. 12%.

4-23. а) 42,5 г; б) 3,4 г.

4-24. 24%.

4-25. 600 г раствора и 400 г воды.

4-26. 1,6 л, 2 кг кислоты.

4-27. 17 : 3 по массе.

4-28. 19,5%.

4-29. 4 л.

4-30. 8%.

4-31. 20 и 16,7%.

4-32. 56% и 36%.

4-33. 360 г.

4-34. 1,42 г.

4-35. 125 г.

4-36. 36 г.

4-37. Воды.

4-38. ~4%, или  $1/25$ .

4-39. 2,2 кг.

4-40. 7 моль.

4-41.  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .

4-42.  $2CaSO_4 \cdot H_2O$ .

4-43.  $n = 2$ .

4-44. 99%.

4-45. 79% и 5 моль.

4-46. 345 г.

4-47. 25,6%.

4-48. 32,7%.

4-49. 184 мл.

4-50. 381 г.

4-51.  $1,206\text{ г/см}^3$ , 22%.

4-52. а) 110 г; б) 120 г.

4-53. 222 мл.

4-54. 23% и  $1,15\text{ г/см}^3$ .

4-55. 20% и 83 мл.

4-56. 0,5 моль, ~120 г.

- 4-57. 25,1% и 2,85 моль/л.  
 4-58. 7,9% и 2,25 моль/л.  
 4-59. По 220 г каждой.  
 4-60. 379 г кислоты и 221 г воды.  
 4-61. 203 г 75% и 197 г 8%.  
 4-62. 83 мл раствора и 917 мл воды.  
 4-63. 249 г.  
 4-64. ~7,5 мл на стакан воды.  
 4-65. 213 г раствора.  
 4-66. 134 г 32,1% и 108 г 20%.  
 4-67. 133 мл кислоты и 896 мл воды.  
 4-68. 30,8 г 5%-ного раствора и 19,2 г кристаллогидрата.  
 4-69. 16,8%.  
 4-70. 1 моль/л.  
 4-71. 0,1 моль/л.  
 4-72. 58,8 г.  
 4-73. 4,84 моль/л.  
 4-74. 80,8 г.  
 4-75. 1,59 кг.  
 4-76. 5,62 моль/л.  
 4-77. 15,0%.  
 4-78. 6 моль/л.  
 4-79. 300 мл.  
 4-80. 50 г.  
 4-81. 0,5 моль/л.  
 4-82. 371 мл.

## ГЛАВА 5

- 5-7. 336 т.  
 5-8. 4 г.  
 5-11.  $\text{FeO}$  — 77,8%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 70,0%,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  — 72,4%.  
 5-19. 32,7 кг.  
 5-20. 318 г.  
 5-21. 32 г.  
 5-23. 100 кг  $\text{MgO}$  и 110 кг  $\text{CO}_2$ .  
 5-24. ~3 кг.  
 5-25. 0,45 г.  
 5-29. 65,3 г.  
 5-37.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  — 165 г,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  — 354 г,  $\text{SiO}_2$  — 558 г.  
 5-42. 0,32 т.  
 5-72. 6,2 кг.  
 5-78. 0,4 г  $\text{H}_2$  и 27,1 г соли.  
 5-82. 1,12 л.  
 5-86. Fe.

- 5-87. 0,6 г.  
 5-88. 10,7 г.  
 5-89. 2,8 т.  
 5-91. 24 г.  
 5-92. 0,5 кмоль.  
 5-107. 41 г.  
 5-108. 33,5 г.  
 5-111.  $\text{NaHSO}_4$ .  
 5-118. 6,35 г.  
 5-120. 5,22 г.  
 5-121. 0,56 г.  
 5-126.  $\text{KClO}_3$ .  
 5-127. 3,55 кг.  
 5-130. 0,603, или 60,3%.  
 5-136. 11,65 г  $\text{BaSO}_4$ . В растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ .

## ГЛАВА 6

- 6-1. а) 32 г; б) 2 г; в) 40 г.  
 6-2. 4 г.  
 6-3. 175,5 г.  
 6-5. а), б) и в) 0,5; г) 0,0227.  
 6-6. 55,6 моль и  $3,35 \cdot 10^{25}$  молекул.  
 6-12. Водорода.  
 6-13. а) 10 моль; б) 0,2 моль; в) 0,3 моль; г) 0,5 моль.  
 6-16. 49 г и 1 г.  
 6-18. 0,375 моль.  
 6-19. 18 г.  
 6-22. 16 г.  
 6-23. 3 моль.  
 6-24.  $1,8 \cdot 10^{24}$ .  
 6-26. 52,5 г.  
 6-32. 17 моль.  
 6-33. 328 кг.  
 6-35. а)  $1,8 \cdot 10^{-22}$  г; б)  $3,0 \cdot 10^{-23}$  г.  
 6-36. 2,99 раз. Можно.  
 6-37.  $11,8 \cdot 10^{-24}$  см<sup>3</sup>.  
 6-38. Нельзя.  
 6-39. Pt —  $15,1 \cdot 10^{-24}$  см<sup>3</sup>, Pb —  $30,4 \cdot 10^{-24}$  см<sup>3</sup>.  
 6-40. C —  $2,0 \cdot 10^{-23}$  г, P —  $5,1 \cdot 10^{-23}$  г; S —  $5,3 \cdot 10^{-23}$  г.  
 6-41. 0,4 г.  
 6-43. 5 молекул.  
 6-44. ~ 0,3 г.



- 6-45. 1 : 3 : 2.  
 6-46. 44,6 моль.  
 6-50. а), б) и в) 4,48 л; г) 3,6 мл.  
 6-51. 112 л.  
 6-52.  $2240 \text{ м}^3$ .  
 6-55.  $5,6 \text{ м}^3$ .  
 6-56. 4 г.  
 6-57. 2,1 т.  
 6-58. Примерно в 660 раз.  
 6-59. В 1244 раза.  
 6-60.  $2 \cdot 10^{22}$  молекул.  
 6-61. 896 л.  
 6-62.  $1,5 \cdot 10^{22}$ .  
 6-74. 1,67.  
 6-75. 14. Состав смеси.  
 6-76. 1116 кг.  
 6-89. 2 : 1; 2 : 3.  
 6-91. В 1,5 раза.  
 6-93. 18 мл.  
 6-96. 1 : 2.  
 6-97. 336 г Fe и 2 моль  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .  
 6-100. 1244 мл  $\text{H}_2$  и 622 мл  $\text{O}_2$ .  
 6-101. 90 мл.  
 6-103. 13 г.  
 6-104. 89,6 л.  
 6-105. 345 л.  
 6-106. 1244 л.  
 6-107. 0,5 моль.  
 6-108. 28 кг CaO и  $11,2 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ .  
 6-109. 1,68 г Fe и 0,65 г Zn.  
 6-110. 0,084 г и 0,94 л.  
 6-111. 94,7% алюминия.  
 6-117. 1570 кДж.  
 6-118. 753 кДж.  
 6-119. 160 кДж.  
 6-120. а) 653 кДж; б) 65,3 кДж;  
 в) 1305 кДж.  
 6-121. а) 467 кДж; б) 233,5 кДж;  
 в) 7000 кДж.  
 6-122. 3296 кДж.  
 6-125. 111 кДж.  
 6-126. 151054,8 кДж.

## ГЛАВА 7

- 7-13. Si.  
 7-15. Ge.  
 7-18. Be.  
 7-31. Один из них La.

- 7-33. Один из них Th.  
 7-37. Mg.  
 7-53. Al.  
 7-55. 6,5 г; 73; 5.  
 7-56. 176.

## ГЛАВА 8

- 8-13. Может.  
 8-14. а) Be; б) Mg; в) Ca и др.  
 8-17. K и Na.  
 8-25. Водород.  
 8-32. а) Нельзя, б) нельзя.  
 8-36. 10 молекул.  
 8-37. Могут.  
 8-38. 2580 атомов  $^{16}_8\text{O}$  и 5 ато-  
 мов  $^{18}_8\text{O}$ .  
 8-61. Уменьшается.  
 8-63. HCl.  
 8-64. S—H прочнее.

## ГЛАВА 9

- 9-11. Восстановление.  
 9-12. 1) Восстановителем;  
 2) окислителем.  
 9-25. Нет.  
 9-26. Да.

## ГЛАВА 10

- 10-1. а) По окраске; б) по запаху.  
 10-2. Ядовитый газ тяжелее воз-  
 духа.  
 10-9. Натрий и хлор.  
 10-11.  $9,46 \text{ м}^3$ .  
 10-12. 21,3 г.  
 10-14. Давление не изменилось.  
 10-16. а) Обесцветилась; б) окра-  
 силась в красный цвет.  
 10-24. Обесцветится.  
 10-31. KCl больше всего.  
 10-32. 78%.  
 10-34. 20 кг.  
 10-35. 1,7 кг.  
 10-36. 2,56 моль.  
 10-37. 18,4 моль.  
 10-38. 24,32 т, 0,72 т.  
 10-39. Около 0,03.  
 10-40. 5,35 моль.

- 10-41. 5 моль.
- 10-42. 13,3 г KCl.
- 10-43. Кислая.
- 10-44. 5,6 л.
- 10-45. AgCl.
- 10-46. 1 —  $\text{HNO}_3$ ; 2 —  $\text{AgNO}_3$ ;  
3 — NaCl; 4 —  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .
- 10-55. 2,4 кг.
- 10-59. 7,17 г AgCl.
- 10-62. AlBr<sub>3</sub>.
- 10-66. Можно.
- 10-67. 68,6%.
- 10-68. Может.
- 10-69. Нагреть.
- 10-71. 0,138 г.
- 10-72. 4,66 г.
- 10-73. KBr — 0,32 г, KCl —  
0,48 г.
- 10-74. 53 660 моль.
- 10-77.  $1,3 \cdot 10^{-4}$  г.
- 10-78. 3,5.
- 10-81.  $\text{H}_2\text{F}_2$ .
- 10-82. Для плавиковой кислоты.
- 10-94. 7,1 г.
- 10-104. 12,8 мг.
- 10-105. 2,24%.
- 10-106. 44,8% Cl<sub>2</sub>.
- 10-107. 47% Cl<sub>2</sub>.
- 10-108. 3,2%.
- 10-109. CaBr<sub>2</sub>.
- 10-110. На 35%.

## ГЛАВА 11

- 11-6. Увеличивается.
- 11-7. Ослабляется.
- 11-9. 2,114 г/л.
- 11-11. 25% O<sub>3</sub>, 75% O<sub>2</sub>.
- 11-12. 10 мл, 15 мл.
- 11-14. Да.
- 11-25. а) 1,33 г; б) 1,78 г.
- 11-26.  $\frac{1}{2}$  S<sub>8</sub>.
- 11-27. Нет.
- 11-29. FeS.
- 11-31. 2 г Zn, 19,4 г ZnS.
- 11-33. Можно.
- 11-38. 0,25 моль.
- 11-39. 0,34%.
- 11-40. 72 г.
- 11-41. 247 л.

- 11-48. 0,25 моль.
- 11-58. 4 моль.
- 11-59. 4,8 кг.
- 11-60. 286 г.
- 11-65. Можно.
- 11-72. 1,26 г NaCl.
- 11-73. 84,5%.
- 11-79. 0,251 т Си и 0,063 т O<sub>2</sub>.
- 11-82. 76,4%.
- 11-86. 17,5 моль.
- 11-87. 0,47 г KCl и 1,37 г K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- 11-90. 940 кг.
- 11-92. 7,8%, 3,2%.
- 11-96. Около 1100 т.
- 11-97. 5,9% SO<sub>3</sub>, 84,4% N<sub>2</sub>,  
8,4% O<sub>2</sub>, 1,3% SO<sub>2</sub>.
- 11-98. 100%.
- 11-99. 0,88 т.
- 11-100. В три раза.
- 11-101. 92%.

## ГЛАВА 12

- 12-4. 0,001 моль/(л · мин).
- 12-7. а) Увеличится в два раза;  
б) увеличится в два раза; в) увели-  
чится в четыре раза; г) не изменит-  
ся; д) увеличится в четыре раза.
- 12-8. а) 0,16; б) 0,02; в) 0,01.
- 12-9. а) 0,0004; б) 0,27.
- 12-17. Не изменится.
- 12-19. Давление не изменится.
- 12-23. 1) Вправо; 2) вправо.
- 12-26. 1) Не изменится; 2) влево.
- 12-27. а) Влево; б) вправо.
- 12-40. 1,29% CO, следовательно,  
соответствует.
- 12-42. 343,4 т.

## ГЛАВА 13

- 13-24. К солям.
- 13-27. Катионы.
- 13-28. Анионами.
- 13-34. 0,9 кг.
- 13-35. 0,005%.
- 13-36. 2 : 1.
- 13-38. Одинаковое.
- 13-39. 4,6 г.
- 13-40. 46 г.
- 13-41.  $5,56 \cdot 10^8$ .

## ГЛАВА 14

- 14-5. 0,97, 14, нельзя.  
14-6. 0,019 г/л.  
14-28. 340 г.  
14-32. 571,2 кг.  
14-41. 6,2 г.  
14-43. 107 г.  
14-44. 80% KCl.  
14-45. 370 г.  
14-46. 0,2 моль.  
14-47. 385 кг.  
14-48. 22,4%.  
14-55. 2,5 : 1.  
14-74.  $N_2O_3$ .  
14-75.  $N_2O$ .  
14-76. 6,2 : 1.  
14-100. 60%  $NH_3$ , 10%  $N_2$ ,  
30%  $H_2$ .  
14-101. 33,6 м<sup>3</sup>.  
14-103. 200 г.  
14-104. 1,44 раза.  
14-105. 77,8%.  
14-106. Отличается.  
14-107. 6,2 т.  
14-108. Хватит.  
14-109. 0,832 т.  
14-110. От 1,63 : 1 до 1,76 : 1,  
кислород в избытке.  
14-140.  $K_2HPO_4$ .  
14-152. 81,6%.  
14-153. 98,8%.  
14-154. 7,9 т.  
14-155. -11%.  
14-156. 14,2 кг.  
14-157. 61,1%.  
14-158. 177,5 кг.

## ГЛАВА 15

- 15-2. Около 1 т.  
15-3. 63,1%.  
15-4. 92,6%.  
15-7. 26,4%.  
15-8. 52,5 кг, 148,5 кг, 63,0 кг.  
15-10. KCl — 90%, медный  
купорос — 4,76%.  
15-11. 30,9 кг, 35 кг, 56,8 кг.  
15-12. 15,7%.  
15-18. 0,208 т, 1,403 т.  
15-19. 0,215 т, 1,77 т.

- 15-20.  $KNO_3$  — 50,0 кг, KCl —  
18,1 кг,  $NH_4Cl$  — 26,5 кг,  
 $NH_4NO_3$  — 5,4 кг.  
15-21. 2,2 т (для пшеницы),  
1,7 т (для картофеля).  
15-25. а) 0,39 т; б) 0,84 т.  
15-29. 71,7%.  
15-30. 5,8 кг.  
15-34. 172 кг.  
15-35.  $NH_4H_2PO_4$ .  
15-38. 75%.  
15-43. 42,24 кг  $NH_4NO_3$ , 6,28 кг  
 $NH_4H_2PO_4$ , 6,18 кг KCl.  
15-45. 32,18%.

## ГЛАВА 16

- 16-14. 200 мл.  
16-16. 1,67 г/л.  
16-17. 2,45 г.  
16-18. 91%.  
16-19. 202 кг.  
16-20. 179 л.  
16-21. 662 л.  
16-22. 25%.  
16-23. 18,5%.  
16-30. 10 молекул.  
16-34. 143 г.  
16-35. 5 г.  
16-41. а) 5,6 л; б) 11,2 л.  
16-42. 11,0 л.  
16-43. 37%.  
16-44. 63%.  
16-45. 83,3%.  
16-48. 146 г.  
16-51. Примерно в три раза.  
16-67. 1,7 мас. ч.  
16-68.  $N_2O$  — 1,6,  $SiO_2$  — 7,8.  
16-70.  $SiO_2$  — 77 кг,  $CaCO_3$  —  
19 кг,  $Na_2CO_3$  — 31 кг.  
16-71. 136 кг.  
16-72.  $SiO_2$  — 74%,  $K_2O$  — 10%,  
CaO — 16%.  
16-73. 3 моль; 2 моль.  
16-74. 2,13.

## ГЛАВА 17

- 17-22. 10,7 г.  
17-24. Медь.

17-32. Голубой к катоду.  
 17-33. а) Нет; б) будет возрастать.  
 17-34. Анодом.  
 17-41. 11,2 л.  
 17-42. 0,09 моль.  
 17-51. 65,1%.  
 17-52. 2 моль.  
 17-53. 1,48 г КОН.  
 17-55. 77,1 кг.  
 17-56. 0,05 моль.  
 17-58. 1,5 моль.  
 17-59. 3,9%.  
 17-77. 42,4%.  
 17-78. 43%.  
 17-81. 94,6%.  
 17-82. 0,14 г.  
 17-83. 20 г ионов  $\text{Ca}^{2+}$ .  
 17-85. 2,5%.  
 17-91. 29,2 г.  
 17-92. 22 г.  
 17-94. 21,6%.  
 17-120. 695 г.  
 17-122. 27,8 мл.  
 17-123. 4,56 г.  
 17-124. 168 т.  
 17-138. 27,1%.  
 17-140. 32% меди.  
 17-153. 57,9% Fe, 4,7% Si.  
 17-154. 120 г.  
 17-155. 1,35%.  
 17-156. 1,68 л.  
 17-157. 144 т.  
 17-158. 0,54%.

## ГЛАВА 18

18-19. Метан.  
 18-20. Этан.  
 18-28. 10 л.  
 18-29. 5%.  
 18-31. В три раза.  
 18-37. 2,46 м<sup>3</sup>.  
 18-38. 2 м<sup>3</sup>.  
 18-39. 9,87 м<sup>3</sup>.  
 18-53.  $\text{C}_2\text{Cl}_6$ .  
 18-69. 69%.  
 18-70. 2,24 л.  
 18-71. 20 г.  
 18-72. 6,4 л этилена.  
 18-73. 1500 моль.

18-74. 1 : 1.  
 18-90. 74,3%.  
 18-91. 36,4 м<sup>3</sup>.  
 18-92. 350 л.  
 18-95.  $\text{C}_3\text{H}_8$ .  
 18-96. Примерно  $6 \cdot 10^4$  кДж.  
 18-105. 55,2%.  
 18-115. 50%.  
 18-137. 1,22 л.  
 18-138. 0,3 г.  
 18-159. 0,55 г.  
 18-173. 4,8%.  
 18-177.  $\text{HCOOH}$ .  
 18-197. 37,4 г.  
 18-198. 1 моль.  
 18-203. 66,5 т.  
 18-206. 0,0214 г.  
 18-207. 5 мл.  
 18-215. 450 г.  
 18-217. 85,4%.  
 18-218. 52 г.  
 18-232. 94,6%.  
 18-233. 0,93 г.  
 18-244. 3,17%.  
 18-246. 316.  
 18-248. РНК.  
 18-249.  $\text{C}_3\text{H}_8$ .  
 18-250.  $\text{C}_4\text{H}_8$ .  
 18-251.  $\text{C}_2\text{H}_4$ .  
 18-252.  $\text{C}_6\text{H}_6$ .

## ГЛАВА 19

19-17. 14,35 моль/л.  
 19-18. 17 кг.  
 19-32. В пробирке IV.  
 19-33. В пробирке II.  
 19-45. 0,073 нм.  
 19-76.  $\text{A} - \text{Sr}$ ,  $\text{B} - \text{Cd}$ .  
 19-81. 31,8% меди.  
 19-85. 26,3% железа.  
 19-91.  $\text{C}_2\text{H}_4$ .  
 19-92. 188 и 186.  
 19-96. Не выше 34%.  
 19-108. 1 : 5.  
 19-110.  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ .  
 19-114. Нет.  
 19-145. 122.



|   |    |
|---|----|
| <i>От издательства</i> .....                            | 3  |
| <b>Глава 1. Первоначальные химические понятия</b> ..... | 5  |
| Вещества .....  | 5  |
| Физические и химические явления .....                   | 6  |
| Атомно-молекулярная теория .....                        | 7  |
| Простые и сложные вещества .....                        | 9  |
| Относительные атомные и молекулярные массы .....        | 10 |
| Постоянство состава вещества .....                      | 12 |
| Вычисления по химическим формулам .....                 | 13 |
| Понятие о количестве вещества .....                     | 15 |
| Валентность .....                                       | 16 |
| Сохранение массы веществ при химических реакциях ...    | 17 |
| Типы химических реакций .....                           | 19 |
| <b>Глава 2. Кислород. Воздух. Горение</b> .....         | 21 |
| Способы получения кислорода .....                       | 21 |
| Свойства кислорода .....                                | 22 |
| Применение кислорода .....                              | 23 |
| Состав воздуха .....                                    | 24 |
| Горение .....   | 25 |
| Использование воздуха .....                             | 26 |
| Основные виды топлива .....                             | 27 |
| <b>Глава 3. Водород. Вода</b> .....                     | 29 |
| Получение водорода .....                                | 29 |
| Химические свойства водорода .....                      | 30 |
| Применение водорода .....                               | 31 |
| Вода. Состав воды и ее образование .....                | 31 |
| Химические свойства воды .....                          | 32 |
| <b>Глава 4. Растворы</b> .....                          | 33 |
| Растворимость .....                                     | 33 |
| Массовая доля вещества в растворе .....                 | 35 |
| Кристаллогидраты .....                                  | 37 |
| Плотность раствора и массовая доля вещества в растворе  | 38 |
| Приготовление растворов .....                           | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Молярная концентрация .....   | 41 |
| <small>http://koro.kam.ru</small>                                     |    |
| <b>Глава 5. Основные классы неорганических соединений</b> . . .       | 43 |
| Оксиды. Составление формул и вычисление состава. . . . .              | 43 |
| Классификация оксидов .....   | 44 |
| Способы получения оксидов .....                                       | 44 |
| Химические свойства оксидов .....                                     | 45 |
| Применение оксидов .....  | 46 |
| Гидроксиды металлов. Состав и классификация. . . . .                  | 47 |
| Получение и химические свойства гидроксидов .....                     | 48 |
| Кислоты. Классификация и состав кислот .....                          | 49 |
| Способы получения кислот .....  | 50 |
| Химические свойства кислот. . . . .                                   | 50 |
| Применение кислот .....   | 52 |
| Соли. Состав и классификация солей .....                              | 53 |
| Способы получения солей .....   | 54 |
| Химические свойства и применение солей .....                          | 55 |
| Генетическая связь между оксидами, гидроксидами<br>и солями. . . . .  | 57 |
| <b>Глава 6. Количественные отношения в химии</b> .....                | 60 |
| Количество вещества. Моль. . . . .                                    | 60 |
| Закон Авогадро .....  | 63 |
| Молярный объем газа .....   | 65 |
| Расчет относительной плотности газов .....                            | 66 |
| Относительная молекулярная масса<br>и молекулярная формула газа ..... | 67 |
| Соотношения объемов и масс газов при химических<br>реакциях .....     | 68 |
| Термохимические расчеты. . . . .                                      | 70 |
| <b>Глава 7. Периодический закон Д. И. Менделеева</b> .....            | 73 |
| Периодическая система .....   | 73 |
| Химические свойства элементов .....                                   | 77 |
| Свойства простых веществ. . . . .                                     | 79 |
| <b>Глава 8. Строение вещества</b> .....                               | 81 |
| Строение электронных оболочек атомов .....                            | 81 |
| Состав атомных ядер. Изотопы .....                                    | 83 |
| Виды химической связи. . . . .  | 85 |
| Электроотрицательность .....  | 86 |
| Степень окисления. . . . .  | 87 |
| <b>Глава 9. Окислительно-восстановительные реакции</b> .....          | 90 |
| Взаимодействие простых веществ между собой. . . . .                   | 90 |
| Реакции простых веществ со сложными веществами . . . .                | 91 |
| Реакции между сложными веществами .....                               | 93 |
| Внутримолекулярные реакции окисления-восстановления                   | 95 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Глава 10. Галогены</b> .....                               | 96  |
| Хлор .....  | 96  |
| Хлороводород и соляная кислота .....                          | 98  |
| Фтор, бром, йод .....   | 102 |
| Сравнительная химическая активность галогенов .....           | 105 |
| <b>Глава 11. Подгруппа кислорода</b> .....                    | 109 |
| Элементы подгруппы кислорода .....                            | 109 |
| Сера .....  | 110 |
| Сероводород .....   | 112 |
| Оксиды серы и их свойства .....                               | 114 |
| Серная кислота и ее соли .....                                | 115 |
| Производство серной кислоты .....                             | 118 |
| <b>Глава 12. Основные закономерности химических реакций</b> . | 121 |
| Скорость химических реакций .....                             | 121 |
| Химическое равновесие .....                                   | 123 |
| Защита окружающей среды .....                                 | 126 |
| <b>Глава 13. Теория электролитической диссоциации</b> .....   | 128 |
| Диссоциация оснований, кислот и солей .....                   | 128 |
| Реакции ионного обмена .....                                  | 132 |
| Гидролиз солей .....  | 135 |
| <b>Глава 14. Азот и фосфор</b> .....                          | 136 |
| Свойства азота .....  | 136 |
| Аммиак .....  | 137 |
| Соли аммония .....  | 139 |
| Оксиды азота .....  | 142 |
| Азотная кислота и ее соли .....                               | 144 |
| Производство аммиака и азотной кислоты .....                  | 146 |
| Свойства фосфора и его соединений .....                       | 148 |
| Фосфорные кислоты и их соли .....                             | 150 |
| <b>Глава 15. Минеральные удобрения</b> .....                  | 153 |
| Калийные удобрения .....                                      | 153 |
| Азотные удобрения .....                                       | 155 |
| Фосфорные удобрения .....                                     | 156 |
| Комплексные удобрения и кормовые добавки .....                | 157 |
| <b>Глава 16. Углерод и кремний</b> .....                      | 159 |
| Углерод и его оксиды .....                                    | 159 |
| Угольная кислота и ее соли .....                              | 161 |
| Свойства кремния и его соединений .....                       | 164 |
| Силикатная промышленность .....                               | 166 |
| <b>Глава 17. Металлы</b> .....                                | 168 |
| Общие свойства металлов .....                                 | 168 |

|  |            |
|--|------------|
| Электрохимический ряд напряжений металлов . . . . .  | 169        |
| Электролиз . . . . .   | 171        |
| Щелочные металлы . . . . .   | 173        |
| Кальций и его соединения . . . . .   | 176        |
| Алюминий . . . . .   | 179        |
| Железо . . . . .   | 181        |
| Способы получения металлов. Сплавы . . . . .   | 183        |
| Металлургия . . . . .  | 184        |
| <b>Глава 18. Органические соединения . . . . .</b>   | <b>188</b> |
| Предельные углеводороды. Циклопарафины . . . . .   | 188        |
| Непредельные углеводороды . . . . .  | 193        |
| Ароматические углеводороды . . . . .   | 198        |
| Природные источники углеводородов . . . . .  | 200        |
| Спирты и фенолы . . . . .  | 201        |
| Альдегиды и карбоновые кислоты . . . . .   | 204        |
| Простые и сложные эфиры. Жиры . . . . .  | 208        |
| Углеводы . . . . .   | 211        |
| Амины. Аминокислоты. Белки . . . . .   | 212        |
| Нахождение молекулярной формулы органического вещества . . . . .   | 216        |
| <b>Глава 19. Комбинированные и усложненные задачи и упражнения . . . . .</b>                               | <b>217</b> |
| <b>Примеры решения типовых расчетных задач . . . . .</b>   | <b>236</b> |
| Вычисления по химическим формулам . . . . .  | 236        |
| Вычисления по уравнениям химических реакций . . . . .  | 242        |
| Приложения . . . . .   | 254        |
| 1. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева . . . . .                                   | 254        |
| 2. Растворимость солей, кислот и оснований в воде. . . . .   | 256        |
| Ряд электроотрицательности . . . . .   | 257        |
| 3. Массовая доля растворенного вещества (в %) и плотность растворов кислот и оснований при 20 °С . . . . . | 257        |
| 4. Физические величины, используемые при решении задач . . . . .   | 259        |
| 5. Физические постоянные, используемые при решении задач . . . . .   | 260        |
| 6. Взаимосвязь единиц измерения . . . . .  | 260        |
| 7. Соотношения между единицами массы и объема, используемые при решении задач . . . . .                    | 260        |
| <b>Ответы . . . . .</b>  | <b>261</b> |



*Учебное издание*

**Гольдфарб Яков Лазаревич  
Ходаков Юрий Владимирович  
Додонов Юрий Борисович**

**ХИМИЯ**

**Задачник**

**8—11 классы**

**Учебное пособие  
для общеобразовательных учреждений**

**Ответственный редактор Н. В. Стрелецкая  
Оформление Д. С. Иванов  
Художник Д. С. Иванов  
Компьютерная верстка Д. А. Дачевский  
Технический редактор Н. И. Герасимова  
Корректор Н. С. Соболева**

**Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.15.953.Д.005481.08.04 от 25.08.2004.**

**Подписано к печати 08.04.05. Формат 60х90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.**

**Бумага типографская. Гарнитура «Школьная». Печать офсетная.**

**Усл. печ. л. 17,0. Тираж 6000 экз. Заказ № 4510042.**

**ООО «Дрофа». 127018, Москва, Суцевский вал, 49.**

**Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги  
просим направлять в учебную редакцию издательства «Дрофа»:  
127018, Москва, а/я 79. Тел.: (095) 795-05-41. E-mail: chief@drofa.ru**

**По вопросам приобретения продукции  
издательства «Дрофа» обращаться по адресу:**

**127018, Москва, Суцевский вал, 49.**

**Тел.: (095) 795-05-50, 795-05-51. Факс: (095) 795-05-52.**

**Торговый дом «Школьник».**

**109172, Москва, ул. Малые Каменщики, д. 6, стр. 1А.**

**Тел.: (095) 911-70-24, 912-15-16, 912-45-76.**

**Сеть магазинов «Переплетные птицы».**

**Тел.: (095) 912-45-76.**

**Отпечатано с готовых диапозитивов  
на ФГУИПП «Нижполиграф».**

**603006, Нижний Новгород, ул. Варварская, 32.**

ISBN 5-7107-9531-3



9 785710 795316



з а д а ч и к и . д р о ф ы .