

Я. Л. ГОЛЬДФАРБ, Ю. В. ХОДАКОВ
СБОРНИК ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ХИМИИ

для средней школы

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1978

1

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

Чистые вещества и смеси

1-1. 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.

О 1-2. При взрыве в эвдиометре 20 см^3 водорода с 10 см^3 чистого кислорода получился остаток газа объемом в 3 см^3 . Был ли водород чистым? К ответу дайте пояснения.

О 1-3. 5 г некоторого порошка полностью растворили в малом количестве кипящей воды. При охлаждении выкристаллизовалось 3 г. Эти кристаллы были отфильтрованы и растворены снова в таком же количестве кипящей воды; при охлаждении выкристаллизовалось 2,9 г. Являлся ли порошок чистым веществом или смесью веществ? Ответ поясните.

© 1-4. Какие из перечисленных ниже веществ являются смесями и какие — химически чистыми веществами: а) бензин; б) азот, полученный пропусканием воздуха через нагретый порошок меди; в) генераторный газ; г) образец бертолетовой соли, содержащей 38% кислорода; д) глюкоза (предназначенная для медицинских целей)?

1-5. 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?

1-6. Придумайте, как разделить следующие смеси, растертые в порошок: а) мел и поваренную соль; б) речной песок, сахар и древесный уголь; в) серу, железный купорос, оксид меди (II) и железные опилки.

© 1-7. Составьте план разделения смеси 4 веществ: медных, древесных и железных опилок, порошка соды.

б

Физические и химические явления

1-8. К каким явлениям — физическим или химическим — следует отнести: а) образование инея на деревьях; б) образование зеленого налета на медных предметах?

О 1-9. Дайте подробную характеристику процесса горения свечи. Какие явления здесь наблюдаются? Образуются ли при этом новые вещества и если да, то какие и как доказать их наличие? О 1-10. Имеет ли место химическое превращение при получении кислорода: а) из жидкого воздуха; б) из оксида ртути (II); в) из перманганата калия? Ответ поясните.

О 1-11. Раствор медного купороса в воде окрашен в голубой цвет. Если к такому раствору добавить нашатырного спирта, то окраска становится густо-синей. Происходит ли при этом простое смешение или же химическое превращение? Ответ поясните. Можно ли написать уравнение реакции?

О 1-12. Имеет ли место химическое превращение при: а) перегонке воды; б) сухой перегонке дерева? Ответ поясните.

Лтомно-молекулярная теория

1-13. В поэме Тита Лукреция Кара «О природе вещей» (I в. до и. 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 волна на такие мельчайшие части,
Что недоступны они совершенно для нашего взора.

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

1-14. В книге Роберта Бойля «О происхождении форм и качеств» (1666 г.) 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», а) Где говорится о химическом и где о физическом явлении? б) Каково

6

химическое название киновари и вещества, получаемого из нее одновременно с ртутью в описанном опыте? Выразите эту реакцию химическим уравнением. **0 1-15.** Джон Дальтон в своем многотомном труде «Новая система химической философии» (1808 г.) 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 этоштрывке с современной точки зрения на атом?

1-16. 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?

1-17. Приведите примеры частичек, которые можно называть и атомами и молекулами. Почему в этих случаях понятия «молекула» и «атом» совпадают?

1-18. Как объяснить, что газ, даже более тяжелый, чем воздух, нельзя сохранить в открытом сосуде?

1-19. На правой чашке весов (рис. 1) помещена открытая колба с углекислым газом, а на левой — точно такая же по массе и объему колба с водородом. Будет ли с течением времени изменяться положение чашек? Чем это объясняется?

© **1-20.** Как объясняет атомно-молекулярная теория следующие факты: а) распространение запахов; 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?

*

Простые и сложные вещества

1-21. Каким образом можно доказать, что оксид ртути (II) и вода — сложные вещества? Из каких элементов они состоят?

7

О 1-22. Мел при прокаливании . разлагается на негашеную известь и углекислый газ. Из каких химических элементов состоит мел?

О 1-23. При сгорании некоторого вещества в кислороде образуются углекислый газ, азот и вода. О присутствии каких химических элементов в веществе свидетельствует этот факт?

© 1-24. Какие из перечисленных ниже веществ являются простыми, а какие — сложными: апатит, алмаз, сода, кварц, известь, уран, кокс, бензол, мрамор?

© 1-25. Можно ли из одного сложного вещества получить другое сложное вещество с тем же самым качественным и количественным составом? Ответ мотивируйте.

Атомная и молекулярная массы

1-26. Что имеет большую массу: а) атом углерода или молекула воды; б) молекула воды или атом магния; в) атом иода или молекула кислорода?

- 1-27. Во сколько примерно раз масса молекулы азота меньше массы атома криптона?

1-28. Во сколько примерно раз масса атома аргона больше массы молекулы водорода?

1-29. В 1819 г. шведский ученый Йоганн Яков Берцелиус установил, что навеска оксида меди (II) при накаливании в токе водорода потеряла в массе 27,13 г, причем образовалось 30,52 г воды. На основании этих данных он вычислил атомную массу кислорода. Найдите величину, определенную Берцелиусом, если атомная масса водорода равна 1.

1-30. Для определения атомных масс азота и хлора пары летучего соединения — хлористого нитрозила NOCl — были пропущены последовательно через нагретые трубки (предварительно взвешенные) с металлическим серебром, медью и кальцием. При этом хлористый нитрозил разложился: хлор соединился с серебром, кислород — с медью, а азот — с кальцием. Увеличение масс трубок было соответственно равно 7,1 г; 3,2 г и 2,8 г. Рассчитайте из этих данных атомные массы хлора и азота, принимая атомную массу кислорода равной 16.

1-31. Назовите известный вам тип веществ, молекулярные массы которых состоят из молекулярных масс двух соединений.

1-32. Изменяется ли состав (в процентах) и молекулярная масса при преобразовании веществ N_2O_2 в N_2O_4 ; NH_4OCN в $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$; HF в H_2F_2 ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в CuSO_4 ? Ответ обоснуйте.

1-33. При прокаливании 20,4 г бертолетовой соли KClO_3 получили хлорид калия и кислород, причем масса уменьшилась на 8 г. Рассчитайте молекулярную массу: а) хлорида калия; б) бертолетовой соли

1-34. Углерод образует соединение с водородом, молекулярная масса которого точно такая же, как атомная масса кислорода. Напишите формулу этого соединения.

1-35. При нагревании 65,1 г оксида ртути (II) и 69,4 г оксида серебра (I) выделяются одинаковые количества кислорода, именно 4,8 г. Рассчитайте: а) молекулярные массы того и другого оксида; б) атомные массы ртути и серебра.

Вычисления по химическим формулам

1-36. Не прибегая к расчетам, найдите, в каком из нижеперечисленных соединений, формулы которых Pb_3O_4 ; PbO_2 ; PbO ; Pb_2O_3 ; PbSO_4 , содержится больше и в каком меньше свинца на единицу массы соединения.

1-37. Чего больше по массе в медном колчедане CuFeS_2 меди или железа? Задачу решите устно.

© 1-38. В чем выше содержание серы (в 'Процентах'): в сульфате меди, сульфате натрия, серной кислот'е или сульфате калия?

1-39. Порошок частично окисленного цинка содержит 0,5% кислорода. Сколько металлического цинка в этом образце в процентах, если формула оксида цинка ZnO ?

1-40. Железные руды относятся к богатым, если в них содержится более 50% железа. Относится ли к богатым руда, в состав которой входит 60% магнитного железняка Fe_3O_4 ?

1-41. Месторождения марганца, содержащие менее 15% этого металла, в настоящее время технически и экономически не целесообразно разрабатывать, т. е. их нельзя отнести к категории руды. Является ли рудным месторождение, содержащее 20% пиролюзита MnO_2 ?

1-42. Медные руды считаются богатыми, если содержат более 2% меди, и бедными, если содержат от 0,5% до 1% меди. К богатым или бедным относятся руды, содержащие: а) 2,5% халькопирита CuFeS_2 ; б) 3% борнита Cu_5FeS_4 ; в) 2,5% куприта Cu_2O ; г) 3% халькозина Cu_2S ?

1-43. В образце магнитогорской железной руды содержится 62% железа в виде минерала магнетита Fe_3O_4 . Каково содержание (в процентах) магнетита в данной руде?

1-44. При применении в качестве микроудобрения медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащего около 4% примесей, было достигнуто значительное увеличение урожая конопли. Сколько меди вносится в почву с 10 кг указанной соли?

1-45. Внесение 0,5 кг бора на гектар полностью излечивает лен от бактериоза и повышает урожай семян и волокна льна. Вычислите, какое количество буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо для внесения в почву такого количества бора.

Валентность

1-46. Какова валентность азота, фосфора, хлора, кремния и серы в соединениях, формулы которых NH_3 , PH_3 , HCl , SiH_4 , H_2S ?

О 1-47. Какова валентность элементов в соединениях, формулы которых ZnS , Cu_2S , Al_2S_3 , SnS_2 , P_2S_8 ?

1-48. Выпишите элементы, являющиеся в следующих соединениях: а) одновалентными; б) двухвалентными; в) трехвалентными; г) четырехвалентными; д) пятивалентными: Na_2O ; HCl ; Cl_2O_7 ; PH_3 ; Fe_2O_3 ; Cr_2O_3 ; MgO ; ZnO ; TiO_2 ; As_2O_5 .

1-49. Напишите формулы соединения с водородом следующих элементов: а) мышьяка (III); б) кремния (IV); в) сурьмы (III); г) германия (IV); д) брома -(I).

1-50. Напишите формулы оксидов следующих элементов: а) серебра (I); б) магния (II); в) фосфора (V); г) кремния (IV); д) вольфрама (VI).

1-51. Ксенон образует с фтором (I) соединения, в которых он двух-, четырех- и шестивалентен. Напишите формулы этих соединений.

1-52. Напишите формулы: а) двух оксидов золота, в одном из которых золото одновалентно, а в другом — трехвалентно, б) оксида кадмия (II), в) двух оксидов хрома, в одном из которых хром трехвалентен, а в другом — шестивалентен.

1-53. Фосфор образует с хлором соединения состава PCl_3 и PCl_5 . Напишите формулы оксидов фосфора, в которых фосфор проявляет такие же значения валентности, как в указанных соединениях с хлором.

1-54. В соединении кремния с водородом на 1 мae. ч. водорода приходится 7 мae. ч. кремния. (Атомная масса кремния 28.) Какова формула этого соединения и валентность кремния в нем?

1-55. В соединении кремния с кислородом на 16 мae. ч. кислорода приходится 14 мae. ч. кремния. Какова формула этого соединения и валентность кремния, если атомная масса кремния 28?

1-56. На 16 мae. ч. кислорода в одном из оксидов азота приходится 14, а в другом — 7 мae. ч. азота. Каковы формулы этих соединений и валентность азота в том и другом оксиде, если атомная масса азота 14?

Постоянству состава вещества

1-57. Сколько сульфида железа должно получиться, если взять для реакции 8 г серы и 28 г железа?

1-58. В эвдиометре взорвана смесь 4 мл водорода с 4 мл кислорода. Какой газ останется после взрыва? Каков его объем¹?

1-59. В эвдиометре взорвана смесь 10 мл водорода с 4 мл кислорода. Какой газ останется после взрыва? Каков его объем?

1-60. Сколько граммов нужно взять порошка серы и цинка, чтобы получить 194 г сульфида цинка?

¹ Если в задаче не указаны условия, то измерения объема газа до и после опыта следует считать одинаковыми.

1-61. Французский химик Луи Жозеф Пруст, открывший закон постоянства состава, доказал его, в частности, и на оксидах олова: SnO и SnO_2 . Однако Клод Луи Бертолле считал, что соотношения химических элементов в соединении могут быть любыми и зависят от массы взятых для реакции веществ и доказывал это экспериментально, наблюдая постепенное увеличение количества кислорода при образовании оксида того же олова, нагревая его на воздухе и в токе кислорода. Кто же прав? Как установить истину, опираясь на те же опыты?

1-62. Может ли при образовании воды 1,68 г кислорода вступить в реакцию с 0,25 г водорода? Ответ поясните.

1-63. Из 1,59 г оксида меди (полученного накаливанием меди в струе кислорода) при восстановлении водородом образовалось 0,36 г воды. Из 1,99 г оксида меди (II) (полученного при нагревании малахита) образовалось при восстановлении водородом 0,45 г воды. Подтверждают ли эти данные закон постоянства состава?

1-64. В чистую, предварительно взвешенную пробирку, положили 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 была меньше ранее найденной на 0,12 г. Что осталось в пробирке после нагревания — чистая ртуть или же смесь ртути и оксида ртути?

Сохранение массы веществ при химических реакциях

1-65. Сколько углекислого газа выделилось при разложении 2,21 г малахита, если при этом образовалось 1,59 г оксида меди (II) и 0,18 г воды?

1-66. Покажите справедливость закона сохранения массы веществ М. В. Ломоносова на следующих явлениях: 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 нефти всегда больше массы сгоревшей нефти; в) превращение белого фосфора в красный и обратно не сопровождается изменением массы.

1-67. В толстостенной стеклянной запаянной ампуле нагрели смесь, состоящую из 2,17 г оксида ртути (II) и 0,64 г серы. Какие вещества и в каком количестве образовались в ампуле? Изменилась ли общая масса?

1-68. 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 навеске?

1-69. 18,47 г оксида свинца нагревалось в токе водорода. После того как нагревание было прекращено, количество оставшегося оксида и образовавшегося свинца составляло 18,07 г. Сколько воды образовалось в этом опыте?

11

1-70. Небольшое количество смеси малахита и порошка алюминия прокалили на воздухе, но масса при этом не изменилась. Что произошло и в каком отношении (в процентах) находились в первоначальной навеске малахит и алюминий?

1-71. Какое количество оксида меди (II), воды и углекислого газа должно получиться при разложении 111 г малахита $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$?

1-72. Одинаковое ли количество воды образуется при восстановлении водородом 10 г оксида меди Cu_2O и 10 г оксида меди CuO ? Ответ подтвердите расчетом.

1-73. Сколько граммов воды разложилось при действии электрического тока, если получилось: а) 2 г водорода; б) 2 г кислорода?

1-74. Изобретатель космических ракет К. Э. Циолковский в качестве источника энергии для их движения в космосе предложил использовать горение водорода в кислороде. В каком соотношении должны подаваться водород и кислород в камеру сгорания ракетного двигателя, чтобы не было перерасхода ни того ни другого?

1-75. При восстановлении водородом навесок оксида меди Cu_2O и оксида свинца Pb_3O_4 в каждом случае было получено по 3,6 г паров воды. Какие количества оксидов были взяты

для реакции? © 1-76. При нагревании оксида ртути (II) с углем получается газ, не поддерживающий дыхания, в котором гаснет зажженная лучинка и от которого мутится известковая вода. Какое еще вещество при этом получается? Сколько нужно взять исходных веществ, чтобы получить 5ДЗ л этого газа (при н. у.)?

1-77. Сколько нужно взять оксида железа Fe_2O_3 и оксида олова SnO_2 , чтобы при восстановлении углем получить по 10 г металла? 1-78. При восстановлении оксидов ZnO , CuO , Fe_3O_4 и PbO_2 оксидом углерода при нагревании было получено по 10 г каждого металла. Сколько всего литров оксида углерода (измеренного при н. у.) было израсходовано?

О 1-82. В одну часть герметически закрытого прибора (рис. 2) поместили 1,35 г порошка алюминия, а в другую — оксид серебра (I) и одновременно прокалили. К какому типу реакций относится процесс в каждой части прибора и сколько было взято оксида серебра (I), если состав воздуха в приборе не изменился?

2

ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Оксиды. Составление формул

и вычисление состава вещества (в процентах)

0 2-1. Напишите формулы оксидов K, Ba, Al, Si, P, S, Cl, Os, зная, что валентность элемента соответствует номеру группы периодической системы.

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

2-3. 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 .

2-4. Ниже приведены формулы ряда оксидов. Укажите, в каком из них содержание (в процентах) кислорода наибольшее и в каком — наименьшее: NO ; CaO ; MnO ; FeO ; MgO ; CO ; BaO ; CuO ; HgO ; ZnO .

2-5. Одинаковое ли количество железа содержится в 1 кг Fe_2O_3 и в 1 кг Fe_3O_4 ?

2-6. На завод была доставлена руда, содержащая 4640 т магнитного железняка Fe_3O_4 . Сколько железа содержится в этом количестве руды?

2-7. При анализе одного образца руды в нем было найдено 2,8 г железа. Какому количеству оксида железа (III) это соответствует?

2-8. Составьте формулы оксидов перечисленных ниже элементов, исходя из следующих данных:

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

Способы получения оксидов

2-9. Приведите пример, когда при нагревании одной соли образуется сразу три оксида.

2-10. Карбонат магния при нагревании разлагается на два оксида. Рассчитайте, какое количество каждого оксида образуется при разложении 210 кг карбоната магния.

2-11. В технике оксид бария получают путем нагревания нитрата бария, при этом образуется еще оксид азота (IV) и кислород. Рассчитайте, какое количество оксида бария можно получить из 5,2 кг нитрата бария.

0 2-12. При прокаливании оксида меди (II) теряется половина кислорода и образуется новый оксид меди (I). Сколько граммов

13

оксида меди (II) прокалили, если образовалось 22,4 л кислорода (при н. у.)?

2-13. Оксид цинка ZnO получают сжиганием цинковой пыли в присутствии воздуха в специальных ретортах. Считая для простоты, что цинковая пыль состоит из чистого цинка, рассчитайте, сколько потребуется цинковой пыли для получения 40,5 кг оксида цинка.

© 2-14. 18,47 г оксида свинца нагревалось в токе водорода. После того как нагревание было прекращено, количество оставшегося оксида и образовавшегося свинца составляло

18,07 г. Сколько оксида водорода образовалось при этом опыте?

2-15. Обычное стекло часто выражают формулой в виде оксидов $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$. Какое количество оксида кремния необходимо для получения 1 кг стекла?

Химические свойства оксидов

2-16. Какие из оксидов, формулы которых CaO ; SiO_2 ; CuO ; Al_2O_3 ; CO ; N_2O_3 ; Kf ; SO_3 ; Fe_2O_3 , будут реагировать с водой при обычных условиях и что при этом образуется? Напишите уравнения возможных реакций.

2-17. При прокаливании оксида марганца MnO_a образуется оксид марганца состава Mn_3O_4 и кислород. Какое количество оксида марганца (IV) нужно прокалить, чтобы получить 1 л кислорода (измеренного при н. у.)?

2-18. Могут ли оксиды разных элементов реагировать друг с другом? Ответ мотивируйте.

2-19. Приведите примеры взаимодействия оксидов с кислотами, со щелочами и таких оксидов, которые могут реагировать как с кислотами, так и со щелочами.

2-20. Могут ли оксиды реагировать с солями? Ответ мотивируйте.

Применение оксидов

2-21. Некоторые оксиды применяют в лабораторной практике в качестве осушителей (т. е. веществ, поглощающих воду). Какие из оксидов, формулы которых приведены ниже, пригодны для этой цели: CuO ; BaO ; CaO ; P_2O_5 ; Fe_3O_4 ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2-22. Какие оксиды применяются в строительстве?

2-23. В XIX в. оксид бария широко применяли для получения кислорода из воздуха. При нагревании на воздухе начиная с 500°C образуется пероксид бария BaO_2 , но при дальнейшем нагреве свыше 700°C снова образуется оксид бария. Напишите уравнение этих реакций.

2-24. Угарный газ CO не задерживается обычным фильтрующим противогазом. Для защиты от него применяют дополнительный гопкалитовый патрон, в котором угарный газ окисляется оксидом марганца MnO_2 .

Напишите уравнения реакций.

2-25. Кукуруза на площади 1 га в сутки потребляет около 1 т углекислого газа. Какое количество углерода усваивается при этом растениями?

Основания. Получение

и химические свойства оснований

2-26. Напишите структурные формулы гидроксидов следующих металлов: лития (I), марганца (II), свинца (II), хрома (III), железа (III), олова (IV), марганца (IV). От чего зависит количество гидроксильных групп в основаниях?

2-27. Выпишите формулы гидроксидов нерастворимых и растворимых в воде: $\text{Zn}(\text{OH})_2$; $\text{Fe}(\text{OH})_3$; $\text{Ba}(\text{OH})_2$; NaOH ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$; $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Как называется та и другая группа гидроксидов? Какое название является более общим?

2-28. Найдите формулы гидроксидов, имеющих следующий состав:

1) Mn — 61,8 %; O — 36,0 %; H — 2,3 %;

2) Sn — 77,7 %; O — 21,0 %; H — 1,3 %;

3) Pb — 75,3 %; O — 23,2 %; H — 1,5 %.

2-29. Как получить гидроксид магния, исходя из магния, кислорода и воды? Напишите уравнения реакций. Можно ли подобным путем получить гидроксид меди?

2-30. Если кипятить магний с водой, подкрашенной лакмусом в красный цвет, то окраска раствора вскоре из красной становится синей. Почему? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2-31. Натронная известь представляет собой смесь гидроксидов натрия и кальция. На чем основано применение этой смеси для поглощения углекислого газа? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Кислоты. Классификация и состав кислот

*2-32. Какие известные вам: а) газы, б) жидкие соединения, в) твердые соединения образуют при взаимодействии с водой кислоты? О 2-33. Расположив в ряд галогеноводородные кислоты по их силе, укажите, имеется ли связь между последней и электроотрицательностью образующих эти кислоты галогенов.
2-34. Приведите по одной формуле кислот разной основности. О 2-35. Можно ли сказать, что относительная сила бескислородных кислот тем больше, чем легче кислота отдает протон?
2-36. Укажите валентность кислотных остатков, входящих в состав солей, формулы которых MgBr_2 ; $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$; KMnO_4 ; Na_2CO_3 ; AlPO_4 ; CuSO_4 ; $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$; Al_2S_3 ; PbCl_4 ; KJ .

15

О 2-37. Найдите формулы кислот, имеющих следующий состав:

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

© 2-38. Солью каких кислот являются ляпис AgNO_3 и бертолетова соль KCIO_3 . Напишите формулы этих кислот и их магниевых солей.

Способы получения кислот

2-39. Оксид фосфора (V), представляющий собой белое твердое вещество, на воздухе расплывается. Какая химическая реакция при этом происходит? Напишите соответствующее уравнение. © 2-40. До начала XX в. единственным способом получения азотной кислоты являлось получение ее из натриевой селитры NaNO_3 . Напишите уравнение реакции селитры с концентрированной серной кислотой и объясните, почему эта реакция осуществима, учитывая, что азотная кислота более сильная, чем серная. © 2-41. Чистую фосфорную кислоту в лаборатории можно получить, окисляя элементарный фосфор раствором азотной кислоты. Напишите уравнение реакции.
2-42. Какое количество азотной кислоты можно получить из 1-кг калийной селитры KNO_3 при ее взаимодействии с избытком концентрированной серной кислоты?

Химические свойства кислот

2-43. Концентрированная серная кислота и оксид фосфора (V) часто применяются в эксикаторах как осушители. Что происходит при этом с ними?
2-44. М. В. Ломоносов впервые установил отличие между явлениями растворения металла в кислоте и растворением соли в воде. В чем именно оно заключается?
2-45. На чашках весов уравновешены стаканчики с некоторым количеством соляной кислоты одинаковой концентрации. В один стаканчик опустили кусок цинка, а в другой — точно такое же количество магния. В каком положении будут чашки весов после окончания реакции: а) если металлы были в избытке, б) если в избытке была кислота?
2-46. При паянии употребляют так называемую травленную кислоту. Приготавливают ее действием цинка на соляную кислоту до прекращения реакции. Напишите уравнение и рассчитайте, сколько цинка пойдет на травление кислоты, содержащей 12 г HCl .
2-47. В промышленности железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ получают как побочный продукт на металлообрабатывающих заводах. Какое количество железного купороса получится из 1 т железа? О 2-48. «Свинцовый сахар» (ядовит!), или ацетат свинца $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$, по одному из способов приготавливается действием ук-

16

сусной кислоты на оксид свинца (II). Сколько оксида свинца нужно взять для получения 65 кг свинцового сахара?

2-49. Как из негашеной извести CaO получить хлорид кальция и нитрат кальция? Напишите уравнения реакций.

2-50. В лаборатории потребовалось нейтрализовать раствор, содержащий 196 г серной кислоты. Для нейтрализации вначале был прибавлен раствор, содержащий 60 г NaOH , а дальнейшую нейтрализацию производили KOH . Сколько граммов гидроксида калия было израсходовано на нейтрализацию раствора?

2-51. Смесь оксида меди (II) с медью обработали раствором соляной кислоты и профильтровали. Что осталось на фильтре и что перешло в раствор? Ответ поясните.

2-52. Если в лаборатории щелочь попала на тело или в глаза, то сначала следует быстро промыть холодной водой, а затем обожженные щелочью участки тела 2-процентным раствором уксусной кислоты CH_3COOH , а глаза — 2-процентным раствором борной кислоты H_3BO_3 . После нейтрализации щелочи снова промыть обожженные участки холодной водой. Напишите уравнения реакций нейтрализации NaOH .

Соли. Состав и классификация солей

2-53. Ниже приведены формулы некоторых солей, часто применяемых в домашнем обиходе, в промышленности, в сельском хозяйстве, медицине: питьевая сода NaHCO_3 ; кальцинированная (стиральная) сода Na_2CO_3 ; мел, мрамор, известняк CaCO_3 ; поташ K_2CO_3 ; сулема HgCl_2 ; калийная селитра KNO_3 ; каломель Hg_2Cl_2 ; ляпис AgNO_3 ; поваренная соль NaCl . Дайте этим солям химическое название и укажите, какие из них являются ядовитыми. О 2-54. Напишите формулы следующих солей: сульфата калия, нитрата бария, карбоната натрия, ортофосфата кальция, сульфата цинка, сульфида железа, хлорида меди, силиката калия, сульфита натрия, бромид алюминия, иодида калия.

О 2-55. Напишите по два примера основной, средней и кислой солей. Дайте им химическое название и укажите, как их можно получить.

2-58. Какие двойные соли вы знаете? Напишите их формулы и дайте химическое и тривиальное (обычное) название. ^Т 2-57. Из следующего перечня солей, формулы

которых приведены ниже, выберите отдельно а) основные соли; б) средние (нормальные) соли; в) кислые соли; г) кристаллогидраты; д) двойные соли: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; NaHCO_3 ; K_2SO_4 ; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$; NH_4NO_3 ; $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$; CaCO_3 ; ZnS ; BaCl_2 ; CaOCl_2 ; $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$; KHS ; Na_2HPO_4 .

17

Способы получения и химические свойства солей

2-58. 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.

2-59. Как получить сульфат магния, исходя из а) магния; б) оксида магния; в) гидроксида магния; г) карбоната магния? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2-60. К раствору, содержащему 40 г сульфата меди, прибавили 12 г железных опилок. Рассчитайте, останется ли в растворе сульфат меди после того, как закончится реакция.

2-81. Оксид цинка, применяемый для производства хлорида цинка, может содержать в виде примесей оксид железа, оксид алюминия и оксид кремния. Какими солями будет загрязнен хлорид цинка? Напишите формулы этих солей и дайте им названия.

2-62. К раствору, содержащему 49 г серной кислоты, прибавили 20 г гидроксида натрия. Какая соль осталась в чашке после того, как полученный раствор выпарили досуха?

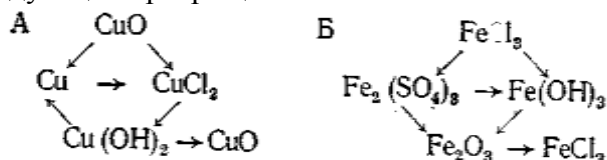
2-63. Как из негашеной извести, соды и воды получить гидроксид натрия? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2-64. 14 г оксида кальция обработали раствором, содержащим 35 г азотной кислоты. Сколько граммов соли образовалось?

2-65. 10 г оксида магния обработали раствором, содержащим 28 г серной кислоты. Сколько граммов соли образовалось?

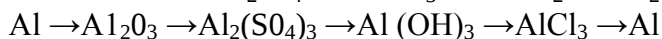
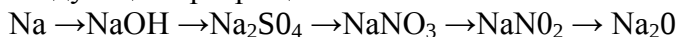
Генетическая связь между оксидами, гидроксидами и солями

© 2-66. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



О 2-67. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить

следующие превращения:



2-68. Могут ли находиться совместно в растворе: а) NaOH и HBr, б) Ba(OH)₂ и FeCl₃, в) NaCl и KOH? Дайте обоснованный ответ и приведите уравнения соответствующих реакций. О 2-69. Даны следующие вещества: оксид бария, сульфат желе-

18

за (III), вода, серная кислота, оксид меди (II). Как, используя эти вещества, получить: а) гидроксид бария, б) гидроксид железа, в) гидроксид меди? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2-70. Как, исходя из железа и имея все необходимые реактивы, получить гидроксид железа (II)? Напишите уравнения реакций.

2-71. Требуется, исходя из угля и кальция, получить карбонат кальция. Какое еще вещество необходимо для этого? Напишите уравнения реакций.

О 2-72. Как, используя железо, серу, воду и кислород, получить два оксида, две соли и две кислоты? Ответ поясните уравнениями реакций.

О 2-73. 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.

О 2-74. Приведите примеры образования кислот из: а) двух жидких веществ, б) газообразного и жидкого веществ, в) твердого и жидкого веществ.

О 2-75. Приведите примеры образования солей из: а) двух газообразных веществ, б) двух твердых веществ, в) твердого и газообразного веществ.

2-76. Какие из известных вам типов соединений могут образоваться при действии кислоты на растворы солей? Приведите примеры.

2-77. Какие из известных вам типов соединений могут образоваться при действии раствора щелочи на растворы солей? Приведите примеры.

2-78. В раствор, содержащий 10 г гидроксида натрия, прилили раствор, содержащий 10 г азотной кислоты. Какова реакция полученного раствора: кислая, щелочная или нейтральная?

2-79. 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 магnezия превращается в жженую магnezию, причем масса жженой магnezии почти в 2 раза меньше, чем масса взятой белой магnezии; 2) при обработке белой магnezии серной кислотой происходит сильное вскипание и образуется эпсомская соль; 3) жженая магnezия с серной кислотой дает ту же соль, но без вскипания; 4) если на эпсомскую соль подействовать поташом, то выпадает осадок белой магnezии, 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 магnezии входит какое-то летучее вещество (оно было названо фиксированным воздухом), которое выделяется из белой магnezии при ее прокаливании или при действии на нее кислоты.

19

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

3

РАСТВОРЫ

Растворимость

- 3-1. Путем выпаривания досуха 200 г насыщенного при 10°C раствора хлорида натрия получено 52,64 г соли. Чему равна растворимость хлорида натрия в воде при 10°C?
- 3-2. Растворимость нитрата натрия при 10°C равна 80,5 г. Сколько граммов этой соли можно растворить в 250 г воды при 10°C?
- 3-3. Имеется ненасыщенный раствор нитрата калия. Укажите два способа, с помощью которых можно из него приготовить насыщенный раствор.
- 3-4. Имеется насыщенный при 10°C раствор хлорида калия. Укажите два способа, с помощью которых можно приготовить из него ненасыщенный раствор.
- 3-5. В фарфоровую чашку массой 11,64 г налит насыщенный при 15°C раствор нитрата калия. Масса чашки с раствором 106,4 г, а после выпаривания раствора — 30,54 г. Найдите растворимость нитрата калия при указанной температуре. Результат расчета проверьте по рисунку 3.
- 3-6. Из 12,86 г насыщенного при 15°C водного раствора хлорида бария путем выпаривания воды получено 4,11 г кристаллогидрата $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Найдите растворимость хлорида бария BaCl_2 (т. е. безводной соли). Проверьте результат расчета по рисунку 3.
- 3-7. Для растворения 84 г кристаллогидрата $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ при 15°C требуется 100 г воды. Рассчитайте растворимость хлорида стронция (безводной соли).
- 3-8. Из каких солей, кривые растворимости которых представлены на рисунке 3, и как можно приготовить растворы, содержащие больше растворенного вещества, чем растворителя?
- 3-9. Какое наименьшее количество воды следует взять для растворения 7,5 г сульфата калия при 45°C?
- ¹ Задачи этого раздела решаются с использованием графиков (рис. 3).
- 4-20. Сколько граммов водорода получится при действии 0,5 моль цинка и сколько граммов водорода при этом получится?
- 4-22. Сколько граммов водорода потребуется для полного восстановления: а) 0,3 моль оксида меди (II); б) 20 г оксида меди (II)?
- 4-23. Какое количество серной кислоты пойдет на нейтрализацию смеси 20 г гидроксида натрия и 14 г гидроксида калия?
- 4-24. Сколько граммов алюминия потребуется для получения из кислоты такого же количества водорода, сколько его получается при действии 1 моль цинка?
- 4-25. Какого металла — натрия, магния, алюминия или цинка — потребуется меньше всего для получения 1 г водорода из соляной кислоты?
- 4-26. Хватит ли раствора, содержащего 10 г серной кислоты, чтобы превратить 56 г железа в соответствующую соль?
- 4-27. Реакция между железом и сульфатом меди выражается уравнением:
$$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$$
- Сколько граммов меди может быть вытеснено при действии на избыток раствора сульфата меди 14 г железа?
- 4-28. Сколько граммов водорода получится при действии 13 г цинка на раствор, содержащий 35 г серной кислоты?
- 4-29. Каково общее число атомов в 1 моль CO_2 ?
- 4-30. Сколько граммов хлорида натрия можно получить, смешав 20 г гидроксида натрия с 100 г 20-процентной соляной кислоты и полностью выпарив раствор?
- 4-31. Сколько граммов сульфата меди образуется при растворении 40 г оксида меди (II) в растворе, содержащем 100 г серной кислоты? © 4-32. Сколько граммов кислорода пойдет на окисление 1 моль:
- а) цинка; б) магния; в) алюминия; г) меди до оксида меди (I)? 4-33. Одинаковые ли количества кислорода можно получить при разложении: а) 1 моль оксида серебра (I) и 1 моль оксида ртути (II); б) 1 г оксида серебра и 1 г оксида ртути (II)?

4-34. Кукуруза на площади 1 га в сутки потребляет около 1 т углекислого газа. Какое количество углерода усваивается при этом растениями?

Вычисление абсолютных масс и объемов атомов и молекул

4-35. Вычислите массу в граммах: а) одного атома серебра, б) одной молекулы воды.

4-36. Во сколько раз абсолютная масса одного атома алюминия больше абсолютной массы одного атома бериллия? Можно ли ответить на этот вопрос, не прибегая к вычислениям?

4-37. Зная плотность меди ($8,92 \text{ г/см}^3$), вычислите объем, приходящийся на один атом меди в ее кристаллической решетке.

27

4-38. Можно ли считать радиусы атомов углерода в графите и алмазе одинаковыми?

4-39. Вычислите объем, приходящийся на один атом платины и один атом свинца в их кристаллических решетках. Плотности этих металлов равны соответственно $21,5$ и $11,3 \text{ г/см}^3$.

Закон Авогадро

4-41. Плотность жидкого кислорода при -183°C $1,14 \text{ г/см}^3$. Во сколько раз увеличится объем кислорода при переходе его из жидкого в газообразное состояние при нормальных условиях?

4-42. Смешаны 5 л азота с 1 л кислорода. Сколько молекул азота приходится в этой смеси на одну молекулу кислорода?

4-43. На весах уравновешен стакан емкостью 0,5 л, после чего воздух из него вытеснен углекислым газом. Какой груз и на какую чашку весов нужно положить, чтобы восстановить равновесие? Расчет вести для нормальных условий.

4-44. При одинаковых условиях взято 1 л водорода, 3 л аммиака и 2 л воздуха. Где больше всего молекул? Как относятся между собой числа, выражающие количество молекул в каждом объеме? Всегда ли при равных условиях сохраняются эти отношения?

4-45. Закон Авогадро может быть сформулирован так: 1 м^3 любого газа и любой смеси газов содержит при нормальных условиях одно и то же число молей. Рассчитайте, какое именно.

4-46. Исходя из условия задачи 4-45 и состава воздуха: 78% азота, 21% кислорода, 1% аргона (по объёму), рассчитайте, сколько молей каждого из этих газов содержится в 1 м^3 воздуха (при н. у.) и какова масса 1 м^3 воздуха (при н. у.).

© 4-47. Пользуясь ответами задач 4-45 и 4-46, рассчитайте, какова должна быть молекулярная масса газа, если бы этот газ имел одинаковую плотность с воздухом, и выпишите все: а) простые вещества, б) водородные соединения (их 4), в) оксиды, представляющие газы (при н. у.).

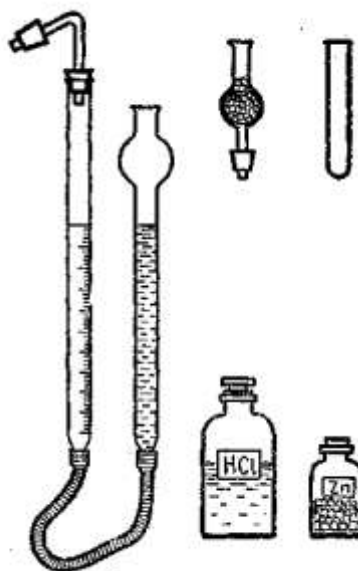
© 4-45. Английский ученый Кавендиш впервые определил плотность водорода в приборе, представленном (в разобранном виде)

* н. у. — нормальные условия (0°C , 760 мм рт. ст.)

28

на рисунке 4. В трубке помещено вещество, поглощающее водяные пары. В нашем распоряжении металлический цинк, раствор соляной кислоты и точные весы. Как следует произвести опыт в этом приборе (опишите последовательные действия) и как на основании полученных числовых данных определить молекулярную массу водорода?

Во время выполнения опыта допускается произвести взвешивание только два раза. Предполагается, что опыт проводится при нормальных условиях. Больше или меньше истинного получилась бы молекулярная масса водорода, если бы в опыте не было использовано вещество, поглощающее водяные пары?



Р и с. 4

Объем моля газа

4-49. Какой объем займут* (при н. у.): а) 0,2 моль водорода, б) 0,2 моль кислорода, в) 0,2 моль азота, г) 0,2 моль воды (при 4°C)?

4-50. Какой объем займет (при н. у.) смесь, состоящая из 2,35 моль кислорода, 0,65 моль азота, 1,31 моль оксида углерода (IV) и 0,69 моль оксида серы (IV)? Задачу решите в два арифметических действия.

4-51. Жидкий кислород перевозят на автомобилях в транспортных танках, вмещающих 3,2 т кислорода. Какой объем (при н. у.) займет такое количество газообразного кислорода?

4-52. Баллон со сжатым водородом вмещает 0,5 кг водорода. Какой объем займет это количество водорода при нормальных условиях?

4-53. Один из типов установок для получения кислорода из воздуха производит в час около 1200 м³ газообразного кислорода 99-процентной чистоты. Сколько это составит в расчете на тонну, если принять, что объем отнесен к нормальным условиям?

4-54. Резервуар емкостью 50 м³ вмещает 25 т жидкого аммиака. Во сколько раз больше должен быть объем газгольдера (резервуар для хранения газов), чтобы он вместил это количество аммиака в виде газа при нормальных условиях?

4-55. Во сколько раз увеличится объем воды в результате превращения ее в водяной пар при нормальных условиях?

4-56. Сколько примерно молекул содержится в 0,75 л углекислого газа (при н. у.)?

29

4-57. Какой примерно объем (при н. у.) займут $2,41 \cdot 10^{25}$ молекул хлора и такое же количество молекул углекислого газа?

4-58. Вычислите, сколько молекул оксида серы (IV) содержится в 560 мл (при н. у.) и в таком же объеме водорода.

4-59. Какова масса $3,61 \cdot 10^{24}$ молекул азота при нормальных условиях? Что в условиях этой задачи является излишним?

Расчет относительной плотности газов

4-60. Какова: а) плотность воздуха по водороду; б) плотность водорода по воздуху¹?

4-61. Плотность некоторого газа по водороду равна 2. Какова его плотность по воздуху?

4-62. Во сколько раз легче или тяжелее воздуха¹: а) водяные пары; б) сероводород; в) гелий?

4-63. Рассчитайте плотность по водороду следующих газов: а) хлороводорода HCl, б) бромоводорода HBr, в) иодоводорода HI.

4-64. Какие известные вам газообразные соединения легче воздуха?

- 4-65. Увеличивается или уменьшается грузоподъемность дирижабля при замене водорода на гелий?
- 4-66. Какой из двух газов для наполнения воздушных шаров — гелий или водород — легче и во сколько раз? Почему отдается предпочтение первому из этих газов?
- 4-67. Найдите плотность аргона: а) по водороду; б) по воздуху.
- 4-68. Во сколько раз аммиак NH_3 легче или тяжелее воздуха?
- 4-69. Какой воздух легче — сухой или влажный (содержащий водяные пары)? Дайте обоснованный ответ.
- 4-70. Для тушения пожаров применяется летучая негорючая жидкость, представляющая собой соединение углерода с хлором. Валентность углерода в этом соединении такая же, как у углерода в углекислом газе. Назовите это вещество и рассчитайте плотность его паров: а) по воздуху, б) по углекислому газу.
- 4-71. Какие из перечисленных ниже газов при выпуске в воздух будут подниматься вверх, а какие — опускаться вниз: а) оксид азота N_2O , б) ацетилен C_2H_2 , в) хлороводород HCl , г) неон Ne ?
- 4-72. Может ли существовать соединение серы, пары которого легче воздуха? Дайте обоснованный ответ.
- 4-73. Найдите плотность по водороду смеси водорода с гелием, содержащей 50% гелия (по объему).
- 4-74. Рассчитайте плотность по водороду газообразной смеси азота с этиленом C_2H_4 , содержащей 35,4% азота. Какое из данных задачи является лишним? Почему?
- 4-75. «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 такой воздух обычного и во сколько раз?
- 4-76. Какой груз (включая оболочку и оснастку) может поднять аэростат емкостью 1000 м^3 , если полет производится при нормальных условиях, а аэростат наполнен гелием?
- Молекулярная масса
и молекулярная формула газа
- 4-77. Плотность газа по воздуху равна 2. Какова молекулярная масса газа?
- 4-78. Плотность газа по гелию равна 0,5. Какова молекулярная масса газа?
- 4-79. Рассчитайте молекулярные массы газов, плотность которых по гелию равна: а) 11; б) 7; в) 0,5; г) 8; д) 4.
- 4-80. Какова химическая формула оксида углерода, имеющего такую же плотность, как азот?
- 4-81. Напишите формулу и название оксида серы, если известно, что он вдвое тяжелее кислорода.
- 4-82. Соединение фосфора с водородом представляет собой газ, одинаковый по плотности с сероводородом H_2S . Найдите химическую формулу этого соединения.
- 4-83. При действии хлора на олово образуется хлорид олова, молекула которого состоит из 5 атомов. Зная, кроме того, что плотность паров хлорида олова по водороду около 130, найдите его формулу.
- 4-84. Плотность паров ртути по воздуху при 446°C равна 6,92. Каков состав молекул ртути в парах?
- 4-85. Плотность паров цинка по водороду при 1400°C приблизительно равна 33. Каков состав молекул цинка в парах?
- 4-86. Белый фосфор — одно из аллотропных видоизменений элемента фосфора. Плотность по водороду паров белого фосфора равна 124. Найдите формулу белого фосфора.
- 4-87. Сколько атомов в молекуле серы при 500°C и при 1160°C , если плотности паров серы по воздуху при этих температурах соответственно равны 6,55 и 2,2?

4-88. Соединение содержит вдвое больше атомов водорода, чем углерода; его плотность по водороду равна 14. Найдите формулу соединения.

Соотношения объемов и массы газов при химических реакциях

4-89. В каком объемном соотношении должны быть смешаны оксид углерода (II) и кислород, чтобы при поджигании газы полностью прореагировали? Каково соотношение объемов получившегося углекислого газа и исходной смеси газов?

31

4-90. При сжигании угля в избытке кислорода или воздуха не происходит изменение объема (если сравнение объемов производится при одинаковой температуре). Объясните почему.

4-91. Увеличивается, уменьшается или остается неизменным объем газов при сжигании серы в кислороде, если измерения объема газов до и после опыта производятся при одних и тех же условиях? 4-92. Во сколько раз объем кислорода, вступающего в реакцию при окислении сероводорода H_2S до оксида серы SO_3 и воды, превышает объем сероводорода?

4-93. При окислении газообразного аммиака NH_3 кислородом в присутствии катализатора образуются оксид азота NO и вода. Составьте уравнение этой реакции и укажите, какой объем кислорода вступает в реакцию с 20 л аммиака. Задачу решите устно. О 4-94. Какой объем кислорода вступит в реакцию при сгорании 14 м^3 смеси водорода с оксидом углерода?

4-95. Уголь был сожжен в.. четырехкратном количестве воздуха по сравнению с теоретически потребным. Рассчитайте: а) состав (в процентах по объему); б) массу 1 л образовавшейся газовой смеси (в пересчете на н. у.).

4-96. При сжигании водорода в избытке кислорода объем газовой смеси после охлаждения до прежней (комнатной) температуры сократился на 27 мл. Каков был объем водорода?

4-97.-6 мл водорода сожгли в избытке кислорода. На сколько сократился объем газовой смеси после охлаждения ее до прежней (комнатной) температуры?

4-98. Аммиак горит в хлоре. Продукты горения — азот и хлороводород. В каких объемных соотношениях: а) реагируют при этом аммиак и хлор; б) получаются азот и хлороводород?

4-99. В каком соотношении объемов 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?

4-100. Атмосферный воздух содержит 20,9% кислорода (по объему), а выдыхаемый человеком воздух содержит 16,5% кислорода и 4% углекислого газа. Рассчитайте, сколько (в процентах) потребляемого при дыхании кислорода расходуется на образование углекислого газа.

4-101. Находясь в полном покое, человек расходует в минуту 0,24 л кислорода, а выдыхает 0,19 л углекислого газа. Сколько (в процентах) кислорода идет при этом на образование, углекислого газа?

4-102. При окислении железа до оксида железа состава Fe_3O_4 в реакцию вступило 89,6 л кислорода (измеренного при н. у.). Сколько граммов железа окислилось и сколько молей оксида образовалось?

4-103. Сожгли 15,5 г фосфора. Какой объем (измеренного при н. у.) кислорода при этом вступил в реакцию и сколько молей

4-104. Свинцовая краска сурик Pb_3O_4 может быть получена: а) прокаливанием оксида свинца PbO , б) прокаливанием на воздухе глета PbO . Какой объем кислорода (измеренного при н. у.) выделится или затратится в том и другом случае при образовании 1 моль сурика?

4-105. При растворении в кислоте 2,33 г смеси железа и цинка было получено 896 мл водорода (измеренного при н. у.). Сколько граммов железа и цинка содержалось в смеси?

4-106. Какой объем воздуха (измеренного при н. у.) требуется по расчету для полного сгорания 1 кг антрацита следующего состава: 96,0% углерода, 2% водорода, 1% кислорода

и 1% азота?

4-107. Какие объемы водорода и кислорода (измеренных при н. у.) должны прореагировать, чтобы образовался 1 г воды?

4-108. Какой объем жидкой воды получится при сгорании 112 л водорода (измеренного при н. у.) в избытке кислорода?

4-109. Хватит ли 15 л (измеренного при н. у.) кислорода для сжигания 4 г серы?

4-110. При действии цинка на соляную кислоту было получено 4,48 л водорода (измеренного при н. у.). Сколько цинка вступило в реакцию?

4-111. Сколько литров водорода (измеренного при н. у.) получится при растворении в кислоте смеси 1 моль цинка с 2 моль алюминия?

4-112. Каковы масса и объем (н. у.) водорода, образующегося при растворении в кислоте 1,00 г сплава следующего состава: 5% алюминия, 2% цинка, 93% магния?

4-113. Каков состав (в процентах) алюминиево-медного сплава, если при обработке 1,00 г его избытком кислоты выделилось 1,178 л водорода (в пересчете на н. у.)?

4-114. Какой объем водорода (измеренного при н. у.) выделится при растворении в кислоте 1 кг цинка?

4-115. Сколько водорода (измеренного при н. у.) можно получить при растворении в кислоте 1 кг алюминия?

4-116. Какое количество серной кислоты израсходуется при вытеснении из нее 11,2 л водорода (измеренного при н. у.) каким-нибудь металлом?

4-117. Сколько должно получиться килограммов негашеной извести, кубических метров углекислого газа (измеренного при н. у.) при разложении 50 кг известняка?

Термохимические расчеты

4-118. При соединении 4,2 г железа с серой выделилась теплота, соответствующая 7,15 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

4-119. При сжигании 6,5 г цинка выделилась теплота, соответствующая 34,8 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

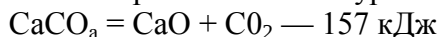
33

4-120. При соединении 18 г алюминия с кислородом выделяется 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

4-121. Путем сжигания серы получено 32 г оксида серы (IV), причем выделилась теплота, соответствующая 146,3 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

4-122. При сжигании 6,08 г магния выделилась теплота, соответствующая 152,5 кДж. Составьте термохимическое уравнение образования оксида магния.

4-123. Термохимическое уравнение реакции разложения известняка:



Какое количество теплоты затрачивается на разложение 1 т известняка?

4-124. Термохимическое уравнение реакции горения фосфора: $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5 + 3010 \text{ кДж}$
Сколько теплоты выделится при сгорании 31 кг фосфора?

4-125. Термохимическое уравнение реакции оксида меди (II) с соляной кислотой:



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

4-126. Термохимическое уравнение реакции горения метана: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 878 \text{ кДж}$

Какое количество теплоты выделится при сгорании 4,48 л (н. у.) метана?

4-127. Термохимическое уравнение реакции сгорания ацетилена: $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2610 \text{ кДж}$

Какое количество теплоты выделится, если будет израсходовано: а) 13 г ацетилена; б) 1,12 л (н. у.) ацетилена; в) 1 моль ацетилена? 4-128. Термохимическое уравнение реакции горения этилена: $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1400 \text{ кДж}$

Какое количество теплоты выделится, если в реакцию вступило: а) 1 моль кислорода; б)

16 г кислорода; в) 336 л (н. у.) кислорода?

4-129. Вычислите теплоту горения 1 м³ (н. у.) генераторного газа состава: CO — 26%, N₂ — 70%, CO₂ — 4%. Тепловой эффект реакции $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ равен 284 кДж.

4-130. Какие из реакций, судя по приведенным ниже данным, являются экзотермическими и какие эндотермическими:

34

4-131. Для сварки рельсов по методу алюмотермии используют порошок алюминия и оксид железа Fe₃O₄. Составьте термохимическое уравнение, если при образовании 1 кг железа выделилось 6340 кДж теплоты.

5

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периодическая система

5-1. Д. И. Менделеев писал: «... элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют явственную **периодичность** свойств». Как вы понимаете эту мысль Дмитрия Ивановича Менделеева? Ответ проиллюстрируйте примерами.

5-2. Запишите формулу высшего оксида, формулу летучего водородного соединения (если оно существует) и укажите, пользуясь периодической таблицей, порядковый номер, период, группу, подгруппу и принадлежность к металлам или неметаллам для следующих элементов: а) магний; б) кремний; в) рений; г) рутений; д) теллур; е) радий.

5-3. У какого элемента яснее выражены металлические свойства: у бора или алюминия? Ответ поясните.

5-4. У какого элемента — мышьяка или азота — свойства неметалла выражены яснее? Ответ поясните.

5-5. У какого элемента сильнее выражены свойства металла: у мышьяка или сурьмы? Ответ обоснуйте.

5-6. У какого элемента сильнее выражены свойства неметалла: у мышьяка или брома? Ответ поясните.

5-7. В V периоде периодической системы Д. И. Менделеева пришлось поменять местами два соседних элемента (какие?), поставив элемент с большей атомной массой перед элементом с меньшей атомной массой, иначе нарушается периодический закон. В чем выражалось бы это нарушение?

5-8. Можно ли VII группу назвать группой галогенов? Почему?

5-9. Какие элементы образуют главную подгруппу I группы и побочную подгруппу I группы?

5-10. В какой части периодической системы сконцентрированы элементы, обладающие металлическими свойствами?

5-11. Какая кислота имеет наименьшую молекулярную массу по сравнению со всеми существующими кислотами?

5-12. Какая соль имеет наименьшую молекулярную массу по сравнению со всеми существующими солями?

5-13. Найдите в периодической таблице элемент, образующий газообразное водородное соединение, плотность которого по водороду почти равна плотности кислорода,

35

5-14. Найдите в периодической таблице элемент, образующий летучее водородное соединение, плотность паров которого почти равна плотности неона.

5-15. Найдите в периодической таблице элемент, принадлежащий к IV периоду и проявляющий одинаковые значения валентности в своем водородном соединении и в высшем оксиде.

5-16. Найдите в периодической системе неметалл, летучее соединение которого с водородом «содержит» наибольшее количество водорода (в процентах). Задачу решите устно.

5-17. Найдите в периодической системе неметалл, летучее соединение которого с

водородом «содержит» наименьшее количество, водорода (в процентах). Задачу решите устно.

5-18. Найдите в периодической системе металл, который при растворении в кислотах выделяет наибольшее количество водорода на единицу своей массы. Учтите, что бор — неметалл и в кислотах не растворяется. Задачу решите устно.

5-19. Найдите в периодической системе металл, который при растворении в кислотах выделяет наименьшее количество водорода на единицу своей массы.

5-20. Выпишите, опираясь на периодическую систему, формулы [известных вам водородных соединений, которые представляют собой газы легче воздуха.

5-21. Какова должна быть формула высшего оксида хлора?

5-22. Назовите газ, обладающий наименьшей молекулярной массой.

5-23. Одним из важных стеклообразующих материалов является оксид бора. Напишите формулу этого оксида, соблюдаясь с изложением бора в периодической системе.

5-24. Медь образует с иодом лишь одно соединение, соответствующее ее положению в периодической системе. Напишите формулу этого соединения.

5-25. Какова должна быть формула высшего оксида иода?

5-26. Какое вам известно кислородное соединение меди, в котором кислорода больше, чем в оксиде, соответствующем положению меди в периодической системе?

5-27. Какова должна быть формула гидроксида бария? Что вы можете сказать о его свойствах?

5-28. Напишите формулы соединений с хлором элементов, предсказанных Д. И. Менделеевым (№ 21, 31, 32).

5-29. Каковы формулы соединений ванадия, в которых он проявляет высшую валентность: а) с кислородом; б) с фтором?

5-30. Какие из элементов IV и V групп образуют с водородом соединения, более легкие, чем воздух?

5-31. Напишите не менее 6 формул солей, в состав которых входили бы только элементы из второго периода.

5-32. Зная, что алюминий имеет амфотерные свойства, укажите, какие свойства — металлические или неметаллические — должны преобладать: а) у магния; б) у бора; в) у скандия; г) у кремния. Ответы мотивируйте.

5-33. Теллурид алюминия получается непосредственным соединением алюминия с теллуром. При действии воды он превращается в теллуrowодород и гидроксид алюминия. Напишите, соблюдаясь с положением алюминия и теллура в периодической системе, уравнения реакций образования теллурида алюминия и его взаимодействия с водой.

5-34. Напишите уравнение реакции между хлоридом радия и нитратом серебра.

5-35. Три элемента А, В и С принадлежат к тому же периоду, что и элемент, самый распространенный в земной коре. Высшая валентность элемента А в соединениях с кислородом такая, как его валентность в соединениях с водородом. Элемент В является неметаллом и образует с элементом А соединение, в котором на один атом элемента А приходится 4 атома элемента В. Элемент С энергично реагирует с элементом В, образуя соединение состава ВС. Какие элементы обозначены А, В, С?

Исправление Д. И. Менделеевым атомных масс элементов

На странице 38 дан один из первых набросков периодической таблицы Д. И. Менделеева. Из нее исключены элементы, атомные массы которых Д. И. Менделеев исправил¹. Для остальных элементов вписаны те атомные массы, которые были приняты во время открытия периодического закона.

Приводимые далее задачи (№ 5-36—5-39) посвящены исправлениям атомных масс элементов на основании периодического закона. Разыскивая местоположение в периодической системе того или другого элемента, имейте в виду, что атомные массы в то время были определены приближенно. Задачи этого (и следующего) раздела будут решены правильно, если: а) принятая для элемента атомная масса соответствует занятому

элементом в таблице месту и химическому характеру элемента (металл или неметалл); б) принятая для элемента валентность соответствует номеру группы, в которую элемент попадает.

5*36. Некоторому элементу приписывалась приближенно вычисленная атомная масса 123. Этот элемент — мягкий металл, бурно растворяющийся в воде с образованием щелочи. Не найдя для него места в периодической таблице, Д. И. Менделеев изменил атомную массу элемента, что впоследствии подтвердилось опытом. **Что** это за элемент и какую' примерно атомную массу приписал ему Д. И. Менделеев?

5-37. До конца 60-х годов два элемента — обозначим их А и В — считались двухвалентными металлами и им приписывались

37

неправильные атомные массы (см. ниже). Не найдя для них в периодической таблице места, отвечающего их свойствам, Д. И. Менделеев увеличил в полтора раза, предполагаемую атомную массу и валентность каждого из них, и тогда место им нашлось. Атомные массы приписывались' элементам следующие: элементу А — около 60, а элементу В — несколько больше 90. Найдите им место в таблице и назовите их.

5-38. Относительно природы одного элемента не было согласия: трехвалентен он — в этом случае его атомная масса должна быть около 15 ■— или двухвалентен — тогда его атомная масса должна быть около 9.

Как был решен спор Д. И. Менделеевым на основании периодического закона?

5-39. Во время открытия периодического закона двум элементам приписывались одинаковые атомные массы — около 115. Высшая валентность по кислороду одного из этих элементов (обозначим его А) равнялась 4, а другого (В) принималась равной 2. Для одного из этих элементов нашлось место в периодической системе, ' а для другого места не нашлось, поэтому возникла необходимость в исправлении атомной массы. Д. И. Менделеев удвоил его атомную массу и валентность (что впоследствии оправдалось). Какое место (порядковый номер, период, группа) заняли элементы А и В в периодической системе? Назовите их.

Свойства химических элементов

5-40. Учитывая распределение химических элементов в периодической системе, укажите, изменяются ли периодически следующие свойства элементов с увеличением атомного номера: а) валентность; б) металлические свойства; в) масса атома; г) общее количество электронов в атоме; д) количество электронов на внешнем уровне.

5-41. Как меняется способность отдавать и притягивать электроны у химических элементов с возрастанием порядкового номера?

5-42. Как изменяются неметаллические свойства элемента в группах и периодах с увеличением порядкового номера химического элемента.

5-43. Найдите в периодической таблице элемент, единственный оксид которого имеет молекулярную массу 40 гб 1, а валентность не больше 4. Докажите, что другого решения нет.

5-44. Найдите в периодической таблице элемент, высший оксид которого имеет молекулярную массу, приблизительно равную: а) 94, б) 102, а валентность не больше 4. Докажите, что других решений нет. Отклонение рассчитанной атомной массы от истинной не должно превышать 1.

5-45. Найдите в периодической таблице два элемента, единственные известные оксиды которых имеют почти одинаковую молекулярную массу, приблизительно равную 188, валентность эле-

39

ментов не больше 4. Отклонение их рассчитанных атомных масб от истинных не должно превышать 1. Докажите, что других решений нет.

G 5-46. 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. Элемент В образует с элементом А два соединения, в которых на долю А приходится 50 и 60%. Элемент С не образует летучего соединения с водородом. Какие элементы обозначены А, В и С? Какова формула соединения С с А, в котором С проявляет высшую валентность?

5-47. Элемент, находящийся в одной группе с магнием и образующий оксид, который содержит 12,45% 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.

5-48. Один из оксидов элемента, принадлежащего к VI группе, содержит 50% кислорода. Назовите этот элемент.

5-49. Оксид элемента, образующего с водородом соединение состава RH_4 , содержит 53,3% кислорода. Назовите этот элемент.

5-50. Элемент, высший оксид которого отвечает формуле RO_3 дает водородное соединение, содержащее 2,47% водорода. Назовите этот элемент.

5-51. Один из предсказанных Д. И. Менделеевым элементов IV периода образует оксид, содержащий 34,78% кислорода. Назовите этот элемент.

5-52. Элементы А и В принадлежат к I группе, а элемент С — к VI группе периодической системы. Соединение элементов А и С окраску раствора фиолетового лакмуса не изменяет. При взаимодействии элемента В с соединением элементов А и С образуется вещество, окрашивающее лакмус в синий цвет и сообщающее пламени желтую окраску. Что представляют собой элемент А, В и С? Напишите уравнения упоминаемых здесь реакций.

5-53. 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 ни в воде, ни в кислотах. Что представляют собой элементы А, В и С?

5-54. Из трех элементов — назовем их А, В и С — один принадлежит к 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. Назовите элементы А, В и С.

Физические и химические свойства простых веществ

5-55. Атомная масса элемента приблизительно равна 90. Плотность паров его летучего хлорида по водороду приблизительно равна 116. Что это за элемент? Задачу решите устно, пользуясь периодической таблицей. " 5-56. Перечислите известные вам аллотропные видоизменения элементов V и VI групп периодической системы, молекулы которых образованы более чем двумя атомами.

5-57. Перечислите известные вам простые вещества, молекулы которых в газообразном состоянии являются одноатомными и двухатомными?

5-58. Составьте таблицу, в которой должны быть отражены свойства простых веществ элементов главной и побочной под-групп 1-й группы периодической системы: плотность, температура плавления, устойчивость их оксидов к нагреванию, отношение последних к воде.

5-59. Какого из металлов III периода понадобится наименьшее количество для получения из кислоты 1 г водорода?

5-60. При взаимодействии 1,11 г щелочного металла с водой образуется 0,16 г водорода. Назовите этот металл.

5-61. Какова масса, плотность по водороду и плотность по воздуху 1 л (при н. у.) фтористого соединения серы, в котором сера проявляет высшую валентность (это соединение является газом)?

5-62. Какова плотность по водороду паров летучего соединения урана с фтором, в котором уран проявляет наивысшую валентность?

- 5-63. При взаимодействии 0,10 г некоторого металла с водой образуется 0,005 г водорода. Назовите этот металл, если известно, что он обладает постоянной валентностью.
- 5-64. От чего зависит агрегатное состояние химических элементов в виде их простых веществ? Как меняются физические свойства веществ по группам и периодам?
- 5-65. От чего зависят физические свойства простых веществ, если элемент образует несколько аллотропных видоизменений?
- 5-66. Как изменяются физические свойства щелочных металлов с увеличением порядкового номера элемента? Сравните их отношение к кислороду, воде, галогенам и приведите уравнения реакций.
- 5-67. Как меняется химическая активность галогенов с увеличением порядкового номера элемента?

Свойства оксидов и водородных соединений элементов

- 5-88. Какие из простых веществ самопроизвольно образуют оксиды при взаимодействии с кислородом воздуха? Приведите примеры.

41

- 5-69. Существуют ли простые вещества, которые не образуют оксидов при непосредственном взаимодействии с кислородом? Можно ли получить оксиды этих элементов косвенным путем? Приведите примеры.
- 5-70. Проследите, как меняются свойства высших оксидов элементов III периода. Какие соединения образуются при их взаимодействии с водой?
- 5-71. Как изменяются физические и химические свойства оксидов элементов главной подгруппы IV группы с увеличением порядкового номера элемента? Обратите внимание на их агрегатные состояния, плотность, термическую устойчивость, отношение к воде.
- 5-72. Какие из оксидов элементов главной подгруппы IV группы периодической системы реагируют со щелочами и кислотами? Напишите уравнения реакций.
- © 5-73. Формулы ряда гидридов сходны с формулами хлоридов. Исходя из этого, составьте формулы гидрида кальция, гидрида калия, хлорида галлия.
- 5-74. Какие из известных вам элементов могут образовывать соединения с водородом? Какие не могут? Приведите примеры.
- 5-75. Как меняются физические свойства водородных соединений элементов II периода?
- О 5-76. Как относятся к воде водородные соединения элементов II периода? Напишите уравнения возможных реакций.
- 5-77. Могут ли реагировать между собой: а) водородные соединения; б) кислородные соединения; в) водородные и кислородные соединения? Напишите уравнения возможных реакций на примере элементов II и III периодов.
- 5-78. Как меняются физические свойства водородных соединений галогенов в зависимости от порядкового номера элемента?
- 5-79. Как меняются химические свойства водородных соединений элементов главной подгруппы VI группы периодической системы Д. И. Менделеева? •
- 5-80. Наблюдается ли периодичность в изменении свойств оксидов и водородных соединений в зависимости от заряда ядра атома элемента?

6

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Строение электронных оболочек

- 6-1. Сообразуясь с положением фосфора в периодической системе, ответьте на вопросы: а) Сколько электронов в атоме фосфора? б) Каково то наибольшее число электронов, которое атом фосфора может отдать, может присоединить?
- 42
- 6-2. Что является общим в строении атомов бериллия, магния и кальция?
- 6-3. Какова конфигурация внешних электронных оболочек ионов галогенов?
- 6-4. Сколько электронов во внешних электронных оболочках сурьмы, фосфора и мышьяка, если валентность каждого из них равна V?

6-5. Составьте схемы строения электронных оболочек атомов: с порядковыми номерами 35 и 37. Определите по строению атома, к какому семейству принадлежит каждый из них.

6-6. Составьте схемы строения электронных оболочек атомов:

а) рубидия; б) стронция; в) иттрия; г) циркония. Чем они отличаются?

6-7. Сколько электронов во внешнем слое атома: а) иттрия № 39; б) индия № 49?

6-8. Сколько электронов во внешнем слое атомов: а) олова; б) циркония № 40?

6-9. Сколько электронов во внешнем электронном слое атома курчатовия № 104? С каким элементом из ранее открытых он более всего сходен по строению и по свойствам?

6-10. В чем проявляется сходство в строении атомов элементов побочных подгрупп I и II группы периодической системы и отличие их от элементов главных подгрупп тех же групп?

6-11. Назовите элементы I группы, в предпоследнем электронном слое атома которых содержится: а) 8 электронов; б) 18 электронов.

6-12. Назовите элементы II группы, в предпоследнем электронном слое атома которых содержится: а) 8 электронов; б) 18 электронов.

6-13. Назовите элементы, во внешнем электронном слое атома которых содержится 2, а в предпоследнем 9 электронов.

6-14. Атомы пяти элементов главной подгруппы имеют во внешнем электронном слое соответственно $2s^1$; $3s^1$; $4s^1$; $5s^1$ и $6s^1$ электрон. Назовите эти элементы.

6-15. Может ли атом магния преобразовываться таким образом, чтобы в нем осталось такое же число электронов, как в атоме неона? Ответ поясните.

" **6-16.** У атомов каких элементов внешняя орбиталь характеризуется символом а) $2s^2$; б) $3s^2$; в) $4s^2$?

6-17. Атомы каких элементов имеют во внешнем слое $6s^2$ -электронов? Что можно сказать об их свойствах?

6-18. Какие орбитали используют для образования связей с другими элементами: а) углерод; б) кремний?

6-19. Назовите элементы, атомы которых имеют электронные конфигурации: $1s^2 2s^2 2p^6$; $3s^2 3p^6 4s^1$ и $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Укажите, в каких периодах таблицы Д. И. Менделеева они находятся.

6-20. Может ли ион двухвалентного металла иметь электронную конфигурацию: а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$?

43

6-21. Сколько неспаренных электронов содержится в электронных оболочках атома: а) фосфора; б) хлора; в) серы; г) углерода; д) неона?

6-22. Сколько пар спаренных электронов содержится в электронных оболочках атома: а) калия; б) алюминия; в) серы; г) брома; д) аргона?

Состав атомных ядер. Изотопы

8-23. Каков состав ядер элементов натрия, алюминия, фосфора?

8-24. Ядро атома одного из элементов не содержит нейтронов. Назовите этот элемент.

8-25. Ядро атома фтора (атомная масса 19) содержит 10 нейтронов. Укажите, не обращаясь к таблице элементов, порядковый номер фтора.

6-26. Сколько нейтронов в ядрах изотопов неона ^3He , ^4He и кислорода ^{16}O , ^{18}O ?

6-27. Чем отличаются по своему составу ядра изотопов лития ^6Li и ^7Li и урана ^{235}U и ^{239}U ?

6-28. Сколько нейтронов в ядрах изотопов магния ^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg и хлора ^{35}Cl , ^{37}Cl ?

6-29. Во что обратился бы атом гелия, если бы из его ядра был удален протон, а электронная оболочка осталась бы без изменений?

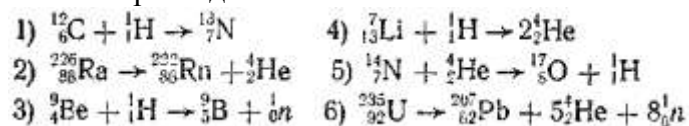
6-30. Сравните строение ионов S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} со строением атома аргона.

6-31. Можно ли судить, о каком именно элементе идет речь: а) по массе атома; б) по атомной массе.

О 6-32. В справочной таблице имеются следующие данные: масса нейтрона 1,00866520, а масса протона 1,00727661. Почему они отличаются?

6-33. Каков порядковый номер элемента, массовое число которого 31, а число нейтронов в атоме 16?

6-34. Какие из приведенных ниже схем ядерных реакций являются реакциями синтеза, а какие — распада:



6-35. Изотоп бора ${}^{10}_5\text{B}$, захватывая нейтрон, превращается в другой устойчивый изотоп бора. Составьте уравнение этой ядерной реакции.

6-36. При соударении α -частиц с бериллием вылетает нейтрон и образуется элемент с порядковым номером шесть. Изобразите этот процесс уравнением.

6-37. При бомбардировке алюминия α -частицами образуется изотоп кремния с атомной массой 30 и еще один элемент. Составьте уравнение этой реакции.

44

6-38. При действии α -частиц на магний ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ образуется неустойчивый изотоп другого элемента и нейтрон. Составьте уравнение этой ядерной реакции.

6-39. Сколько различных видов молекул содержится в четырех-хлористом кремнии SiCl_4 и каковы их молекулярные массы? (Учесть явление изотопии. Атомные массы изотопов кремния 28 и 30, изотопов хлора 35 и 37.)

6-40. Могут ли быть практически одинаковыми по массе атомы водорода и атомы гелия? Ответ поясните.

6-41. 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, сколько примерно атомов каждого из изотопов приходится на один атом изотопа ${}^{17}_8\text{O}$.

Виды химической связи

6-42. Электроны какого электронного уровня участвуют в образовании химической связи? Ответ поясните примерами.

6-43. Атомы простых веществ могут вступать во взаимодействие между собой. Какие виды химической связи при этом возникают? Приведите примеры.

6-44. Правильным ли является утверждение, что химическая связь обусловлена одновременным притяжением электронов к двум ядрам? Ответ обоснуйте.

6-45. Приведите примеры, когда один и тот же элемент может образовывать различные виды химической связи: ионную, ковалентную полярную и ковалентную неполярную.

6-46. Может ли один и тот же элемент образовывать металлическую и ионную связь? Ответ поясните.

6-47. Известны ли факты возникновения устойчивой химической связи между молекулами различных соединений? Свой ответ мотивируйте.

6-48. От каких факторов зависит прочность (энергия разрыва) химической связи?

6-49. Энергия (прочность) связи между водородом и галогеном возрастает в ряду: $\text{HI} < \text{HBr} < \text{HCl} < \text{HF}$. Соответствует ли это электроотрицательности галогенов?

8-50. Приведите примеры молекул, в которых связь между атомами осуществляется одной, двумя, тремя парами электронов.

6-51. Изобразите схематически: а) молекулы воды, зная, что угол $\text{H} - \text{O} - \text{H} \sim 105^\circ$, а длина связи $\text{O} - \text{H} \sim 0,096$ нм; б) молекулу оксида лития (I), учтя, что она линейна и длина связи $\text{Li} - \text{O}$ составляет 0,159 нм.

6-52. Каков должен быть угол между связями в сероводороде H_2S , если учесть, что атом серы использует для образования связи р-орбитали?

45

6-53. Найдите ковалентный радиус элементов, исходя из следующих длин связей: а) $\text{H} - \text{H} \sim 0,074$ нм; б) $\text{F} - \text{F} \sim 0,142$ нм; в) $\text{Cl} - \text{Cl} \sim 0,199$ нм; г) $\text{Br} - \text{Br} \sim 0,228$ нм; д) $\text{I} - \text{I} \sim 0,266$ нм. Какова длина связи в соединении брома с хлором $\text{Br} - \text{Cl}$?

6-54. Углы между связями в молекулах типа CX_4 и BX_3 составляют соответственно $109,5^\circ$

и 120° . Что можно сказать о геометрии (расположении в пространстве) таких молекул?

6-55. Составьте структурные и электронные формулы соединений с водородом следующих элементов: а) селена; б) фосфора; в) кремния.

6-56. Составьте структурные и электронные формулы соединений с водородом следующих элементов: а) брома; б) теллура; в) мышьяка.

6-57. Составьте электронно-ионные схемы реакций соединения с азотом: а) лития; б) алюминия, в) магния.

6-58. Составьте электронно-ионные схемы реакций соединения: а) кальция с водородом; б) магния с хлором, в) алюминия с фосфором.

Электроотрицательность

6-59. К какому элементу сдвинута общая электронная пара в соединениях, формулы которых HCl , CO_2 , NH_3 , OF_2 ?

6-60. Какой из элементов обладает наибольшей электроотрицательностью: бром, селен, бор, ксенон, кислород?

6-61. Как меняется электроотрицательность в ряду, охватывающем элементы от кислорода до теллура?

6-62. В каком соединении полярность связи наименьшая: иодо-водород, хлороводород, бромоводород, вода?

6-63. В каком соединении больше всего выражена полярность связи: сероводород, хлор, метан, фосфин, хлороводород?

6-64. Учитывая положение серы и селена в периодической системе и их электроотрицательность, укажите, какая связь прочнее: $\text{S} - \text{H}$ или $\text{Se} - \text{H}$?

6-65. Укажите для каждого из соединений, формулы которых H_2SO_4 , HCN , HNO_2 , PCl_3 , элемент, обладающий наибольшей электроотрицательностью.

6-66. Нарисуйте электронные схемы образования молекул метана, бромоводорода, кислорода и воды. Укажите, к какому элементу сдвинуты общие электронные пары в этих соединениях.

Степень окисления

6-67. Как определяется степень окисления элемента? Каковы ее максимальные значения?

6-68. В каком случае запас энергии больше в 2 г атомного водорода или в 2 г молекул водорода? Какова степень окисления водорода в каждом из этих случаев?

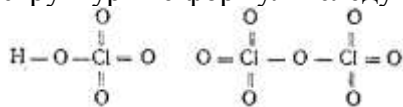
46

6-69. Проставьте степень окисления элементов в соединениях, формулы которых IBr , TeCl_4 , SeF_6 , NF_3 , CS_2 .

6-70. Изобразите электронную схему строения отрицательного иона водорода (гидрид-иона). Атому какого инертного газа он подобен?

6-71. Почему радиус атома кальция (0,197 нм) больше радиуса иона кальция (0,106 нм)? Какова степень окисления в каждом случае?

6-72. Перепишите структурные формулы следующих соединений хлорной кислоты и



оксида хлора (VII) и поставьте над химическим символом каждого атома его степень окисления.

6-73. Напишите структурные формулы серной и фосфорной кислот и поставьте над химическим символом каждого атома его степень окисления.

6-74. Проставьте степень окисления в соединениях, формулы которых XeF_4 , CCl_4 , PCl_6 , SnS_2 .

6-75. Проставьте степень окисления элементов в соединениях, формулы которых CrO_3 , SbCl_3 , Mn_2O_7 .

6-76. Составьте формулы следующих соединений: а) нитрида лития (соединения лития с азотом); б) сульфида алюминия (соединения алюминия с серой); в) фторида фосфора, в которых электроположительный элемент проявляет максимальную степень окисления.

- 6-77. Составьте формулы следующих соединений: а) фтора с ксеноном; б) бериллия с углеродом, в которых электроположительный элемент проявляет максимальную степень окисления.
- 6-78. Нарисуйте электронную схему образования молекул: а) сульфида магния; б) хлора. Какова степень окисления каждого элемента?
- 6-79. Нарисуйте электронную схему образования молекул: а) оксида натрия; б) водорода; в) азота. Какова степень окисления каждого элемента в этих молекулах?
- 6-80. Какова степень окисления серы в HSO_4^- ?
- 6-81. Какова степень окисления углерода в соединениях CO и CHCl_3 ?
- 6-82. Укажите примеры соединений, в которых водород имеет положительную и отрицательную степень окисления.
- 6-83. Какова степень окисления азота в молекуле азота N_2 ? Приведите примеры соединений, в которых степень окисления азота равна -3 , $+3$, $+4$.

47

- 6-84. Изменяются ли степени окисления при: а) образовании воды из водорода и кислорода; б) образовании аммиака из азота и водорода? Ответ поясните.
- 6-85. Какова степень окисления углерода в оксиде углерода (IV) и изменяется ли она при образовании из углекислого газа угольной кислоты?
- 6-86. Зная, что сумма степеней окисления в любом соединении равна нулю, вычислите степени окисления марганца, хрома и азота в соединениях, формулы которых KMnO_4 , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NH_4NO_3 .
- 6-87. Проставьте степени окисления каждого элемента в соединениях, формулы которых $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KClO_3 , NaClO , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NH_4ClO_4 , BaMnO_4 .

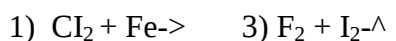
7 ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Взаимодействие простых веществ между собой

- 7-1. Как изменяются вдоль периода слева направо окислительные и восстановительные свойства элементов III периода.
- 7-2. Имеет ли смысл выражение «кислород окисляется»? Ответ поясните.
- 7-3. Правильно ли будет сказать, что водород в реакции, уравнение которой $2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaH}$ является восстановителем? Ответ поясните.
- 7-4. Может ли в какой-либо реакции проявлять свойства окислителя: а) атом кислорода; б) ион кислорода O^{2-} ; в) атом меди; г) ион натрия? Почему?
- 7-5. Может ли в какой-либо реакции проявлять свойства восстановителя: а) атом фтора; б) ион фтора; в) атом натрия; г) ион натрия? Почему?
- 7-6. Некоторые простые вещества, такие, как хлор, бром, кислород, азот, фосфор и сера, являются типичными окислителями. Правильно ли будет сказать, что кислород в реакции со фтором $\text{O}_2 + \text{F}_2 = \text{O}_2\text{F}_2$ является окислителем? Ответ поясните.
- 7-7. Укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается в реакциях между простыми веществами:
- 1) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$
 - 2) $\text{H}_2 + 3\text{N}_2 = 2\text{NH}_3$
 - 3) $2\text{Al} + 3\text{I}_2 = 2\text{AlI}_3$
 - 4) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$

48

- 7-8. В следующих схемах реакций укажите степень окисления каждого элемента и расставьте коэффициенты методом электронного баланса:
- 1) $\text{F}_2 + \text{Xe} \rightarrow \text{XeF}_6$
 - 2) $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
 - 3) $\text{Na} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{NaBr}$
 - 4) $\text{N}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$
- 7-9. Допишите уравнения реакций окисления-восстановления:



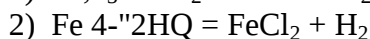
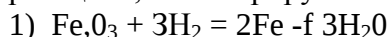
Укажите степени окисления элементов в полученных продуктах.

7-10. 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.

7-11. Как называются процессы а) $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^\sim$ и б) $\text{N}_2 \rightarrow 2\text{N}^{\text{S}\sim}$ и сколько электронов участвует в их протекании?

Реакции простых веществ с сложными веществами.

7-12. Чем — окислителем или восстановителем — являются атомы и ионы водорода в реакциях, иллюстрируемых уравнениями:



7-13. Напишите уравнения реакций: а) растворения магния в растворе серной кислоты; б) взаимодействия раствора бромида натрия с хлором. Какой элемент окисляется и какой восстанавливается?

7-14. Напишите уравнения реакций: а) иодида магния с бромом; б) растворения магния в растворе бромоводородной кислоты. Укажите, что в каждом случае является окислителем и что — восстановителем.

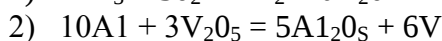
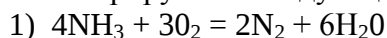
7-15. Напишите уравнения реакций: а) иодида лития с хлором; б) лития с соляной кислотой. Проставьте степени окисления всех элементов и коэффициенты по методу электронного баланса.

7-16. Напишите уравнения реакций: а) между бромидом меди и хлором; б) между бромидом меди в растворе и металлическим железом. Укажите, что является в той и другой реакции окислителем и что — восстановителем.

7-17. Как назвать реакцию, происходящую при встряхивании ртути с раствором нитрата серебра?

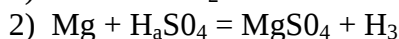
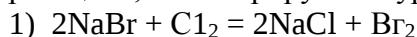
7-18. Будут ли наблюдаться изменения при взбалтывании ртути с разбавленной серной кислотой? Объясните почему.

7-19. Укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается в реакциях, иллюстрируемых следующими уравнениями:

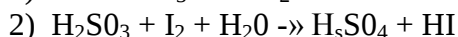
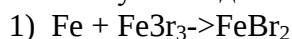


49

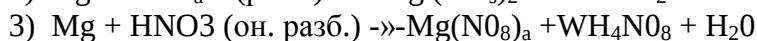
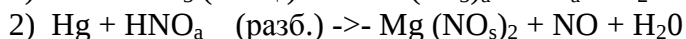
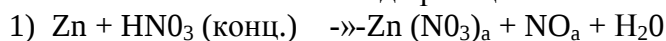
7-20. Укажите, какие элементы являются окислителями и какие — восстановителями в реакциях, иллюстрируемых уравнениями:



7-21. Проставьте степени окисления каждого элемента и расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса в следующих схемах:

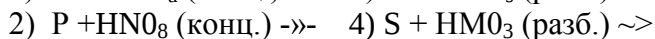
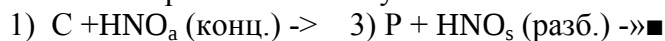


7-22. Азотная кислота является сильным окислителем и при взаимодействии ее с металлами водород практически никогда не выделяется. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса в следующих схемах реакций и укажите степени окисления металла и азота до реакций и после нее:



7-23. Концентрированная и разбавленная азотная кислота окисляет неметаллы и некоторые металлы до кислот, а уголь в ней при некоторых условиях загорается.

Закончите схемы химических реакций и расставьте коэффициенты, учитывая, что азот из концентрированной кислоты восстанавливается до +4, а из разбавленной—до +2. Другие элементы проявляют высшую степень окисления.



7-24. Допишите уравнения химических реакций окисления-восстановления:

43

Реакции между сложными веществами

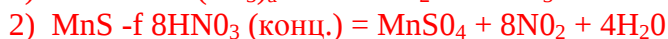
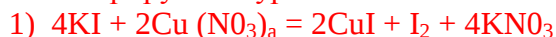
7-27. Относится ли к окислительно-восстановительным реакциям: а) образование кислот из оксидов неметаллов и воды; б) реакция нейтрализации? Почему?

7-28. Многие водородные соединения неметаллов, такие, как HBr , HI , H_2S , NH_3 , являются типичными восстановителями. Могут ли они взаимодействовать между собой? Ответ поясните.

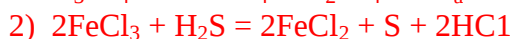
7-29. Азотная кислота и перманганат калия относятся к типичным окислителям. Могут ли они реагировать между собой? Ответ поясните.

7-30. Пероксид водорода и сернистая кислота в зависимости от условий могут проявлять свойства как окислителя, так и восстановителя. Могут ли они реагировать между собой? Ответ поясните.

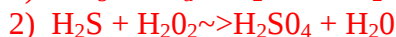
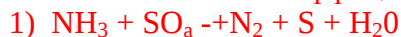
7-31. Укажите, какой элемент окисляется и какой — восстанавливается в реакциях, иллюстрируемых уравнениями:



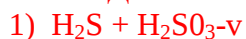
7-32. В реакциях, уравнения которых даны ниже, укажите, какой элемент является окислителем и какой — восстановителем:



7-33. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса в следующих схемах:



7-34. Допишите схемы реакций окисления-восстановления!



Укажите степени окисления элементов в исходных и полученных продуктах и расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса.

7-35. В лабораторных условиях хлор получают взаимодействием перманганата калия с соляной кислотой. Составьте уравнение реакции и укажите, какой элемент окисляется и какой — восстанавливается.

7-36. Старые картины, написанные свинцовыми белилами, со временем темнеют за счет образования на поверхности черного соединения состава PbS . Картины можно «обновить», если протереть раствором пероксида водорода, — при этом образуется соединение

51

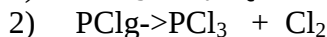
свинца белого цвета. Напишите уравнение окисления-восстановления и укажите, какой элемент является окислителем, а какой — восстановителем.

Внутримолекулярные реакции окисления-восстановления

7-37. Бертолетову соль можно получить пропусканием хлора через горячий раствор гидроксида калия. Составьте уравнение реакции этого процесса, укажите степени окисления элементов и расставьте коэффициенты.

7-38. В следующих уравнениях расставьте коэффициенты и укажите степень окисления

элементов, изменивших ее в процессе реакции:



7-39. В лабораторных условиях кислород можно получить при нагревании оксида ртути (II), перманганата калия, нитрата натрия, бертолетовой соли и оксида марганца (IV).

Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты.

7-40. Пероксид водорода постепенно разлагается, выделяя кислород. На свету разложение ускоряется, а концентрированные растворы пероксида водорода могут даже взорваться. Напишите уравнение химической реакции разложения H_2O_2 . Какой элемент окисляется и какой — восстанавливается?

О 7-41. Хлорную известь можно получить взаимодействием хлора с гашеной известью.

Напишите уравнение реакции и укажите степени окисления кальция, хлора и кислорода в CaOCl_2 .

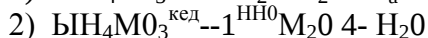
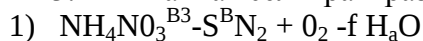
7-42. При осторожном нагревании в отсутствие катализатора бертолетова соль разлагается по схеме:



Расставьте степени окисления хлора в каждом веществе и подберите коэффициенты.

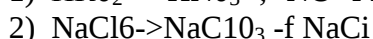
Какой элемент окисляется и какой восстанавливается?

7-43. Аммиачная селитра в различных условиях разлагается по одному из направлений:



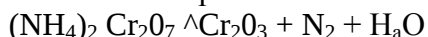
Расставьте коэффициенты, пользуясь методом электронного баланса, и укажите, какой элемент окисляется и какой — восстанавливается.

7-44. Расставьте коэффициенты в следующих схемах, определите степень окисления азота и хлора:



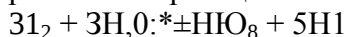
52

7-45. Внутримолекулярная реакция окисления-восстановления при разложении дихромата аммония изображается схемой:

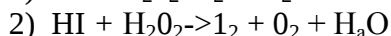
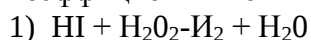


Укажите элементы, изменившие свою степень окисления, и расставьте коэффициенты.

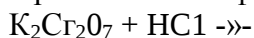
© 7-46. Направление окислительно-восстановительных реакций во многом зависит от среды. В каком направлении будет смещаться равновесие реакции вследствие добавления: а) кислоты; б) щелочи



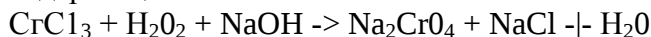
7-47. Пероксид водорода в зависимости от условий может быть и окислителем и восстановителем. Какую роль он играет в нижеприведенных примерах? Расставьте коэффициенты в этих схемах:



7-48. Соединения хрома, содержащие Cr^{+6} , в кислой среде восстанавливаются до соединений, содержащих Cr^{+3} . Закончите схему окислительно-восстановительной реакции и расставьте коэффициенты:



7-49. В щелочной среде соединения, содержащие ион Cr^{3+} , переходят в соединения, содержащие Cr^{+6} :



Какую роль играет пероксид водорода — окислителя или восстановителя? Расставьте коэффициенты.

8

ГАЛОГЕНЫ Хлор

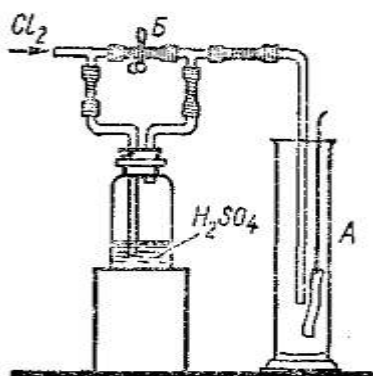
8-1. Как узнать банку с хлором среди банок, наполненных другими известными вам газами, не прибегая к химическим реактивам: а) если все банки из бесцветного стекла; б) если банки из окрашенного стекла?

8-2. 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?

8-3. Напишите уравнения реакций соединения хлора: а) с калием; б) с кальцием; в) с алюминием.

8-4. Напишите уравнения реакций горения в хлоре: а) лития; б) магния.

53



8-5. В опыте взаимодействия хлора (взято 3 объема) с водородом (взято 2 объема) выход хлороводорода составил 90%. Какой объем занимала получившаяся смесь (измерения до и после опыта производились в одинаковых условиях)? (Задачу решите устно.)

8-6. Почему лакмусовая бумажка не обесцвечивается, когда хлор поступает в цилиндр А через промывалку (рис. 5) и начинает обесцвечиваться, когда открывают зажим Б?

8-7. 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 продолжала гореть. Подробно объясните, почему свеча в одном случае гасла, а в другом — продолжала гореть.

8-8. Назовите два элемента, которые в виде простых веществ вредны для живого организма, а в виде образуемого ими соединения жизненно необходимы животным и людям.

8-9. Почему хлор перед наполнением им стальных баллонов или железнодорожных цистерн тщательно сушат?

8-10. В баллоне содержится 30 кг жидкого хлора. Какой объем займет это количество хлора при нормальных условиях?

8-11. Путем нагревания алюминия в токе хлора было получено 26,7 г хлорида алюминия. Сколько граммов хлора прореагировало?

8-12. Приведите примеры, характеризующие свойства хлора как окислителя.

8-13. 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?

8-14. Взорвали 1 л смеси, содержащей 60% хлора и 40% водорода (по объему). Какой объем хлороводорода должен был получиться?

8-15. Взорвали 1 л смеси, содержащей 60% водорода и 40% хлора (по объему). Каков объем и состав в процентах (по объему) получившейся смеси газов?

8-16. Взорвали смесь, содержащую: а) 54% хлора и 46% водорода (по объему), б) 54% водорода и 46% хлора (по объему). Каждую из получившихся смесей газов пропустили в склянку с водой и прибавили раствор синего лакмуса. Что при этом наблюдалось?

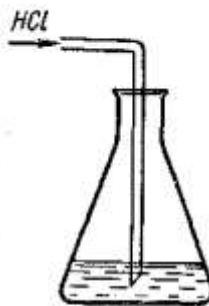
54

Хлороводород и соляная кислота

8-17. Имеются стеклянные сосуды с: а) хлороводородом; б) воздухом; в) оксидом углерода (IV); г) хлором. По каким двум признакам, не прибегая к химическим реактивам, можно распознать сосуд с хлороводородом?

8-18. Правильно ли производится насыщение воды хлороводородом (рис. 6)? Дайте обоснованный ответ.

8-19. На рисунке 7 показана картина, наблюдающаяся при пропускании не слишком быстрого тока хлороводорода в склянку Тищенко с водой (А) и с концентрированной серной кислотой (Б). Чем объясняется такое различие?



Р и с. 6

8-20. Если имеется предположение, что хлороводород содержит в качестве примеси хлор, то как в этом убедиться?

8-21. Составьте уравнения реакций между следующими веществами: а) хлоридом железа (III) и серной кислотой; б) хлоридом аммония и серной кислотой — и укажите причину, по которой при получении хлороводорода с помощью этих реакций необходимо применять концентрированную серную кислоту.

8-22. В начале XIX в. при производстве сульфата натрия действием концентрированной серной кислоты на поваренную соль последовали жалобы: инструменты ремесленников, живших в окрестности таких заводов, быстро портились, а растительность гибла. Пытались выпускать газообразный побочный продукт реакции (какой?) в атмосферу с помощью труб высотой до 300 м, но вредные действия этого вещества продолжались, особенно в сырую погоду. Подробно проанализируйте все изложенное и объясните причины.

8-23. Какие из перечисленных ниже веществ, формулы которых даны, взаимодействуя попарно, дадут хлороводород: NaCl ; KCl ; NaHSO_4 ; KHSO_4 ? Напишите уравнения реакций для всех возможных случаев.

8-24. 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?

8-25. В пробирку с хлоридом серебра добавили раствор синего лакмуса и выставили на свет. Что произошло? Почему?

8-26. Почему концентрированная соляная кислота сильнее «дымит» в сырую погоду?

8-27. Если к соляной кислоте прилить немного концентрированной серной кислоты, то соляная кислота начинает сильно «дымить». Объясните это явление.

8-28. Хлорид железа 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 тем и другим способом.

8-29. Как из поваренной соли и других необходимых веществ можно получить хлорид кальция? Напишите уравнения соответствующих реакций.

8-30. 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? © 8-31. Даны 4 пронумерованные пробирки с растворами следующих веществ: азотная кислота, нитрат серебра, хлорид натрия, фосфат 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 2-го и 3-го получается осадок, не растворяющийся при добавлении раствора из 1-й пробирки. Определите, какие растворы находятся в пробирках 1, 2, 3 и 4-й. Напишите уравнения всех упоминаемых в задаче реакций.

8-32. При нагревании некоторых минеральных удобрений с концентрированной серной кислотой появляется белый туман. Что это за удобрения? Почему появляется туман? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

8-33. Рассчитайте, какой соли — хлорида калия, хлорида магния или хлорида алюминия потребуется больше для получения 1 моль хлороводорода с помощью серной кислоты.

8-34. При действии серной кислоты на хлорид натрия образовалось 73 г хлороводорода. При этом в колбе, где производилась реакция, кроме продукта реакции осталось 33 г хлорида натрия. Сколько (в процентах) хлорида натрия прореагировало?

8-35. 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 хлорсводород? Ответ поясните расчетом.

56

8-36. 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. Сколько хлороводорода можно получить, если остаток, образующийся после выпаривания 1 м³ воды океана, обработать серной кислотой?

8-37. Баскунчакская поваренная соль содержит (в среднем) 97% хлорида натрия, 0,18% хлорида магния, 0,19% хлорида кальция, 1,10% сульфата кальция, 1,49% воды и других, не содержащих хлора примесей. Вычислите, какое количество 36-процентной соляной кислоты можно получить из 1 кг этой соли.

8-38. При 0°C 100 г воды растворяет около 82,3 г хлороводорода. Сколько молей воды приходится на моль хлороводорода в этом растворе?

8-39. При комнатной температуре в одном объеме воды растворяется около 442 объемов хлороводорода. Сколько это составляет молей на 1 л воды? Объем моля газа при комнатной температуре принять равным 24 л.

8-40. Хлороводород, полученный при действии избытка серной кислоты на 58,5 г хлорида натрия, растворили в 146 г воды. Каково содержание в процентах хлороводорода в полученной соляной кислоте?

8-41. Производительность печи для синтеза хлороводорода составляет 25 т хлороводорода в сутки. Сколько хлора и водорода необходимо взять для получения такого количества хлороводорода, если учесть, что водорода, берут примерно на 3% больше, чем это требуется по уравнению реакции?

8-42. Вычислите, какую долю от массы реагирующих газов при синтезе хлороводорода составляет водород.

8-43. «Техническая» соляная кислота содержит 27,5% хлороводорода. Сколько молей воды приходится в кислоте этой концентрации на моль хлороводорода?

8-44. При действии цинка на соляную кислоту было получено 5 г водорода. Какое количество HCl вступило в реакцию?

8-45. Хлороводород, образовавшийся при действии серной кислоты на 19 г безводного хлорида магния, пропустили в раствор, содержащий 10 г гидроксида калия. Раствор выпарили досуха. Какое вещество и в каком количестве при этом получилось?

3-46. К 100 г 14-процентной соляной кислоты добавили 14 г гидроксида калия. Полученный-раствор выпарили досуха и остаток высушили. Каков состав и масса остатка?

8-47. К раствору, содержащему 0,585 г хлорида натрия, прибавили раствор, содержащий 3,53 г нитрата серебра, и осадок отфильтровали. Что содержится в фильтрате? Ответ подтвердите расчетом.

8-48. В воде растворили 1 моль хлороводорода и к полученному раствору добавили 300 г 10-процентного раствора гидроксида натрия. Какую реакцию — кислую, нейтральную или щелочную — покажет на лакмус полученный раствор? Ответ подтвердите расчетом.

57

8-49. Хлороводород, образовавшийся при действии избытка серной кислоты на 11,7 г

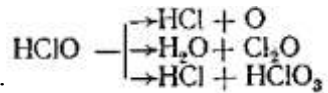
хлорида натрия, пропустили в 45 г 10-процентного раствора гидроксида натрия. Какую реакцию на лакмус покажет полученный раствор? Ответ подтвердите расчетом.

8-50. Какой объем хлороводорода (в пересчете на н. у.) необходим для нейтрализации раствора, содержащего 10 г гидроксида натрия?

Кислородные соединения хлора

8-51. Хлорноватистая кислота HClO может быть получена при взаимодействии хлора с водой. Напишите уравнение реакции и укажите, какой элемент окисляется, а какой восстанавливается, e_{ij} при этом образуется еще и соляная кислота.

8-52. Хлорноватистая кислота является сильным окислителем и сама разлагается по трем

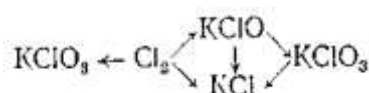


параллельным реакциям:

и укажите, к какому типу реакций относится каждая из них?

8-53. Для отбелики тканей и бумаги Бертолле впервые в 1788 г. применил «жавелевую воду», которую получал, пропуская хлор через раствор гидроксида натрия. Напишите уравнение реакции, учтя, что при этом образуются две разные соли.

8-54. Посредством каких двух последовательных реакций можно доказать, что в состав бертолетовой соли входит хлор?



8-55. Как осуществить следующие превращения:

уравнения реакций, расставьте коэффициенты и укажите условия, при которых происходят эти реакции.

8-56. На чем основано дезинфицирующее и белящее действие хлорной извести CaOCl_2 ? Дайте объяснение и приведите уравнения реакций.

8-57. Приведите данные, характеризующие роль хлора и образуемых им соединений в промышленности и городском хозяйстве.

Фтор, бром, иод

8-58. Как изменяется окраска галогенов при переходе от фтора к иоду? Окрашены ли ионы галогенов?

8-59. Ниже приведены температуры плавления галогенидов натрия: NaF — 992°C ; NaCl — 801°C ; NaBr — 755°C ; NaI — 651°C . Какова зависимость между размерами анионов этих солей и температурой плавления? Пользуясь справочником, укажите, существует

68

ли такая зависимость и по отношению к размерам катионов щелочных металлов в их хлоридах.

8-60. Почему можно получить хлорную воду, но нельзя получить фторную воду? Дайте обоснованный ответ.

8-61. Приведите пример реакции горения, при которой кислород является не компонентом, а продуктом реакции.

8-82. Напишите уравнение реакции горения фосфора во фторе, зная, что фосфор проявляет здесь ту же валентность, что и при горении в кислороде. Назовите продукт реакции.

8-63. Напишите формулы: а) фторида серебра; б) фторида алюминия; в) фторидов железа; г) фторида кальция.

8-64. Сколько фторида кальция необходимо для получения 2,5 кг 40-процентного раствора плавиковой кислоты, если считать, что в реакции фторид кальция используется на 80%?

8-65. Плотность паров фтороводорода по водороду при 30°C равна 19,99. Какую формулу имеет фтороводород в этих условиях?

8-66. В кислородном соединении фтора на 8 мас. ч. кислорода приходится 19 мас. ч. фтора. Какова формула этого соединения?

8-67. К 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. Количество его оказалось равным 2,87 г. Какое заключение, о растворимости фторида серебра можно сделать на основании этого опыта?

8-68. К 100 мл раствора, содержавшего 0,075 моль фторида натрия и 0,05 моль хлорида натрия, добавили 0,25 моль нитрата серебра. Каков состав и количество осадка?

8-69. Необходимо освободить стеклянный цилиндр от паров брома. Как следует поступить, чтобы это произошло быстрее: поставить в вытяжном шкафу цилиндр на дно или опрокинуть вверх дном? Ответ подтвердите расчетом.

8-70. Напишите уравнения реакций: а) брома с цинком; б) бромоводородной кислоты с цинком. Назовите продукты реакций.

8-73. При горении алюминия в бrome образуется соединение, содержащее 10,1 % алюминия. Найдите простейшую формулу этого соединения.

8-72. Напишите уравнения реакций: а) брома с калием; б) гидроксида калия с бромоводородной кислотой.

8-73. Напишите уравнения реакций: а) брома с кальцием; б) бромоводородной кислоты с кальцием; в) бромоводородной кислоты с гидроксидом кальция. Назовите продукты реакций.

8-74. Напишите уравнения реакций: а) брома с литием; б) бромоводородной кислоты с оксидом лития; в) бромоводородной кислоты с гидроксидом лития. Назовите продукты реакций.

8-75. 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.

59

8-76. При 0°C и давлении 760 мм рт. ст. один объем воды растворяет 600 объемов бромоводорода. Какова процентная концентрация бромоводорода в получившемся растворе?

8-77. Может ли бромоводород служить восстановителем? Ответ поясните.

8-78. В растворе содержится бромид калия и свободный бром. Как проще всего освободить бромид калия от примеси брома?

8-79. Почему вода, в которую погружен бромид серебра, на свету с течением времени желтеет?

8-80. Действием избытка нитрата серебра на раствор бромида натрия было получено 0,251 г осадка. Вычислите, сколько бромида натрия было в растворе.

8-81. 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?

8-82. Требуется решить вопрос, какая дана соль — хлорид или бромид натрия, судя по следующим данным: 1,030 г соли растворены в воде, к раствору добавлен избыток нитрата серебра; при восстановлении выпавшего осадка получилось 1,079 г серебра.

8-83. При 15°C в 1 л воды растворяется 0,263 г иода. Сколько молей воды приходится на 1 моль молекул иода в этом растворе?

8-84. Напишите уравнения реакций: а) иода с калием; б) кальция с иодоводородной кислотой; в) иодоводородной кислоты с гидроксидом калия. Назовите продукты реакции.

8-85. Напишите уравнения реакций: а) иода с литием; б) иодо-водорода с оксидом лития; в) иодоводородной кислоты с гидро-ксидом лития. Назовите продукты реакции.

8-86. По подсчетам ученых, организму человека требуется 100—200 гамм (одна гамма равняется одной миллионной доле грамма) иода в сутки. Сколько граммов это составляет в пересчете на иодид калия?

8-87. Какова плотность иодоводорода по хлрроводороду?

8-88. В одной колбе содержится раствор хлорида натрия, а в другой — раствор иодида натрия. Как определить, что где содержится?

8-89. Раствор крахмала, в котором содержится иодид серебра, с течением времени на свету синее. Почему?

- 8-90. Назовите ту из галогеноводородных кислот, которая не образует галогена при действии окислителей.
- 8-91. Имеются 10-процентные водные растворы хлороводородной, бромоводородной и фтороводородной кислот. Для какой из этих кислот потребуется наибольшее количество щелочи при нейтрализации 20 г пробы? Задачу решите устно.
- 8-92. Укажите по три способа получения каждой из следующих солей: а) хлорида магния; б) бромида цинка; в) иодида цинка.
- 8-93. Укажите, не прибегая к вычислениям, одинаковые или неодинаковые количества галогеноводородов должны получиться при взаимодействии 1 масс. ч. водорода с: а) 1 масс. ч. хлора; б) 1 масс. ч. брома; в) 1 масс. ч. иода.

60

- 8-94. Плавиновая кислота обычно содержит в виде примеси соляную кислоту. Как это обнаружить (см. условие задачи 8-67)?

Сравнительная химическая активность галогенов

- 8-95. Имеются водород, кислород, медь. С какими из этих веществ непосредственно соединяются: а) хлор; б) фтор?
- 8-98. 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 них относятся к типу окислительно-восстановительных.
- 8-97. 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.
- 8-98. Придумайте простой способ проверки соляной кислоты на присутствие в ней примеси свободного хлора.
- 8-99. Кислород, образующийся при нагревании бертолетовой соли в присутствии оксида марганца (IV), содержит в виде примеси (до 3%) хлор. Придумайте и опишите опыт, позволяющий в этом убедиться.
- 8-100. Каким наиболее простым способом можно очистить иод от примеси натриевых солей галогеноводородных кислот?
- 8-101. Какие внешние изменения будут наблюдаться, если в сосуд с бромоводородом ввести хлор?
- 8-102. 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?
- 8-103. 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.
- 8-104. Сколько граммов хлора прореагировало с иодидом калия, если при этом получилось 25,4 г иода?
- 8-105. В раствор смеси бромида натрия и иодида натрия прибавили немного хлорной воды. Что выделилось из раствора?
- 8-108. 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.
- 8-107. Как освободить хлорид магния от примеси бромида магния?
- 8-108. Поступающий в продажу иод обычно содержит в виде примесей хлор, бром и воду. Для очистки его растирают с иодидом калия и негашеной известью и смесь нагревают в стакане, прикры-

61.

том колбой, с холодной водой. При этом иод оседает на дне колбы. Укажите, с какой целью добавляют оксид кальция и иодид калия и какое физическое свойство иода

используется в этом способе очистки его.

8-109. Один из стеклянных цилиндров заполнен хлором, другой — хлороводородом, третий — бромоводородом. Как, не пользуясь какими-либо другими реактивами, узнать содержимое каждого из цилиндров?

8-110. Можно ли собрать хлор над: а) водой; б) раствором хлорида натрия; в) раствором бромида натрия. Дайте обоснованный ответ.

8-111. Напишите уравнения реакций получения бромида цинка четырьмя различными способами.

8-112. При производстве брома из природных бромидов на 1 т брома расходуется 0,6 т хлора. На сколько расход хлора превышает теоретически необходимое количество (в процентах)?

8-113. Имеющийся в продаже бром обычно содержит в виде примеси другой галоген. Какой именно?

8-114. 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.

8-115. Через раствор, содержащий бромид калия и иодид калия, пропустили избыток хлора. После этого раствор выпарили и прокалили. Что представляет собой остаток после прокаливания?

8-116. 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 литре воздуха?

8-117. При пропускании газа, содержащего хлор, через раствор иодида калия выделилось 1,27 г иода. Объем оставшегося газа был равен 4,888 л (в пересчете на н. у.). Каково было содержание хлора в газе (в процентах по объему)?

8-118. 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 процентах по объему).

8-119. 100 мл газовой смеси для синтеза HCl было пропущено через раствор иодида калия. Каков был состав этой смеси (в процентах по объему), если известно, что объем непоглощенного остатка составлял 53 мл?

8-120. К раствору, содержащему 1,6 г бромида калия, прибавили 6,0 г брома-сырца, имеющего примесь хлора. Смесь выпарили и остаток высушили. В остатке 1,3 г. Вычислите содержание в процентах хлора в бrome-сырце.

8-121. 0,200 г галогенида кальция при взаимодействии с раствором нитрата серебра дали 0,376 г галогенида серебра, окрашенного в желтый цвет. Исходя из этих данных, решите, какая именно соль кальция взята для анализа.

62

9 КИСЛОРОД И СЕРА

Химические свойства элементов подгруппы кислорода

9-1. Напишите электронные формулы строения атомов кислорода, серы, селена и теллура. В чем сходство и в чем различие в их электронных оболочках? Как это отражается на свойствах элементов?

9-2. Какие степени окисления проявляют элементы главной подгруппы VI группы периодической системы Д. И. Менделеева. Напишите формулы соединений, в которых эти элементы проявляют указанные вами степени окисления.

9-3. Плотность простых веществ ряда кислород — теллур в твердом состоянии соответственно равна 1,3; 2,1; 4,8; 6,2, а температура плавления $+218^{\circ}\text{C}$; $+119^{\circ}\text{C}$; $+220^{\circ}\text{C}$; $+450^{\circ}\text{C}$. Чем объясняется такая последовательность? Существует ли соответствие температур плавления с температурой кипения? Проверьте свой ответ по справочнику.

9-4. В чем сходны между собой соединения кислорода, серы, селена и теллура и как это можно подтвердить?

9-5. Напишите формулы высших оксидов серы, селена и теллура, а также селениата и теллурата калия.

9-6. Какие два ряда солей образует селеноводород? Дайте обоснованный ответ.

9-7. Водородные соединения H_2S ; H_2Se и H_2Te являются восстановителями. Как изменяется восстановительная способность при переходе от H_2S к H_2Te ?

9-8. Как изменяется прочность (энергия разрыва) химической связи в ряду H_3O^- — H_3Te^- ? Чем это можно объяснить?

Кислород, его получение и свойства

9-9. В начале прошлого века кислород получали из минерала пиролюзита — оксид марганца (IV) — либо: а) накаливанием его в каменной реторте, — при этом пиролюзит отдает $\frac{1}{3}$ содержащегося в нем кислорода; б) нагреванием с концентрированной серной кислотой, — при этом пиролюзит отдает $\frac{1}{3}$ своего кислорода. Выразите *обе* реакции уравнениями и проверьте путем расчета следующее утверждение, записанное в химическом словаре Рихтера (1803 г.): «Пиролюзит при прокаливании дает примерно наполовину больше кислорода, чем красная окись ртути».

9-10. В каком из природных соединений содержится больше кислорода (в процентах)? В каком из искусственно получаемых соединений кислорода еще больше?

63

9-11. Придумайте опыт, который позволил бы убедиться, что технический кислород содержит небольшую примесь инертных газов.

9-12. 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.

9-13. 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.

9-14. Почему нельзя составить уравнение, отображающее процесс получения кислорода из жидкого воздуха?

9-15. Какое количество воздуха нужно переработать в установке для получения 1 млн. м^3 (н. у.) кислорода в год? Степень извлечения кислорода из воздуха 90%, кислорода в воздухе содержится 23% по массе.

9-16. Озон окисляет хлороводород, превращаясь при этом в кислород. Составьте уравнение этой реакции.

9-17. 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.

9-18. Плотность смеси озона с кислородом по водороду равна 18. Найти, исходя из этого, состав смеси (по объему).

9-19. После озонирования некоторого объема кислорода наблюдалось уменьшение объема на 5 мл. Сколько миллилитров озона образовалось и сколько миллилитров кислорода на это израсходовано?

9-20. Пероксид водорода H_2O_2 может быть использован взамен жидкого кислорода. Рассчитайте, сколько пероксида водорода (в расчете на 100-процентный) потребуется для полного сгорания 1 кг жидкого топлива следующего состава: 37% углерода, 13% водорода, 50% кислорода.

9-21. На бумажку, пропитанную раствором крахмала и иодида калия, пероксид водорода действует так же, как озон. Напишите уравнение реакции.

9-22. В чем сходны между собой озон и пероксид водорода по химическим свойствам? Дайте обоснованный ответ.

9-23. Какое вещество появляется в продуктах окислительно-восстановительных реакций, протекающих в растворах, когда в качестве окислителя выступает: а) пероксид водорода;

б) озон — при обычных температурах? Дайте обоснованный ответ.

64

Горение и окисление

9-24. Назовите по крайней мере два газообразных вещества, в атмосфере которых оказался бы горючим газом кислород.

9-25. Укажите, какие из следующих высказываний верны и какие ошибочны: а) горение в чистом кислороде происходит с большей скоростью, чем в атмосфере воздуха; б) при сгорании данного количества вещества в кислороде температура выше, чем при сгорании его в воздухе по той причине, что в первом случае выделяется больше теплоты; в) горение может происходить не только с участием кислорода; г) горение происходит лишь при участии по меньшей мере двух веществ.

9-26. Можно ли сказать, что кислород при обычной температуре является довольно инертным веществом? Иллюстрируйте свой ответ примерами.

9-27. В каких отношениях реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{H}_2 + \text{F}_2 = 2\text{HF}$ сходны между собой?

9-28. Попробуйте объяснить, почему оксиды CO_2 и SiO_2 не горят в чистом кислороде даже при сильном нагревании.

9-29. Какие вам известны простые вещества, которые не горят на воздухе, но активно горят в атмосфере кислорода? Приведите уравнения химических реакций.

9-30. Какие средства пожаротушения вы знаете? На каком принципе действия они основаны?

9-31. Приведите примеры для иллюстрации того, что кислород: а) заметно не реагирует с другими веществами; б) действует медленно; в) действует быстро и очень быстро.

9-32. Учитывая реакционную способность при обычной температуре кислорода, фтора и хлора, расположите их в ряд по степени возрастания окислительной способности.

9-33. Верно ли, что скорость реакции горения возрастает одновременно с развитием этой реакции? Свой ответ поясните.

9-34. 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 в нашем организме в процессе дыхания.

Сера

9-35. В каком виде встречается сера в природе? Приведите примеры.

9-38. Из скольких атомов состоит молекула аллотропного видоизменения серы, молекулярная масса которого около 260?

9-37. С атомом какого инертного газа и ионом какого галогена сходен по электронному строению сульфид-ион?

9-38. Каков тип химической связи в соединениях, формулы

65

которых: а) K_2S ; б) CaS ; в) SO_2 ; г) SCl_4 ? Какова степень окисления серы и связанного с нею элемента в каждом из этих соединений?

9-39. Горит ли в кислороде фторид серы SFe ? Дайте обоснованный ответ.

9-40. Рассчитайте, сколько нужно взять серы на каждый грамм металла для получения: а) сульфида магния; б) сульфида алюминия.

9-41. Какие вещества и в каком количестве должны получиться после того, как закончится реакция между 15 г цинка и 6,4 г серы?

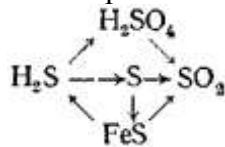
9-42. В виде какого соединения может содержаться сера в чугунах? Как его обнаружить?

9-43. Какова валентность серы: а) в сульфиде кальция; б) в сульфате кальция; в) в сульфите кальция; г) в гидросульфате кальция? Приведите второе химическое название каждой из указанных солей.

9-44. Определение серы в железных сплавах осуществляется следующим образом: 1) сплав растворяется в соляной кислоте; 2) образующиеся при этом газы пропускают 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 прокаливают при доступе воздуха, после чего тигель вместе с содержимым вновь взвешивают, а) Напишите уравнения реакции (учтя, в виде какого соединения сера должна содержаться в железных сплавах), б) рассчитайте, какому количеству серы, содержащейся в исходной навеске сплава, отвечает привес тигля в 1 мг.

9-45. При помощи каких реакций можно осуществить следующие превращения:



Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их осуществления.

Сероводород

9-46. Можно ли собрать сероводород в вертикально стоящий сосуд способом вытеснения воздуха? Ответ поясните.

9-47. Сульфид железа обычно содержит в виде примеси свободное железо. Какая примесь присутствует в полученном из него в аппарате Киппа сероводороде? Как эту примесь обнаружить?

9-48. Водород содержит примесь сероводорода. Каким из пере-

65
численных ниже растворов можно воспользоваться для освобождения водорода от этой примеси: а) раствором гидроксида натрия; б) раствором хлороводорода; в) раствором нитрата свинца? Ответ подтвердите, приведя уравнения реакций.

9-49. Составьте уравнения реакций сероводорода, протекающих: а) без изменения степени окисления серы; б) с изменением степени окисления серы.

9-50. Как осуществить следующие превращения: $\text{ZnS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS}$

9-51. В результате пропускания избытка сероводорода через раствор нитрата свинца образовалось 4,78 г осадка. Сколько граммов нитрата свинца содержалось в растворе?

9-52. В вашем распоряжении сера, железо и соляная кислота. Какими двумя способами из них можно получить сероводород? Напишите уравнения реакций в ионной форме.

9-53. Сколько молей сероводорода должно быть поглощено раствором, содержащим 20 г гидроксида натрия, чтобы получилась средняя соль?

9-54. Определите содержание сероводорода (в процентах) в его водном растворе по следующим данным: если к 50 г этого раствора, содержащего крахмал, постепенно добавлять раствор 63,45 г иода в 1 л раствора, то смесь приобретает синюю окраску лишь после того, как будет прилито 20 мл этого раствора.

9-55. Поступающий в продажу сульфид железа должен содержать не менее 57% FeS.

Какой объем сероводорода можно-получить из 1 кг такого реактива (в пересчете на н. у.)?

9-56. Почему нельзя сушить сероводород, пропуская его через концентрированную серную кислоту? Ответ поясните, приведя уравнение реакции.

9-57. При пропускании сероводорода через бромную воду окраска, присущая бром, исчезает, одновременно образуется свободная сера. Составьте уравнение этой реакции. В чем сходство ее с реакцией между хлором и бромоводородом?

О 9-58. 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 — болотную руду. Получающийся при этом сульфид железа (III) на влажном воздухе окисляется с образованием вновь гидроксида железа и элементарной серы. Запишите все эти превращения уравнениями реакций.

9-59. Нарисуйте масштабную модель молекулы сероводорода H_2S , используя следующие данные: ковалентный радиус серы 0,104 нм, водорода 0,030 нм, у серы в образовании связи участвуют р-орбитали. Каков действительный угол между связями, если он на 2° больше теоретического?

Оксиды серы и их свойства

9-60. Сколько сернистого газа образуется при сгорании 1 т серы? Задачу решите устно.

9-61. Для газации зернохранилищ в целях истребления йасе-комых часто сжигают серу, исходя из нормы 24 г на 1 м³ помещения. Рассчитайте, сколько килограммов оксида серы (IV) должно получиться при газации помещения кубатурой 100 м³.

9-62. Сколько сульфита натрия должно вступить в реакцию с соляной кислотой, чтобы получилось 16 г сернистого газа?

9-63. Почему нельзя путем выпаривания или перегонки раствора сернистой кислоты получить безводную сернистую кислоту?

9-64. Известковая вода при пропускании через нее сернистого газа мутится подобно тому, как она мутится при пропускании углекислого газа. Что представляет собой «муть»?

Напишите уравнение соответствующей реакции.

9-65. Как осуществить следующие превращения:

а) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_3$ в) $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3$

б) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3$ г) $\text{BaSO}_3 \rightarrow \text{BaCl}_2$

Напишите уравнения соответствующих реакций.

9-66. Как обнаружить присутствие в растворе сернистой кислоты, не прибегая к химическим реактивам?

9-67. При сгорании серы в кислороде получается такой же объем сернистого газа, каков был объем кислорода. Сернистый газ вдвое тяжелее кислорода. На основании этих данных, не используя атомных масс, вычислите состав сернистого газа (в процентах).

9-68. Из какого количества сульфита натрия можно получить 5,6 л сернистого газа (в пересчете на н. у.)?

9-69. Один объем воды при 0°C растворяет 80 объемов сернистого газа. Сколько гидроксида натрия нужно добавить к раствору, полученному насыщением сернистым газом 1 л воды при указанной температуре, чтобы получить среднюю соль?

9-70. Приведите уравнения известных вам реакций сернистого газа, в которых степень окисления серы: а) не меняется; б) повышается; в) понижается.

9-71. Вычислите состав оксида серы (VI) (в процентах) и определите плотность его паров по воздуху.

9-72. 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?

9-73. Сколько молей серной кислоты можно получить при растворении 320 г оксида серы (VI) в избытке воды?

Серная кислота и ее соли

9-74. Если концентрированная серная кислота попадает на раскаленную поверхность, то кислота разлагается на воду, кислород и оксид серы (IV). Напишите уравнение реакции и укажите, известен ли вам процесс, обратный приведенному.

9-75. Одну из двух совершенно одинаковых полулитровых склянок заполнили концентрированной серной кислотой, другую — соляной кислотой и при этом забыли пометить надписями содержимое склянок. Как, не вынимая пробок, определить, какой из кислот заполнена каждая склянка?

9-76. Чистый сернистый газ можно получить, действуя при высокой температуре крепкой серной кислотой на серу. Напишите уравнение происходящей при этом реакции.

9-77. Склянка, почти доверху заполненная концентрированной серной кислотой, была оставлена открытой. Через несколько дней часть жидкости перелилась через край склянки. Чем это объясняется?

9-78. Как будет изменяться со временем масса открытого сосуда: а) с очень разбавленным раствором серной кислоты; б) с концентрированной серной кислотой?

- 9-79.** В числе продуктов реакции, происходящей при нагревании концентрированной серной кислоты с углем, имеется сернистый газ и другой газ, дающий осадок с известковой водой. Напишите уравнение реакции угля с серной кислотой.
- 9-80.** Почему растворять медь в концентрированной серной кислоте нужно в вытяжном шкафу, а растворять железо в разбавленной серной кислоте можно и без тяги?
- 9-81.** 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?
- 9-82.** Необходимо получить медный купорос, затратив возможно меньше кислоты. Какой способ следует предпочесть: действие серной кислоты на оксид меди (II) или же на медь? Почему?
- 9-83.** Имеются две склянки без надписей: в одной из них — разбавленная соляная, а в другой — разбавленная серная кислота. Можно ли при помощи кусочка мела узнать, в какой из склянок находится серная кислота? Ответ поясните.
- 9-84.** Какую соль нужно прибавить к раствору сульфата магния, чтобы получить нитрат магния? Напишите уравнение реакции.
- 9-85.** Какую соль нужно прибавить к раствору сульфата цинка, чтобы получить хлорид цинка? Напишите уравнение реакции.
- 9-86.** Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие следующие превращения:
- а) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl}$
- б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$
- 69**
- 9-87.** Смешаны 43,5 г сульфата калия и 24,5 г серной кислоты. Смесь нагрета до образования однородной массы. Каков состав получившегося соединения?
- 9-88.** Купоросное масло по стандарту должно содержать не менее 92,5% H_2SO_4 . Каково «содержание» оксида серы (VI) в такой кислоте?
- 9-89.** Концентрированная серная кислота (ρ — 1,84) содержит 2% воды. Сколько молей H_2SO_4 заключается в 1 л такой кислоты?
- 9-90.** Имеется раствор, в котором на моль серной кислоты приходится моль воды. Каково содержание (в процентах) серной кислоты в этом растворе?
- 9-91.** Приведите уравнения известных вам реакций, в которых концентрированная серная кислота является окислителем.
- 9-92.** Как убедиться в наличии или отсутствии примеси хлорида бария в сульфате бария?
- 9-93.** Образец сульфата бария содержит в виде примеси карбонат барий'. Как можно удалить эту примесь?
- 9-94.** Один из способов получения баритовых белил, применяемых при изготовлении 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.
- 9-95.** К раствору, содержащему 26,1 г нитрата бария, добавили раствор, содержащий 0,25 моль сульфата натрия, и осадок отфильтровали. Что содержится в фильтрате?
- 9-98.** При участии кислорода воздуха медь реагирует с разбавленной серной кислотой. Вычислите количество веществ, необходимых для получения сульфата меди (II), заключающегося в 1 т стандартного (96,2-процентного) медного купороса.
- 9-97.** В мирабилите, добываемом в заливе Кара-Богаз-Гол, содержится 44% сульфата натрия и 56% кристаллизационной воды. Выведите на основании этих данных формулу мирабилита.
- 9-98.** Технический сульфат натрия обычно содержит в качестве примесей хлорид натрия и серную кислоту. Укажите: а) почему эти примеси содержатся в сульфате натрия; б) как доказать наличие примеси серной кислоты и хлорида натрия в сульфате натрия.
- 9-99.** При обработке 1,844 г смеси хлорида калия и сульфата калия концентрированной

серной кислотой было получено 1,923 г чистого сульфата калия. Сколько содержалось в смеси каждого из упомянутых веществ?

9-100. Имеются вещества, формулы которых NaBr , K_2SO_4 , H_2SO_4 , AlCl_3 , Al_2O_3 , ZnS , ZnCl_2 . Какими из них вы воспользовались бы, чтобы, комбинируя попарно, получить чистые: а) сульфат цинка; б) сульфат натрия; в) сульфат алюминия? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

9-101. Приведите примеры получения сульфатов: а) действием

70

разбавленной H_2SO_4 на металлы; б) действием концентрированной H_2SO_4 на соли летучих кислот; в) окислением сульфитов.

9-102. Какие из перечисленных ниже газов, формулы которых CO_2 , NH_3 , HCl , Cl_2 , можно сушить, пропуская их через концентрированную серную кислоту?

Производство серной кислоты

9-103. В России еще в XVII в. получали серу из серного колчедана нагреванием его без доступа воздуха. Из побочного продукта реакции (какого?) медленным окислением кислородом воздуха получали затем железный купорос. Запишите изложенные процессы химическими уравнениями.

9-104. Сколько цинка и серной кислоты теоретически возможно получить из 1 т руды, содержащей 30% сульфида цинка?

9-105. Каково содержание (в процентах по объему) кислорода в газовой смеси, полученной при обжиге железного колчедана, если для обжига было взято на 60% больше воздуха, чем следует? Вычислите также количество 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). При расчете примите содержание кислорода в воздухе равным 20% (по объему).

9-106. 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?

9-107. Сколько сернистого газа должно получиться при обжиге 1 т колчедана, содержащего 48% серы, если при этом в огарке остается 1% имевшейся серы? Задачу решите устно.

9-108. Из 320 т серного колчедана, содержащего 45% серы, было получено 405 т серной кислоты (в пересчете на 100-процентную). Вычислите выход кислоты (процент использования серы).

9-109. Сколько безводной серной кислоты должно (теоретически) получиться из 800 т серного колчедана, содержащего 45% серы?

9-110. Сколько колчедана, содержащего 45% серы, необходимо для получения 1 т безводной серной кислоты при условии, что потери серы в производстве составляют 5%?

9-111. Какой концентрации (в процентах) должна была бы получиться серная кислота в результате прохождения через контактный аппарат смеси, получающейся при сжигании сероводорода в избытке воздуха и охлаждении продуктов реакции, при условии, что химические превращения протекают полностью?

9-112. 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.

71

9-113. При производстве серной кислоты на каждую тонну ее (в пересчете на 100-процентную) расходуется 0,854 т серного колчедана, содержащего 45% серы. Определить выход серной кислоты (в процентах).

9-114. В контактный аппарат поступает смесь, содержащая 7% оксида серы (IV), 10,5% кислорода и 82,5% азота. Во сколько раз содержание кислорода в этой смеси превышает

теоретически необходимое для окисления оксида серы (IV)?

9-115. В 1976 г. в СССР было выработано 20 млн. т серной кислоты, считая на моногидрат (H_2SO_4). Сколько колчедана, содержащего 45% серы, следовало бы переработать для получения такого количества серной кислоты, если принять, что выход кислоты составляет 92% от теоретического?

10

СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Зависимость скорости реакции от различных условий

10-1. От каких факторов зависит скорость реакции? Приведите примеры.

10-2. Почему скорость многих химических реакций с течением времени уменьшается?

10-3. Химическая реакция протекает в растворе согласно уравнению $A + B = C$.

Исходные концентрации: $A = 0,80$ моль/л, $B = 1,00$ 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 ?

10-4. Химическая реакция протекает по уравнению $A + B = C$. Данные опыта следующие:

Концентрация	A	B	C
Начальная	2,7 моль/л	2,5 моль/л	0
Спустя $\frac{1}{2}$ ч.	2,5 моль/л	? моль/л	?

Рассчитать: а) концентрации, помеченные в таблице вопросительным знаком, б) среднюю скорость реакции за данный промежуток времени.

72

10-5. Изменится ли скорость реакции между водородом и кислородом, если в их смесь, сохранив условия (какие?), ввести азот? Ответ поясните.

10-6. Химическая реакция происходит в растворе согласно уравнению $A + B = C$. Как изменится ее скорость, если: а) концентрацию A увеличить в 2 раза, оставив концентрацию B прежней; б) концентрацию B увеличить в 2 раза, оставив концентрацию A прежней; в) концентрацию обоих веществ увеличить в 2 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?

10-7. При повышении температуры на 10°C скорость химической реакции возрастает в 2 раза. При 20°C она равна $0,04$ моль/л · ч. Какова будет скорость этой реакции при: а) 40°C ; б) 10°C ; в) 0°C ?

10-8. При 30°C скорость химической реакции равна **0,01** моль/(л · мин). Какова она будет при: а) 0°C ; б) 60°C , если при повышении температуры на 10°C она возрастает в 3 раза?

10-9. При 40°C скорость химической реакции $0,2$ моль/л · ч. Постройте график, выражающий зависимость скорости реакции от температуры, если при возрастании температуры на 10°C скорость реакции увеличивается в 2 раза.

10-10. При 50°C скорость химической реакции равна $0,05$ моль/(л · мин). Постройте график, выражающий зависимость скорости реакции от температуры, если при возрастании температуры на 10°C скорость реакции увеличивается в 3 раза.

10-11. В каком случае реакция протекает с большей скоростью: а) при горении водорода на воздухе или взрыве смеси водорода с воздухом; б) при образовании гидрокарбоната натрия действием оксида углерода (IV) на раствор гидроксида натрия при обычной температуре или при повышенной температуре?

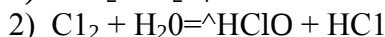
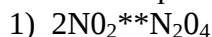
10-12. Почему в домашних и производственных условиях для Сохранения продуктов питания пользуются холодильниками? Ответ поясните.

10-13. Может ли степень измельчения взятых веществ влиять на скорость их взаимодействия? Свой ответ обоснуйте.

10-14. Некоторые реакции, раз начавшись, идут все с возрастающей скоростью, что иногда приводит к взрыву (например, разложение взрывчатых веществ). Укажите, какие факторы могут явиться причиной такого явления.

Химическое равновесие

10-15. Какова относительная скорость прямой реакции по сравнению с обратной в состоянии равновесия для процессов:



73

10-16. Является ли реакция распада пероксида водорода обратимой?

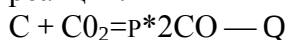
10-17. Реакция $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ достигла состояния равновесия. За единицу времени в реагирующей смеси вновь возникает, предположим, 1 млрд. молекул оксида серы (VI). Сколько за этот же промежуток времени расходуется молекул оксида серы (IV) и молекул кислорода? Сколько распадется молекул оксида серы (VI)? Сколько образуется молекул оксида серы (IV) и молекул кислорода? Заполните таблицу

	SO_2	SO_3	O_2
Расходуется за 1 един. вр.	?	?	?
Образуется за 1 един. вр.	1 млрд.	?	?

и убедитесь, что состав смеси не изменится.

10-18. Почему железная окалина при нагревании в непрерывном токе водорода восстанавливается в металлическое железо полностью, хотя восстановление водородом железной окалины относится к обратимым реакциям?

10-19. При сжигании угля образуется углекислый газ и при этом наблюдается обратимая реакция:



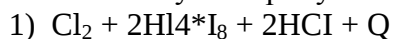
При каких условиях образуется минимальное количество угарного газа?

10-120. Изменится ли состояние равновесия $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$ если смесь газов сжать?

10-21. 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.

10-22. Изменится ли давление в замкнутой системе, если при нормальных условиях смешать равные объемы хлора и водорода и облучить ультрафиолетовыми лучами? Ответ поясните.

10-23. В какую сторону смещаются равновесия при повышении температуры:



10-24. Можно ли рассматривать как равновесную реакцию восстановление оксида меди (II) водородом? Ответ поясните.

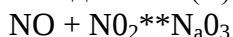
10-25. Почему железные опилки при нагревании в непрерывном потоке водяного пара до конца окисляются в железную окалину,

74

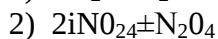
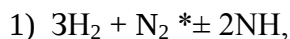
хотя окисление железа водяным паром относится к обратимым реакциям?

10-28. Если через смесь азота с водородом пропускать искровой заряд, то образуется лишь незначительное количество аммиака. Но если при этом газовая смесь находится над серкой кислотой, то реакция идет до конца. Укажите, что является причиной такого изменения в ходе процесса.

10-27. Что получится при действии раствора гидроксида натрия на смесь равных объемов оксида азота (II) и оксида азота (III), реагирующих согласно уравнению:

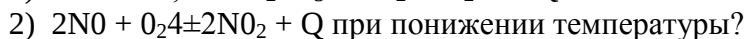
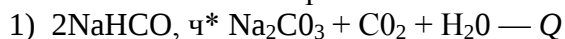


10-28. В какую сторону сместятся равновесия



при повышении давления?

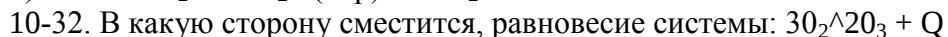
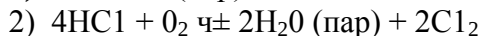
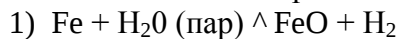
10-29. Как изменятся равновесия:



10-30. Как повлияет: а) повышение давления; б) повышение температуры; в) увеличение концентрации кислорода на равновесие системы:



10-31. Сместится ли равновесие системы и в какую сторону при понижении давления:



а) при повышении температуры; б) при повышении давления?

11

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

Диссоциация оснований, кислот и солей

11-1. Какие из перечисленных ниже жидкостей проводят электрический ток: а) спирт; б) водный раствор поваренной соли; в) дистиллированная вода; г) водный раствор сахара?

75

11-2. Какие из перечисленных ниже жидкостей проводят электрический ток: а) 100-процентная серная кислота; б) водный раствор азотной кислоты; в) раствор азота в воде?

11-3. Безводный жидкий фтороводород не проводит тока, а водный раствор его ток проводит. Чем это можно объяснить?

11-4. Почему соляную кислоту приходится хранить не в стальных, а в стеклянных или керамических сосудах, между тем как для безводной серной кислоты пригодны железные контейнеры?

11-5. Раствор хлороводорода в бензоле не проводит электрического тока и не действует на цинк. Чем это можно объяснить?

11-6. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) нитрата калия; б) хлорида кальция; в) сульфата натрия?

11-7. Как называются и чем отличаются между собой частицы, изображенные символами: а) Cl , Cl_2 ; б) SO_3 , SO_3^{2-} ; в) Na , Na^+ ; г) S , S^{2-} ?

11-8. Можно ли приготовить водный раствор, который в качестве растворенного вещества содержал бы только: а) SO_3 ; б) SO_3^{2-} ; в) Na ; г) Na^+ ; д) Cl_2 ; е) Cl_2 ; ж) Ca^{2+} ? Ответ поясните.

11-9. Можно ли приготовить раствор, содержащий в растворенном виде только: а) серу; б) ион S^{2-} ; в) фосфор; г) ион P^{3-} ; д) азот; е) ион N_2 ? Дайте обоснованный ответ.

11-10. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) бромиды калия; б) едкого кали; в) азотной кислоты; г) фторида натрия?

11-11. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) нитрата алюминия; б) сульфата алюминия; в) иодоводорода?

11-12. Напишите и прочитайте уравнения электролитической диссоциации в водных растворах следующих веществ: а) сульфата калия; б) хлорида кальция; в) бромоводорода.

11-13. Напишите и прочитайте уравнения электролитической диссоциации в водных растворах следующих веществ: а) нитрата цинка; б) хлорида бария; в) бромиды калия.

- 11-14. Изобразите при помощи уравнений электролитическую диссоциацию веществ, формулы которых $\text{Ba}(\text{OH})_2$, K_3PO_4 , KClO_3 , KCl , NaHSO_4 . Прочитайте написанные уравнения.

11-15. Составьте уравнения электролитической диссоциации: а) сульфата меди; б) хлорида кальция; в) гидроксида натрия. Прочитайте уравнения.

11-16. Составьте уравнения электролитической диссоциации:

а) сульфата серебра; б) гидроксида кальция; в) соляной кислоты. Прочитайте уравнения.

11-17. Напишите уравнения электролитической диссоциации веществ, формулы которых:

а) FeCl_3 ; б) FeCl_2 ; в) растворимого минерала карналлита KCl-MgCl_2 . Прочитайте уравнения.

11-18. Изобразите уравнениями последовательные ступени электролитической диссоциации: а) мышьяковой кислоты H_3AsO_4 ;

б) сероводорода в водном растворе.

11-19. Изобразите уравнениями последовательные ступени диссоциации угольной кислоты.

76

11-20. Изобразите уравнениями последовательные ступени диссоциации сернистой кислоты H_2SO_3 .

11-21. Изобразите уравнениями последовательные стадии диссоциации селеновой кислоты H_2SeO_4 .

11-22. Как практически осуществить процессы, выражающиеся следующими уравнениями:

а) $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

б) $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$

в) $\text{Si}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Si}(\text{OH})_2$

11-23. Как практически осуществить реакции, схематически изображаемые уравнениями:

1) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

2) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

3) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$

11-24. Как практически осуществить реакцию, представленную уравнением:

$2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl}$

11-25. Опишите подробно опыты, иллюстрирующие следующие превращения:

1) $\text{Mg} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Pb}$

2) $\text{Si} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$

3) $\text{Hg} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Hg}^{2+} + 2\text{Ag}$

_. **11-26.** На сколько ионов распадается при полной диссоциации молекула каждого из электролитов, формулы которых: а) H_2SO_4 ; б) $\text{Sr}(\text{OH})_2$; в) H_3PO_4 ?

11-27. Как практически осуществить реакцию, сначала представленную уравнением 1, а затем уравнением 2:

1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$

2) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

11-28. Напишите формулы веществ, которые при растворении в воде диссоциируют на ионы: а) Ba^{2+} и OH^- ; б) Ca^{2+} и NO_3^- .

11-29. Напишите формулы веществ, диссоциирующих в воде на ионы: а) Al^{3+} и SO_4^{2-} ; б) Mg^{2+} и MnO_4^- .

11-30. Напишите формулы веществ, диссоциирующих в воде на ионы: а) K^+ и CrO_4^{2-} ; б) Fe^{2+} и NO_3^- ; в) Fe^{3+} и NO_3^- .

11-31. В воде одного источника были обнаружены следующие ионы: Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , Br^- , SO_4^{2-} . Растворением каких солей в дистиллированной воде можно получить раствор, содержащий те же ионы? Имеет ли задача только одно решение? Ответ поясните.

11-32. Какие из перечисленных ниже веществ при электролитической диссоциации образуют ионы хлора: а) хлорид калия;

77

б) бертолетова соль KClO_3 ; в) перхлорат калия KClO_4 ; г) нашатырь NH_4Cl ? При помощи какого раствора можно доказать присутствие ионов хлора в растворах указанных вами солей?

- 11-33.** Раствор хлорида калия бесцветен, а раствор марганцовокислого калия KMnO_4 окрашен в фиолетово-красный цвет. Каким ионом вызвана окраска раствора соли KMnO_4 ?
- 11-34.** К какому классу относится вещество, если его водный раствор хорошо проводит электрический ток и не окрашивает фиолетового лакмуса ни в красный, ни в синий цвет?
- 11-35.** Хлорид меди CuCl_2 ядовит. С каким ионом связана токсичность этой соли?
- 11-36.** Напишите формулы: а) четырех бесцветных катионов; б) четырех бесцветных анионов; в) известных вам окрашенных катионов.
- 11-37.** Почему раствор иодида калия, хотя и содержит иод, не окрашивает крахмал в синий цвет?
- 11-38.** Каковы различия в свойствах между атомом водорода и ионом водорода?
- 11-39.** Придают ли окраску раствору: а) ионы кальция; б) ионы меди; в) анионы серной кислоты; г) анионы азотной кислоты; д) ионы серебра?
- 11-40.** Придают ли окраску раствору: а) ионы иода; б) ионы брома; в) ионы калия; г) ионы CO_3^{2-} ?
- 11-41.** Растворы некоторых солей соляной кислоты имеют окраску. Катионы или анионы придают цвет этим солям? Приведите примеры.
- 11-42.** Растворы некоторых солей натрия имеют окраску. Чем она обусловлена — катионами или анионами? Из чего вы это заключаете?
- 11-43.** Растворы хлорида бария и мышьяковой кислоты H_3AsO_4 ядовиты. Какими ионами обусловлена ядовитость каждого из этих соединений?
- 11-44.** Выпишите названия известных вам минеральных удобрений и формулы анионов и катионов, заключающих в себе питательный элемент.
- 11-45.** Во всех ли случаях растворение вещества сопровождается возникновением ионов? Ответ мотивируйте, приведя примеры.
- 11-46.** Зная число молей в 1 л воды и что число ионов водорода в этом объеме воды равно $6,02 \cdot 10^{18}$, найдите, сколько молекул воды приходится на одну молекулу воды, распавшейся на ионы.
- 11-47.** В лаборатории имеется 98-процентная серная кислота. Как правильно называть такую кислоту — концентрированная или сильная кислота?
- 11-48.** От каких факторов зависит степень диссоциации электролита в водном растворе? Ответ поясните примерами.
- 11-49.** Как влияет повышение концентрации электролита в растворе на степень диссоциации?
- 11-50.** Как влияет температура на степень диссоциации?
- 78**
- 11-51.** Приведите примеры сильных, средних и слабых электролитов.
- 11-52.** Имеется 1 л раствора, содержащего 1 моль нитрата калия. Степень диссоциации соли в этом растворе равна 70%. Сколько граммов электролита диссоциировано на ионы?
- 11-53.** Считая, что степень диссоциации соляной кислоты в растворе, содержащем 0,1 моль в 1 л, равна 90%, найдите, сколько граммов водорода находится в виде ионов в 2 л кислоты.
- 11-54.** В растворе уксусной кислоты содержится в виде ионов 0,001 г водорода и 0,1 моль недиссоциированной кислоты. Какова степень диссоциации уксусной кислоты в этом растворе?
- 11-55.** Производились исследования с раствором, в 1 л которого содержалось по 1 моль бромида натрия и сульфата калия. Как приготовить раствор в точности такого же количественного состава, если вместо бромида натрия взять бромид калия?
- 11-56.** В литре раствора содержится 1 моль нитрата калия и 1 моль хлорида натрия. Из каких двух других солей и как можно приготовить раствор точно такого количественного состава?
- 11-57.** В 1 л раствора содержится 2 моль хлорида натрия и 1 моль серной кислоты. Из каких двух веществ и как можно приготовить раствор точно такого же состава?

11-58. Средняя концентрация солей в морской воде выражается следующими числами (по массе): хлорид натрия — 2,91%, сульфат кальция — 0,13%, хлорид магния — 0,41%, сульфат калия — 0,09%, сульфат магния — 0,18%. Каких катионов больше всего в морской воде?

11-59. При применении цинка в качестве микроудобрения его вносят из расчета 15—20 кг сульфата цинка $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на гектар. Сколько это составляет в пересчете на ионы Zn^{2+} ?

11-60. Для предпосевной обработки семян применяется раствор, содержащий 0,02% медного купороса. Вычислите, сколько (в процентах) это составляет в пересчете на ион Cu^{2+} .

11-61. В каких количественных отношениях нужно взять массу хлорида калия и массу сульфата калия, чтобы получить растворы с одинаковым содержанием ионов K^+ ?

11-62. В каких количественных отношениях нужно взять массу сульфата магния и массу сульфата алюминия, чтобы получить растворы с одинаковым содержанием ионов SO_4^{2-} ?

11-63. Анализом было установлено, что раствор содержит 0,69 г/л Na^+ и 1,86 г/л NO_3^- . Одинаковое или разное количество этих двух видов ионов содержится в указанном растворе?

11-64. Анализом было найдено, что в 1 л раствора сульфата натрия содержится 0,1 моль ионов SO_4^{2-} . Сколько граммов ионов Na^+ содержится в литре этого раствора?

11-65. Анализом было найдено, что в 1 л раствора, полученного растворением смеси бромида калия и бромида натрия, содержится 3 моль ионов Br^- и 1 моль ионов K^+ . Сколько граммов ионов Na^+ было в этом растворе?

79

11-66. 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 калия; б) катионы натрия; в) анионы хлора; г) анионы серной кислоты? Ответы обоснуйте.

Зависимость свойств

водородных соединений и гидроксидов
от заряда и радиусов ионов

11-67. Какое вещество, состоящее из двух элементов, подходит одновременно под определения кислоты и основания?

11-68. Какие из веществ, формулы которых KOH , HClO_3 , HClO_4 , KHSO_4 , H_2O , образуют при диссоциации ионы водорода и гидроксида? Напишите соответствующие уравнения реакций.

11-69. Что представляют собой ионы водорода с точки зрения теории строения атомов? Как их открывают в водном растворе?

11-70. Изобразите электронную схему строения иона гидроксида (так, как ранее изображались электронные схемы строения молекулы воды и пр.). Как можно обнаружить ионы гидроксида в водном растворе?

11-71. Какие из соединений: аммиак, сероводород, фосфин, селеноводород — при растворении в воде способны присоединять протоны и какие их отщепляют?

11-72. Как меняется сила бескислородных кислот в зависимости от радиуса аниона?

11-73. Как зависит сила бескислородной кислоты от заряда аниона?

11-74. От каких факторов зависит сила кислородсодержащих кислот?

11-75. Какая из кислородсодержащих кислот хлора самая сильная: хлористая HClO_2 , хлорноватая HClO_3 , хлорноватистая HClO или хлорная HClO_4 и почему? Проверьте свои рассуждения по справочнику.

11-76. Из трех кислот, формулы которых HClO_3 ; HNO_3 ; HBrO_3 , укажите самую сильную и самую слабую. Ответ мотивируйте.

11-77. Какая из кислот, формулы которых H_2CO_3 ; H_2SiO_3 и H_2SO_3 , самая сильная и почему?

Ответ поясните.

11-78. От каких факторов зависит степень диссоциации оснований? Ответ поясните примерами.

11-79. Какое из оснований: $\text{Ca}(\text{OH})_2$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$; NaOH ; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ — самое сильное и какое самое слабое? Ответ мотивируйте.

11-80. Из четырех оснований: $\text{Ba}(\text{OH})_2$; $\text{Sr}(\text{OH})_2$; $\text{Ca}(\text{OH})_2$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ — укажите самое сильное основание. Объясните почему.

80

11-81. Какое из оснований самое сильное и какое самое слабое: RbOH ; NaOH ; KOH или LiOH ? Ответ поясните.

11-82. Какое из пяти оснований самое сильное: $\text{Al}(\text{OH})_3$; $\text{Ca}(\text{OH})_2$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$; NaOH ; KOH ? Дайте мотивированный ответ.

Реакции ионного обмена

11-83. В литре воды растворены 1 моль хлорида калия и 1 моль-иодида натрия. Из каких двух других солей и как можно приготовить раствор точно такого же состава?

11-84. В литре воды растворены 2 моль бромиды калия и 1 моль сульфида натрия. Из каких двух других солей и как можно приготовить раствор точно такого же состава?

11-85. В литре 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 какое количество каждой из них нужно для этого взять?

11-86. Укажите известные вам способы превращения атомов меди в ионы меди и ионов меди в атомы меди. Приведите соответствующие уравнения реакций.

11-87. Какие ионы могут присутствовать в растворе, если при введении ионов SO_4^{2-} выпадает осадок, а при введении ионов Cl^- образование осадка не наблюдается?

11-88. Напишите ионные уравнения реакций между растворенными в воде: а) гашеной известью и азотной кислотой; б) азотной кислотой и гидроксидом калия; в) серной кислотой и гидроксидом лития.

11-89. Напишите ионные уравнения реакций между растворенными в воде: а) H_2SeO_4 (сильная кислота) и KOH ; б) HClO_4 (сильная кислота) и NaOH .

11-90. Напишите ионные уравнения реакций между растворенными в воде: а) сульфатом меди и гидроксидом лития; б) хлоридом меди (II) и гидроксидом калия.

11-91. Напишите ионные уравнения реакций между растворенными в воде: а) сульфатом железа (II) и гидроксидом лития, б) сульфатом железа (III) и гидроксидом натрия.

11-92. Напишите ионные уравнения реакций между растворенными в воде: а) нитратом магния и едким натром; б) сернокислым магнием и гидроксидом лития; в) хлоридом магния и гидроксидом кальция.

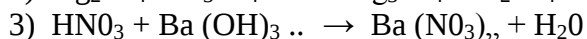
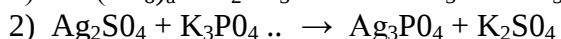
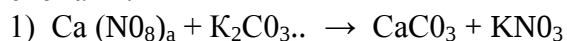
11-93. Напишите ионные уравнения реакций между растворенными в воде: а) сульфатом меди и хлоридом бария; б) сульфатом алюминия и хлоридом бария; в) сульфатом натрия и нитратом бария.

11-94. Напишите ионные уравнения реакций между растворами следующих солей: а) нитратом серебра и бромидом натрия; б) нитратом серебра и бромидом кальция; в) нитратом серебра и бромидом меди (II).

81

11-95. Напишите ионные уравнения реакций (в полной и сокращенной форме) между: а) нитратом серебра и иодидом магния; б) сульфатом серебра и иодидом лития; в) нитратом серебра и иодидом бария в растворе.

11-96. Напишите в ионной форме уравнения реакций, представленных следующими схемами:



11-97. Напишите в полной и сокращенной ионной форме уравнения реакций,

представленных следующими схемами:

- 1) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HNO}_3$
- 2) $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{AgCl}$
- 3) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{SrSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

11-98. Напишите в полной и сокращенной ионной форме уравнения реакций, представленных следующими схемами:

- 1) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{BaSeO}_4 + \text{NaCl}$
- 2) $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- 3) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSiO}_3 + \text{NaOH}$

11-99. Напишите в ионной форме уравнения реакций, представленных следующими схемами:

- а) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- б) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$

11-100. Напишите ионные уравнения реакций, происходящих при попарном сливании растворов солей, формулы которых Ag_2SO_4 , BaCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_3PO_4 .

11-101.

В банку был налит 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. Почему гаснет лампа? Что будет наблюдаться при дальнейшем прибавлении кислоты? Будут ли наблюдаться те же явления, если серную кислоту заменить соляной?

11-104. Около 100 лет назад был проделан следующий опыт. Раствор соли калия пропускали через почву, промытую чистой водой и помещенную в горшок с отверстием в дне. Вытекающая вода была подвергнута анализу. Оказалось, что она представляет собой раствор соли кальция. Объясните, что произошло.

Гидролиз солей

11-105. Приведите примеры солей, которые подвергаются гидролизу, и солей, которые гидролизу не подвергаются, и объясните почему.

11-106. От каких факторов зависит гидролиз солей? Ответ проиллюстрируйте примерами.

11-107. Как влияет температура на гидролиз солей? Ответ поясните.

11-108. Как зависит гидролиз от концентрации раствора соли (для тех солей, которые подвергаются гидролизу)? Приведите примеры.

11-109. При кипячении водный раствор состава NH_4Cl становится кислым. Чем это объясняется?

11-110- Какие из солей, формулы которых FeSO_4 , Na_2S , AlPO_4 , NaNO_3 , KCl , подвергаются гидролизу? Напишите возможные уравнения гидролиза и укажите, будет ли раствор кислым или щелочным.

11-111. Будут ли подвергаться гидролизу соли, формулы которых K_3PO_4 , CrCl_3 , FeCO_3 , KNO_3 ? Укажите причины, почему соль не подвергается гидролизу. Для других напишите уравнения реакций гидролиза по стадиям и укажите, будет ли раствор кислым или щелочным.

11-112. Укажите, какие из солей, формулы которых приведены ниже, способны гидролизироваться $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2HPO_4 , K_2S , K_2SO_4 . Напишите уравнения гидролиза в ионном виде.

11-113. Какая среда — кислая или щелочная — возникает при гидролизе солей, формулы которых SnCl_2 , CH_3COONa , K_2S ?

11-114. Верно ли, что гидролиз — это реакция, обратная нейтрализации? Дайте обоснованный ответ.

11-115. Что будет наблюдаться при кипячении водного раствора сульфида натрия? Ответ иллюстрируйте уравнением.

солей, формулы которых AgNO_3 , Na_2CO_3 , CaCl_2 , K_3PO_4 . В каких случаях образуется нерастворимое соединение?

11-102. Напишите полные и сокращенные уравнения образования всех тех нерастворимых солей, которые могут получиться при смешении растворов солей, формулы которых K_3PO_4 , KOH , CuSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, AgNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

11-103. В приборе (рис. 8) был поставлен следующий опыт.

12

АЗОТ И ФОСФОР

Физические и химические свойства азота

12-1. Какова электронная конфигурация атомов элементов группы азота?

12-2. С атомом какого инертного газа и с ионами какого галогена и какого щелочного металла сходен по электронному строению отрицательно заряженный ион азота?

12-3. Напишите формулы всех соединений азота с водородом, в которых легкий изотоп водорода ^1H полностью или частично замещен его тяжелым изотопом ^2H . Каковы их молекулярные массы?

12-4. Опираясь на электронную теорию валентности, выведите формулы соединений азота: а) с литием; б) с магнием; в) с алюминием; г) с кальцием.

12-5. М. В. Ломоносов, обжигая металлы в «запаянных накрепко стеклянных сосудах», обнаружил остаток воздуха, не соединяющийся с металлом. Каков состав этого остатка?

12-6. 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). Дайте обоснованный ответ, как определить, в каком цилиндре находится азот.

12-7. 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 иллюстрируйте уравнениями реакций.

12-8. Какими опытами можно проверить, содержит ли азот примеси: а) хлора; б) хлороводорода? Приведите соответствующие уравнения реакций.

12-9. Для получения азота в лаборатории пользуются следующими приемами: а) пропускают воздух через трубки с раскаленными медными стружками; б) разлагают нитрит аммония. Уравнение реакции:

$\text{NH}_4\text{NO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ Чем по составу отличается азот, полученный первым и вторым путем?

12-10. Какова плотность азота по воздуху и по водороду? Можно ли пользоваться азотом для заполнения аэростата?

12-11. При 20°C в 1 л воды растворяется $6,8 \cdot 10^{-4}$ моль азота. Сколько это составит в граммах на литр?

12-12. Масса 167 мл (пересчете на н. у.) азота составляет 0,21 г. Определите число атомов в молекуле азота.

84

12-13. Лавуазье рассматривал азот как инертный газ. Какие факты вы можете привести для доказательства, что эта точка зрения имеет ограниченное значение?

Аммиак

12-14. «Летучая щелочь» — так называли в XVIII в. аммиак. Почему его так называли? Рассчитайте содержание (в процентах) азота и водорода в этом соединении.

12-15. Найдите формулу аммиака, исходя из следующих данных: 1,02 г аммиака при реакции с 10 г оксида меди (II) дают 1,62 г воды и 0,84 г азота. Какие данные в условии задачи являются лишними?

12-16. Какое из известных вам соединений азота содержит наибольшее количество азота (в процентах)?

12-17. Придумайте прибор, пригодный для определения содержания инертных газов в

синтетическом аммиаке.

12-18. При длительном пропускании электрических искр через аммиак последний практически нацело разлагается. При этом происходит увеличение объема. Во сколько раз? Каков состав (в процентах по объему) получившейся смеси газов?

12-19. Один из шести стеклянных цилиндров заполнен аммиаком, другой — углекислым газом, третий — хлором, четвертый — кислородом, пятый — азотом, шестой — воздухом. Как вы определите, какой газ находится в каждом из этих цилиндров?

12-20. Один из трех цилиндров заполнили аммиаком, другой — кислородом, третий — аргоном. После этого цилиндры некоторое (небольшое) время оставались открытыми. Что будет наблюдаться при опускании в каждый из цилиндров тлеющей лучинки?

12-21. Как освободить кислород от примеси аммиака? К ответу дайте пояснение.

12-22. В цилиндр с водой поступает медленный ток газа. Укажите, судя по рисунку 9, каким именно газом — аммиаком, хлоро-водородом или азотом — заполняется цилиндр.

12-23. Как, имея в своем распоряжении воду, стакан и пробирку, произвести испытание на присутствие в аммиаке примеси водорода? К ответу дайте пояснение.

12-24. Как освободить аммиак от примеси углекислого газа? К ответу дайте пояснение.

12-25. В одной из двух фарфоровых чашек был выпарен досуха водный раствор аммиака, в другой — водный раствор гидроксида натрия. Можно ли, не прибегая к каким-либо пробам, указать чашку, в которой был раствор аммиака? Ответ поясните.

12-26. Сажа, накапливающаяся в обычных печных дымоходах, содержит аммиак.

Опишите опыт, с помощью которого можно было бы в этом убедиться.

85

12-27. Аммиачная вода первого сорта, выпускаемая заводами синтетического аммиака, содержит 25% аммиака (по массе). В каком количестве ее заключается 5 моль аммиака?

12-28. Напишите уравнения реакций аммиака: а) с иодоводородом; б) с селеновой кислотой. Назовите продукты реакции.

12-29. В чем сходство и в чем различие между реакцией аммиака с кислотами и реакцией щелочей с кислотами?

12-30. «Что будет наблюдаться при смешении аммиака с бромоводородом?

12-31. Напишите уравнение реакции горения аммиака в кислороде.

12-32. Составьте уравнение реакции, происходящей при пропускании аммиака через раскаленную железную окалину.

Соли аммония

12-33. Соль имеет состав NH_5SO_4 . Как следует видоизменить эту формулу, чтобы сразу было видно, о какой соли идет речь? Назовите ее. Напишите уравнение электролитической диссоциации этой соли.

12-34. Карбонат аммония в настоящее время получают смешением трех газообразных веществ. Каких именно? Составьте уравнение реакции.

12-35. Как, исходя из водорода, хлора и азота, получить хлорид аммония? Ответ иллюстрируйте соответствующими уравнениями реакций.

12-36. В качестве окислителя применяется перхлорат аммония. В нем водорода 3,4%, азота 11,9%, хлора 30,2% и кислорода 54,5%. Выведите формулу этой соли, составьте уравнение реакции ее распада при нагревании в отсутствие горючего (при этом образуется вода, хлороводород, азот и кислород). Укажите также объемное отношение кислорода и азота в полученной смеси.

12-37. Газы в лаборатории часто сушат путем пропускания их через концентрированную серную кислоту. Почему этот способ не применим для осушения аммиака?

12-38. Составьте уравнения реакций получения сульфата аммония из: а) трех газообразных веществ и б) газообразного при обычных условиях и жидкого вещества.

12-39. При получении сульфата аммония гипсовым способом гипс взмучивают в воде и через смесь пропускают аммиак и углекислый газ. Образующийся карбонат аммония с гипсом дает сульфат аммония и вещество, выпадающее в осадок. Составьте уравнения

реакций.

12-40. 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 вначале при этой реакции наблюдается обильное выделение белого дыма? Что он собой представляет? Напишите уравнения реакций.

86

12-41. Почему при возгонке хлорида аммония в железной посуде он загрязняется солью железа?

12-42. Какие явления будут наблюдаться при сильном нагревании в пробирке бромида аммония?

12-43. 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.

© **12-44.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме между бромидом аммония и: а) гидроксидом натрия; б) гидроксидом калия; в) гашеной известью; г) серной кислотой в воде.

© **12-45.** Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций между иодидом аммония и: а) гидроксидом натрия; б) гашеной известью; в) нитратом серебра в водном растворе.

© **12-46.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме между сульфатом аммония и: а) гидроксидом натрия; б) гидроксидом калия; в) гашеной известью в водном растворе.

© **12-47.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме между гидроксидом натрия и: а) иодидом аммония; б) фторидом аммония; в) карбонатом аммония в водном растворе.

© **12-48.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме между гашеной известью и: а) иодидом аммония; б) карбонатом аммония в растворе.

12-49. Сколько аммиака можно получить, нагревая смесь 20 г хлорида аммония с 20 г оксида кальция, приняв, что выход составляет 98% от теоретически возможного?

12-50. Необходимо отделить поваренную соль от хлорида аммония. Как следует нагревать смесь — в открытом или закрытом сосуде? Ответ поясните.

12-51. В лабораторных условиях азот можно получить взаимодействием растворов хлорида аммония и нитрита натрия. Учтя, что при этом образуются также хлорид натрия и вода, составьте уравнение реакции и вычислите, сколько граммов хлорида аммония необходимо для получения 2 моль азота.

12-52. 5 г смеси хлорида калия и хлорида аммония прокалили до прекращения выделения паров. В остатке оказалось 4 г вещества. Каков состав смеси (в процентах)? Задачу решите устно.

12-53. Сколько гашеной извести необходимо взять для получения из нашатыря NH_4Cl такого количества аммиака, чтобы можно было приготовить 1 кг 17-процентного раствора аммиака?

12-54. 3,4 г аммиака смешано с 8 г хлороводорода. Какое новое вещество и в каком количестве должно образоваться в результате реакции?

12-55. Сколько килограммов 78-процентного раствора серной кислоты необходимо для получения сульфата аммония из 102 кг аммиака?

12-56. Смесь газов, содержащая аммиак, после того как была пропущена через разбавленный раствор серной кислоты, занимала

87

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 количество аммиака в этой смеси (в процентах по объему).

12-57. 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 уравнения всех упоминаемых реакций в молекулярной и ионной формах.

12-58. Какая соль образуется при смешении равных объемов аммиака и сероводорода? Составьте уравнение реакции, назовите получившуюся соль.

12-59. 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?

12-60. Приведите примеры образования аммонийных солей путем: а) реакции присоединения; б) взаимодействия двух солей; г) взаимодействия двух газов.

Оксиды азота

12-61. Имеются четыре закрытых цилиндра: с оксидом азота (II), с оксидом азота (IV), с азотом, с аммиаком, а) Как проще всего узнать, в каком цилиндре какой газ содержится? б) В каких цилиндрах и как изменится окраска влажной фиолетовой лакмусовой бумажки?

12-62. 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. Каким газом на самом деле был наполнен цилиндр?

12-63. Можно ли определить запах оксида азота (II)? пользоваться, чтобы получить и собрать: а) чистый аммиак; б) оксид азота (IV); в) чистый оксид азота (II)? Ответ поясните.

12-65. При пропускании электрических искр через воздух в закрытом сосуде над водой происходит большее уменьшение объема газа, чем при сжигании в нем фосфора. Дайте объяснение этому явлению.

12-66». Напишите уравнение реакции горения водорода в оксиде азота (IV), учтя, что из 6 объемов взятой смеси газов получается, не считая паров воды, один объем нового газа.

12-67. Оксид азота (III) даже при низкой температуре распадается на два других оксида, один из которых превращается в другой при действии кислорода. Составьте уравнение этой реакции.

12-68. Если в закрытый пробкой цилиндр, заполненный оксидом азота (IV), ввести немного раствора сернистой кислоты, то коричневая окраска исчезает. Теперь, если убрать пробку, газ в цилиндре вновь становится коричневым. Руководствуясь этими наблюдениями, составьте уравнение реакции между оксидом азота (IV) и сернистой кислотой.

12-69. Один из оксидов азота при нагревании выше 500°C распадается на простые вещества. При этом из 2 объемов оксида образуются 3 объема смеси, в которой преобладает азот. Найдите формулу этого оксида.

12-70. Оксид азота (I), получаемый нагреванием нитрата аммония, обычно содержит примеси, в частности оксид азота (II). Как проще всего обнаружить эту примесь?

12-71. Какое вещество и в каком количестве должно образоваться из 5,6 л оксида азота (II) (в пересчете на н. у.), если смешать ее с избытком кислорода?

12-72. Чистый азот можно получить, пропуская смесь оксида азота (II) и аммиака над катализатором (платинированный асбест). Составьте уравнение этой реакции; укажите, является ли этот процесс обратимым, и вычислите объем азота, получающегося из 1200 мл оксида азота (II).

12-73. Можно ли освободить оксид азота (II) от примеси оксида азота (IV), промывая его водой? Изменится ли при этом количество оксида азота (II), которым мы располагали?

12-74. Оксид азота (II) можно освободить от влаги, пропуская его над кусками гидроксида натрия. Почему этим способом нельзя сушить оксид азота (IV)?

12-75. Можно ли рассматривать реакцию оксида азота (IV) с водой как окислительно-восстановительную? Ответ подробно мотивируйте.

12-76. Каким наиболее простым способом можно выделить оксид азота (IV) из смеси его с

кислородом?

12-77. Для определения состава двух бесцветных оксидов азота определенный объем каждого из них нагревался с металлическим калием. При этом один из них дал равный объем азота, другой — вдвое меньше, чем объем, который занимал он сам. Напишите

89

формулы обоих оксидов, зная, что с калием азот в данных условиях не реагирует.

12-78. Изменится ли электропроводность воды при растворении в ней: а) азота; б) оксида азота (IV)?

12-79. Взорвана смесь 15,6 мл оксида азота с избытком водорода. Объем газа, оставшийся после взрыва и конденсации паров воды, был (при первоначальной температуре) на 46,7 мл меньше, чем объем взятой смеси. Какова формула оксида?

Азотная кислота и ее соли

12-80. Вещество, получающееся при нагревании смеси селитры с купоросным маслом и охлаждении образующихся паров, когда-то называли «крепкой водкой». Каково современное название этого вещества?

12-81. Пары азотной кислоты при сильном нагревании (белока-лильном жаре) разлагаются на азот, кислород и воду. Напишите уравнение реакции разложения азотной кислоты в этих условиях.

12-82. Нитрат меди (II) можно получить из меди и концентрированной азотной кислоты, из меди и разбавленной азотной кислоты (при этом выделяется оксид азота (II), из оксида меди и азотной кислоты. Напишите уравнение соответствующих реакций и укажите, являются ли эти три способа одинаково выгодными в отношении расхода азотной кислоты.

12-83. В одном старинном научном трактате описан следующий способ получения «красного преципитата»: «Ртуть растворяют в азотной кислоте, раствор выпаривают и остаток нагревают, пока он не сделается красным». Что представляет собой «красный преципитат»? Напишите уравнения реакций, ведущих к его образованию, учитывая, что ртуть в образующихся соединениях двухвалентна и что при действии азотной кислоты на ртуть выделяется бесцветный газ, на воздухе буреющий.

12-84. Так называемая «царская водка» получается смешением концентрированных соляной и азотной кислот. Найти соотношение (по объему) 34-процентной соляной кислоты ($\rho = 1,17$) и 98-процентной азотной кислоты ($\rho = 1,50$), чтобы состав «царской водки» выражался отношением 3 моль HCl к 1 моль HNO_3 . © 12-85. Металлы Au, Pt, Al, Sn устойчивы по отношению к концентрированному раствору азотной кислоты. Связано ли это для перечисленных металлов с одинаковой причиной? Дайте обоснованный ответ.

12-86. Напишите уравнение реакции (по стадиям и суммарное), происходящей при взаимодействии разбавленной азотной кислоты с алюминием. Одним из продуктов этой реакции является оксид азота, быстро буреющий при взаимодействии с кислородом.

12-87. При взаимодействии железа с азотной кислотой средней концентрации получается бурый газ и соль трехвалентного железа. Напишите уравнение реакций (по стадиям и суммарное).

90

12-88. При взаимодействии сернистого газа с азотной кислотой в присутствии воды получают оксид азота (II) и серная кислота. Напишите уравнение реакции.

12-89. 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.

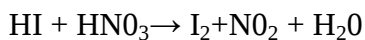
12-90. При пропускании оксида азота (II) в теплую концентрированную азотную кислоту жидкость окрашивается в бурый цвет. Чем это объясняется? Ответ подтвердите уравнением реакции.

12-91. При взаимодействии азотной кислоты средней концентрации с серебром азот переходит в оксид азота N_2O_3 . Составьте уравнение реакции (по стадиям) и рассчитайте,

какие количества азотной кислоты и серебра вступают в реакцию при образовании 680 г нитрата серебра.

12-92. Разбавленная азотная кислота на холоду окисляет сероводород до свободной серы, причем образуются оксид азота (II) и вода. Сколько серы и оксида азота (II) (измеренного при н. у.) получилось, если было окислено 3,36 л сероводорода?

12-93. Опишите внешнюю картину, наблюдающуюся при введении азотной кислоты в цилиндр с иодоводородом. Подберите коэффициенты к схеме реакции, происходящей в этом опыте:



12-94. Как очистить азотную кислоту от примеси серной кислоты? Ответ поясните.

12-95. Как очистить азотную кислоту от примеси соляной кислоты? Обоснуйте свой ответ.

12-96. Сведите в таблицу, приведя соответствующие уравнения, все известные вам способы получения азотной кислоты.

12-97. Напишите уравнения, отвечающие следующим превращениям: азот → аммиак → оксид азота (II) → оксид азота (IV) → азотная кислота → аммиачная селитра. Укажите условия протекания реакции.

S2-98. Можно ли получить чистый нитрат калия из нитрата кальция и поташа? Ответ поясните.

12-99. При действии щелочи на раствор соли состава $\text{H}_4\text{O}_3\text{N}_2$ выделяется аммиак. Назовите это вещество и составьте уравнение указанной реакции.

12-100. Как из нитрата натрия и других необходимых для этого веществ получить нитрат калия? Приведите уравнения реакций.

12-101. Чем вы докажете, что черный порошок представляет собой смесь нитрата калия, серы и угля? Дайте подробное объяснение.

12-102. Если нагревать серу в сосуде, из которого предварительно был выкачан воздух, то она не загорается. В этих же условиях черный порошок горит большим голубым пламенем. Объясните, почему порошок горит в отсутствие воздуха.

91

12-103. Нитрат железа, применяемый в качестве цротравы при крашении шерсти, получают действием азотной кислоты на железные стружки. Составьте уравнение реакции, зная, что она протекает подобно реакции разбавленной азотной кислоты с медью и что при этом образуется соль трехвалентного железа.

12-104. Какого цвета должен быть раствор, полученный при растворении образца латуни (сплав меди с цинком) в азотной кислоте?

12-105. При накаливании 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.

12-106. Напишите в ионной форме уравнения реакций образования следующих веществ: а) нитрата кальция из гашеной извести и азотной кислоты; б) нитрата аммония из сульфата аммония и нитрата бария; в) нитрата натрия из карбоната натрия и азотной кислоты; г) нитрата натрия из нитрата кальция и сульфата натрия.

12-107. Насыщенные при 20°C водные растворы нитратов натрия, калия и аммония содержат соответственно 46,8%, 24,1% и 66,1% соли; растворимость при 20°C сульфата аммония — 37,2 г и хлорида калия — 34 г. Расположите эти соли по возрастающей растворимости; укажите, можно ли из нитрата натрия получить нитрат калия.

Производство аммиака и азотной кислоты

12-108. Аммиак можно получить путем восстановления оксида азота NO водородом в присутствии катализатора (платины). Составьте уравнение этой реакции.

12-109. На одном заводе колонна синтеза дает в сутки около 1500 т аммиака. Сколько водорода вступает в реакцию при образовании такого количества аммиака?

12-110. Образец газовой смеси из колонны синтеза аммиака при пропускании через разбавленную серную кислоту, сократился в объеме на 20%. Сколько азота (в процентах

по объему) было в этой смеси, если считать, что газовая смесь, поступившая в колонну, содержала водород и азот в отношении, требуемом уравнением реакции?

12-111. Переносный баллон емкостью в 40 л вмещает около 22,5 кг жидкого аммиака. Вычислите, сколько литров азота и водорода при взаимодействии дадут такое количество аммиака, приняв массу литра водорода и литра азота равными соответственно 0,09 г и 1,25 г. Все ли данные, приведенные а условия задачи, необходимы для ее решения?

12-112. Газовая смесь, выходящая из колонны синтеза аммиака, содержала 20% аммиака (по объему). Сколько (в процентах по объему) водорода было' в этой смеси, если считать, что газовая смесь, поступившая в колонну, содержала водород и азот в отношении, требуемом уравнением реакции?

92

12-113. При нагревании аммиака под давлением 25% его распалось на простые вещества. Вычислите содержание (в процентах по объему) всех компонентов получившейся смеси.

12-114. Сколько кубических метров водорода должно вступить в реакцию, чтобы образовалось 17 кг аммиака?

12-115. Известны ли вам реакции аммиака, в которых степень окисления азота: а) повышается; б) понижается; в) остается без изменения? Ответ поясните, приведя соответствующие уравнения.

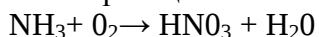
12-116. Сколько 63-процентной азотной кислоты можно получить из 170 г нитрата натрия?

12-117. При окислении аммиака кислородом получается в зависимости от условий оксид азота NO, или оксид азота N₂O, или азот. Напишите уравнения этих трех реакций и укажите, не прибегая к вычислениям, сколько по объему необходимо взять кислорода для окисления определенного количества аммиака до указанных веществ.

12-118. Аммиачно-воздушная смесь, поступающая в контактный аппарат, содержит на каждый моль аммиака 1,8 моль кислорода. Во сколько раз это превышает количество кислорода, которое необходимо для окисления аммиака до оксида азота (II)?

12-119. Рассчитайте, какой процентной концентрации должна получиться кислота при условии полного окисления аммиака и растворения кислоты в образовавшейся воде.

Схема реакции окисления такова:



12-120. Вычислите содержание аммиака (в процентах) в аммиач-но-воздушной смеси, составленной таким образом, чтобы количество кислорода соответствовало уравнению реакции окисления аммиака до оксида азота (II). Содержание кислорода в воздухе принять равным 23% (по массе).

12-121. При окислении в производственных условиях аммиака до оксида азота (II) иногда применяется смесь аммиака с воздухом, обогащенным кислородом, в которой на один объем аммиака приходится два объема кислорода. Отличается ли это отношение от вычисленного по уравнению?

12-122. Сколько 55-процентной азотной кислоты получится из 1- т аммиака, если выход продукта окисления в контактном аппарате достигает 98%, а выход кислоты в поглотительных колоннах составляет 94%?

12-123. Хватит ли кислорода в смеси аммиака с воздухом, содержащей 10% аммиака (по объему), для полного окисления последнего до оксида азота (II)?'

12-124. Сколько аммиака необходимо для получения 5 т 60-процентной азотной кислоты, считая, что потери аммиака в производстве составляют 2,8%?

12-125. В производстве концентрированной (98%) азотной кислоты расходуется 0,29 т аммиака на каждую тонну кислоты. Каков

93

выход кислоты (в процентах) по отношению к практически возможному?

12-128. 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, что берется в избытке. Содержание кислорода в воздухе принять равным 20,9% по объему.

Свойства фосфора и его соединений

12-127. В каких пределах может изменяться степень окисления азота?

12-128. С атомом какого инертного газа и с ионами какого галогена и щелочного металла сходен по электронному строению отрицательно заряженный ион фосфора?

12-129. Назовите известное вам соединение, содержащее (в процентах) наибольшее количество фосфора.

12-130. Каков тип химической связи в соединениях, формулы которых: а) PH_3 ; б) K_3P ; в) PCl_5 ; г) Ca_3P_2 ? Какова степень окисления фосфора и связанного с ним элемента в каждом из этих соединений?

12-131. При соединении фосфора с натрием образуется фосфид натрия. Какова его химическая формула?

12-132. Можно ли рассматривать реакцию образования PCl_3 из PCl_5 как окислительно-восстановительный процесс? Ответ мотивируйте.

12-133. Выведите формулы: а) фосфида магния; б) фосфида алюминия, опираясь на электронную теорию валентности,

12-134. Приведите формулы: а) фосфида лития; б) фосфида бария.

12-135. Составьте схему электронного строения молекулы фос-фороводорода.

12-136. От какого элемента — от фосфора к сере или наоборот — будут смещаться электроны при образовании соединения между этими элементами? Выведите формулу такого соединения между ними, в котором более электроположительный элемент проявляет максимальную степень окисления.

12-137. От какого элемента — от фосфора к фтору или наоборот — будут смещаться электроны при образовании соединения между этими элементами? Выведите формулу такого соединения между ними, в котором более электроположительный элемент проявляет максимальную валентность.

12-138. Чем по составу отличается молекула газообразного фосфора от молекулы азота?

12-139. Может ли произойти ошибка при выполнении письменного заказа на реактивы, в котором сказано: «фосфора — 0,5 кг»? Ответ поясните.

94

12-140. Почему белый фосфор нельзя приводить в соприкосновение с теплой водой?

12-141. В каком агрегатном состоянии исчезает различие между красным и белым фосфором?

12-142. Имеется смесь красного и белого фосфора. Как отделить красный фосфор от белого?

12-143. Кристаллы белого фосфора совершенно прозрачны и бесцветны, но на свету, находясь в безвоздушном пространстве, они мутнеют и краснеют. Чем это объясняется?

12-144. Почему белый фосфор рекомендуется хранить в темноте?

12-145. Как вы докажете, что красный и белый фосфор действительно представляют собой два аллотропных видоизменения одного и того же элемента? Приведите два способа доказательства.

12-146. Почему фосфор распространен в природе только в виде соединений, тогда как находящийся с ним в одной группе азот — главным образом в свободном виде?

12-147. Одинаковые или разные соединения получатся при горении красного и белого фосфора?

12-148. Фосфороводород можно получить действием гидроксида калия KOH на аналог иодида аммония — иодид фосфония. Составьте уравнение этой реакции.

12-149. При действии соляной кислоты на фосфид кальция Ca_3P_2 образуется летучее соединение фосфора. Напишите уравнение реакции.

Фосфорные кислоты и их соли

12-150. Напишите уравнение реакции горения фосфороводорода, предположив, что сначала получают только оксиды, которые затем реагируют между собой.

12-151. Является ли превращение метафосфорной кислоты в ортофосфорную кислоту окислительно-восстановительной реакцией? Ответ мотивируйте.

12-152. Какова степень окисления фосфора: а) в ортофосфорной; б) в метафосфорной кислоте?

12-153. Какова степень окисления фосфора: а) в фосфороводороде; б) в оксиде фосфора (V); в) в соли KPO_3 ; г) в соли KH_2PO_4 ?

12-154. Оксид фосфора (V) наряду с сульфатом меди применяется как обезвоживающее средство. Какие изменения происходят с тем и другим веществом при связывании ими воды?

12-155. При окислении фосфора парами воды образуются оксид фосфора (V) и горючий газ. Напишите уравнение реакции.

12-156. При нагревании ортофосфорная кислота превращается в метафосфорную кислоту. Напишите уравнение реакции.

12-157. Раствор 1 моль соли состава K_3PO_4 смешали с раствором 1 моль соли состава KH_2PO_4 и смесь выпарили. Каков состав получившейся соли? Напишите уравнение реакции и назовите каждое из исходных и образующихся веществ.

95

12-158. Что получится в результате взаимодействия в растворе 1 моль кислоты H_3PO_4 и 1 моль соли K_2HPO_4 ? Составьте уравнение реакции, назовите образующееся вещество.

12-159. Напишите формулы следующих солей: а) дигидрофосфата магния; б) гидрофосфата магния; в) фосфата магния. Напишите уравнения их электролитической диссоциации (оставляя водород связанным с кислотным остатком).

12-160. Напишите формулы следующих солей: а) гидрофосфата двухвалентного железа; б) фосфата двухвалентного железа; в) гидрофосфата трехвалентного железа; г) фосфата трехвалентного железа.

12-161. Какие вещества и в какой последовательности будут получаться при постепенном приливании к раствору гидроксида бария раствора фосфорной кислоты? Какие явления будут при этом наблюдаться? Происходящие реакции изобразите молекулярными и ионными уравнениями (оставляя водород связанным с кислотным остатком).

12-162. Какие вещества и в какой последовательности будут получаться при постепенном приливании к раствору гидроксида натрия раствора фосфорной кислоты? Назовите эти вещества. Происходящие реакции изобразите молекулярными и ионными уравнениями (оставляя водород связанным с кислотным остатком).

12-163. 1 моль гидроксида кальция добавлен в одном случае к раствору, содержащему 1 моль фосфорной кислоты, в другом — к раствору, содержащему 2 моль фосфорной кислоты. Каков состав соли, образовавшейся в первом и во втором случае?

12-164. Путем химического анализа установлен следующий состав соли: $H_6NP_4O_{10}$. Как видоизменить эту формулу, чтобы было видно, что это действительно соль, как назвать ее? Напишите уравнение ее электролитической диссоциации (оставляя атомы водорода связанными с кислотным остатком).

12-165. Состав соли согласно химическому анализу таков: $H_9O_4N_2P$. Назовите ее. Напишите уравнение ее электролитической диссоциации.

12-166. При нагревании гидрофосфата аммония получается метафосфорная кислота. Составьте уравнение реакции, предполагая, что она протекает в две ступени.

12-167. Какая соль фосфорной кислоты при прокаливании превращается в метафосфат кальция? Напишите уравнение реакции.

12-168. Наиболее распространенный в природе фтороапатит «содержит» 42,23% P_2O_5 , 50,03% CaO и 7,74% CaF_2 . Представьте состав этого минерала в виде формул двух солей.

12-169. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующим схемам:

- 1) $\text{Ca}^{2+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 2) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{3+} + \text{H}_2\text{PO}_4^-$

96

12-170. Какие из известных вам реакций выражены следующими схемами:

- 1) $\text{H}_2\text{PO}_4^- + ? \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + ?$
- 2) $\text{HPO}_4^{2-} + ? \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$

12-171. Напишите формулы: а) фосфата лития; б) гидрофосфата лития; в) гидрофосфата бария; г) дигидрофосфата бария; д) гидрофосфата аммония; е) фосфата меди. Подчеркните формулы тех из названных солей, которые хорошо растворимы в воде, и составьте уравнения их электролитической диссоциации, учитывая отщепление от солей только ионов металла (почему?).

12-172. Составьте в молекулярной и ионной форме уравнения реакций между: а) фосфатом калия и нитратом бария; б) фосфатом натрия и сульфатом алюминия; в) фосфатом цезия и хлоридом кальция; г) гидрофосфатом цезия и гидроксидом цезия; д) дигидро-фосфатом кальция и известковой водой. Предполагается, что все реакции происходят в водных растворах.

12-173 100 г метафосфорной кислоты растворили в 50 мл воды. Какое вещество получилось в растворе и какова его процентная концентрация?

Применение соединений фосфора

12-174. Ранее фосфор получали следующим образом: из фосфата кальция действием серной кислоты получали ортофосфорную кислоту, последнюю смешивали с углем и прокачивали. При этом ортофосфорная кислота переходила в метафосфорную, последняя при взаимодействии с углем давала фосфор, водород и оксид углерода (II). Изобразите все стадии получения фосфора этим методом в виде уравнений реакций.

12-175. Сколько нужно взять фосфорита, содержащего 65% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, чтобы получить из него 1 т фосфора, если считать потери фосфора в производстве равными примерно 3%?

12-176. Сколько оксида фосфора (V) должно образоваться при сгорании 6,2 кг фосфора?

12-177. Верхнекамские фосфориты «содержат» в среднем 25% P_2O_5 . Какому процентному содержанию фосфата кальция это соответствует?

12-178. Обогащенный хибинский апатит «содержит» в среднем 40% P_2O_5 . Сколько такого апатита потребуется для получения 98 кг ортофосфорной кислоты?

12-179. При кипячении красного фосфора с концентрированной азотной кислотой образуется фосфорная кислота и выделяется бурый газ. Составьте уравнение этой реакции. Что здесь окисляется и что восстанавливается?

97

13

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Калийные удобрения

13-1. Имеются следующие удобрения: а) калийная селитра; б) сульфат аммония; в) хлорид аммония; г) суперфосфат; д) нитрат аммония; е) аммофос (дигидрофосфат аммония). В каких случаях при внесении удобрений на раскаленный уголек будет получаться вспышка? В каких случаях будет ощущаться запах аммиака и наблюдаться образование белого дымка? К ответу дайте объяснение.

13-2. При подсчете потребности хлопчатника в удобрениях часто пользуются следующими нормами: азота — 100—110 кг, P_2O_5 — 75 кг и K_2O — 25 кг на гектар. Сколько это составляет в пересчете на двойной суперфосфат, аммиачную селитру, содержащую 94% нитрата аммония и 94-процентный хлорид калия?

13-3. На 1 га внесли 40 т навоза, который «содержал» около 0,6% оксида калия. Сколько нужно было бы внести калийного удобрения, содержащего 35% хлорида калия, чтобы по содержанию калия это количество было равноценно 40 т навоза?

13-4. Вычислите, сколько оксида калия (в процентах) «содержится» в чистом хлориде калия.

13-5. Необогатенный Соликамский сильвинит содержит в среднем 25% хлорида калия. Какому количеству (в процентах) оксида калия это соответствует?

13-6. При внесении в почву 1 т (в пересчете на K_2O) калийных удобрений урожай картофеля (клубней) увеличился на 60 т. Какому количеству 95% хлорида калия это соответствует?

13-7. Зола ели (древесины) «содержит» около 18% оксида калия. Сколько это составит в пересчете на карбонат калия?

13-8. В одном колхозе внесли под яровую пшеницу удобрение из расчета: аммиачной селитры 1,5 ц, суперфосфата (содержащего 20% усвояемого P_2O_5) 3 ц и хлорида калия 1 ц на гектар. Сколько это составляет в пересчете на азот, дигидрофосфат кальция и оксид калия (I)?

13-9. Смешанное удобрение «огородное» содержит 6% азота, 9% P_2O_5 , 9% K_2O . Сколько нужно было бы взять нитрата аммония, костяной муки, содержащей 30% P_2O_5 , хлорида калия, содержащего 95% KCl и наполнителей (песок), для приготовления 5 кг такой смеси?

13-10. В одном колхозе под коноплю 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 остальных оксидов приходится на моль оксида меди (II).

98

13-11. В одном колхозе внесли под картофель, помимо навоза, минеральные удобрения в следующих количествах: гранулированного суперфосфата, содержащего 19,5% усвояемого P_2O_5 , 1,5 ц/га, аммиачной селитры 1 ц/га и хлорида калия, содержащего 90% KCl , 1 ц/га. Сколько это составляет в пересчете на дигидрофосфат кальция, азот и оксид калия?

Азотные удобрения

13-12. При внесении в почву нитрата натрия из расчета 45 кг азота на 1 га прибавка урожая свеклы может составить 53 ц/га. Сколько натриевой селитры, содержащей 98% $NaNO_3$, необходимо на каждый гектар для получения такой прибавки?

13-13. Один из способов получения кальциевой селитры состоит в нейтрализации разбавленной азотной кислоты мелом или известняком. Составьте ионное уравнение происходящей при этом реакции.

13-14. Нитрат аммония можно получить взаимодействием нитрата кальция с карбонатом аммония. Составьте уравнение этой реакции и укажите, почему она идет до конца.

13-15. Имеются растворы едкого натра, нитрата серебра, карбоната натрия и хлорида бария. Как, используя эти вещества, определить, какое из удобрений — сульфат аммония, нитрат аммония, хлорид аммония, натриевая селитра, кальциевая селитра — представляет собой исследуемый образец удобрения? Ответ поясните, приведя уравнения реакций.

13-16. Сколько аммиака и 55-процентной азотной кислоты необходимо для получения 1 т стандартной аммиачной селитры, содержащей 98,7% нитрата аммония?

13-17. Сколько аммиака и 45-процентной 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-процентную) 7,5 кг на 1 т нитрата?

13-18. В результате смешения горячего плава, состоящего из 45 мас. ч. нитрата аммония и небольшого количества воды с 55 мас. ч. хлорида калия, получилось удобрение (калийно-аммиачная селитра), в котором 88% взятого нитрата превратилось в нитрат калия. Сколько частей (по массе) в получившемся удобрении приходится на каждую из составляющих его четырех солей?

13-19. Сколько понадобится аммиачной селитры, содержащей 97,5% NH_4NO_3 для внесения на 15 га под пшеницу и на 10 га под картофель при следующих нормах: для пшеницы 50 кг азота на 1 га, для картофеля 60 кг азота на 1 га?

13-20. При среднем урожае пшеницы за один сезон выносятся с 1 га до 75 кг азота.

Сколько нитрата аммония может возместить

99

такую потерю, если учесть, что около 20% азота, необходимого для питания растений, возвращается в почву в результате естественных процессов?

13-21. Стоимость «связанного» азота в форме аммонийной соли меньше, чем в форме нитратной. Дайте объяснение этому факту.

13-22. Каково содержание (в процентах) азота и оксида фосфора (V) в диаммофосе (гидрофосфате аммония)? Найденные величины сравните с содержанием (в процентах) азота в сульфате аммония и с содержанием оксида фосфора (V) в дигидрофосфате кальция.

Фосфорные удобрения

13-23. Рассчитайте: а) какое количество серной кислоты (в расчете на 100-процентную) теоретически должно расходоваться при получении из фосфата кальция 1 т простого суперфосфата; б) какое количество серной кислоты (в расчете на 100-процентную) теоретически должно расходоваться при получении 1 т двойного суперфосфата.

13-24. Почему простой суперфосфат не полностью растворяется в воде?

13-25. Суперфосфат нельзя смешивать с известью. Почему? Подтвердите ответ уравнением реакции..

13-26. В каком виде выгоднее перевозить фосфорное удобрение (в пересчете на P_2O_5) — в виде простого или двойного суперфосфата? Дайте обоснованный ответ.

13-27. Взаимодействием негашеной извести с парами метафосфорной кислоты можно получить концентрированное удобрение. Составьте уравнение реакции и рассчитайте «содержание» P_2O_5 в этом удобрении.

13-28. Костяная мука, применяемая в качестве удобрения, должна по стандарту содержать не менее 30% оксида фосфора (V). Какому содержанию фосфата кальция это соответствует?

13-29. Сколько килограммов фосфора содержится в 50 кг костей, содержащих 58% фосфата кальция?

13-30. Считая для простоты, что исходный апатит не содержит примесей, вычислите, сколько сульфата кальция образуется на 1 мас. ч. дигидрофосфата кальция при получении из апатита простого суперфосфата.

13-31. Наиболее часто в фосфоритах встречаются следующие примеси: карбонат кальция, фторид кальция, оксид железа, оксид алюминия. Составьте уравнение всех реакций, которые могут происходить при обработке таких фосфоритов серной кислотой.

13-32. Выведите формулу аммонийной соли фосфорной кислоты, исходя из того, что в ней «содержится» 74,22% этой кислоты.

13-33. 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?

Комплексные удобрения и кормовые добавки

13-34. Комплексное удобрение — нитрофоску — можно получить, смешивая: аммиачную селитру, диаммофос и хлорид калия. Какое количество нужно взять каждого из веществ, чтобы получить 100 кг удобрения, имеющего по 14% питательных элементов N : P_2O_5 : K_2O ?

13-35. Нитрофоска для овощных культур содержит питательные элементы N, P_2O_5 , K_2O в соотношении 1:2:1. Сколько примесей (в процентах) находится в таком комплексном удобрении, если общая сумма питательных элементов составляет 40%?

13-36. Такие растения, как виноград, табак, и другие очень чувствительны к анионам хлора. Какое комплексное удобрение, содержащее не менее 40% питательных элементов, вы предложите для них? (В удобрении не должно быть хлора.)

13-37. Сколько аммофоса можно получить из 10 т фосфорной кислоты при

взаимодействии ее с аммиаком? Сколько тонн аммиака потребуется для этого?

О 13-38. Напишите в качестве примера формулу соли, которая содержит все три основных питательных элемента. Вычислите их содержание (в процентах) в пересчете на K_2O , N, P_2O_5 .

13-39. Основное органическое удобрение — навоз, — применяемое в сельском хозяйстве, обычно содержит 75% воды, 21% органических веществ, 0,5% азота, 0,25% P_2O_5 и 0,6% K_2O . Какому количеству аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлорида калия соответствует 1 т навоза по содержанию питательных элементов?

13-40. Преципитат получают нейтрализацией фосфорной кислоты известняком. Напишите уравнения реакции и вычислите процентное содержание P_2O_5 в такой кормовой добавке.

13-41. Мочевина, или карбамид $(NH_2)_2CO$, применяется и как азотное удобрение, и как кормовая добавка. Вычислите содержание азота (в процентах) в этом соединении и сравните с содержанием азота в удобрениях состава: KN_3 , $NaNO_3$, NH_4NO_3 , $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl , $(NH_4)_2CO_3$.

13-42. 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 исходных компонентов необходимо для получения 1 т карбамида.

101

14

УГЛЕРОД И КРЕМНИЙ

Углерод и его оксиды

14-1. Составьте формулу: а) карбида бериллия; б) карбида алюминия; в) соединения углерода с фтором. Укажите степень окисления углерода в этих соединениях.

14-2. По рисунку, изображающему кристаллическое строение алмаза, подсчитайте, сколько электронов входит во внешний электронный слой каждого атома углерода в алмазе.

14-3. В смеси оксида углерода (II) и азота содержится 50% (по объему) оксида углерода (II). Каково будет содержание (в процентах) оксида углерода (IV) в газе, полученном после сгорания указанной смеси и поглощения избытка кислорода? Задачу решите устно.

14-4. Почему древесный уголь при высокой температуре горит на воздухе с пламенем, а при более низких температурах — без пламени?

14-5. Как вы ответите на вопрос — почему оксид углерода (II) горит, а оксид углерода (IV) не горит в атмосфере кислорода?

14-6. Почему опасность появления угара при закрывании печей во время топки уменьшается по мере ослабления накала углей?

14-7. Как разделить смесь из оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) так, чтобы каждый из этих газов получить отдельно? Укажите: а) физический способ; б) химический способ.

14-8. Какой газ образуется: а) при сильном прокаливании известняка; б) при сильном прокаливании смеси известняка с углем?

14-9. Придумайте простой химический опыт, при помощи которого можно отличить оксид углерода (II) от водорода.

14-10. При нагревании оксида цинка с углем образуется газ, воспламеняющийся при поджигании на воздухе. Напишите уравнение реакции.

14-11. 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 сажой газ может поглощаться раствором щелочи.

14-12. Перечислите области нахождения в природе и применение углекислого газа.

14-13. В цилиндр (рис. 11), наполненный раствором щелочи, вводится смесь углекислого газа и азота. Почему наблюдается уменьшение размера пузырьков и что собирается над

раствором щелочи?

14-14. Опишите подробно, как, воспользовавшись раствором
102

щелочи, узнать, является ли исследуемый образец газа чистым углекислым газом или же смесью азота с углекислым газом.

14-15. Для получения углекислого газа учащиеся пользовались одинаковыми приборами (рис. 12). Какой из приборов еще будет действовать при открытии крана? Ответ поясните.

14-16. Можно ли генераторный газ применять для восстановления оксидов металлов? Дайте обоснованный ответ.

14-17. При 20°C в 1 л воды растворяется $3,8 \cdot 10^{-2}$ моль углекислого газа. Сколько это составляет в граммах на литр?

14-18. 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 м².

14-19. При обжиге 100 г известняка получилось 40 г углекислого газа. Считая, что весь карбонат кальция разложился, найдите содержание (в процентах) его в этом образце известняка.

14-20. Сколько углекислого газа должно выделиться при обжиге 500 кг известняка, содержащего 92% карбоната кальция?

14-21. Какой объем оксида углерода (IV) при нормальных условиях получится в результате сгорания 96 г сажи?

14-22. Человек выдыхает в сутки до 1300 г углекислого газа. Какой объем при нормальных условиях занимает такое количество углекислого газа?

14-23. При сжигании 16 мл смеси оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) в избытке кислорода объем уменьшился на 2 мл. Каково объемное содержание (в процентах) оксида углерода в этой смеси?

14-24. Смесь 200 мл оксида углерода (II) и азота сожгли в атмосфере кислорода и избыток последнего удалили. Какой объем занимает газ, получившийся при сгорании? Задачу решите устно.

103

14-25. При горении угля в замкнутом объеме воздуха последний постепенно обогащается углекислым газом. Сколько (в процентах) кислорода будет в таком измененном по составу воздухе, когда содержание CO₂ в нем достигнет 2,5% (по объему)?

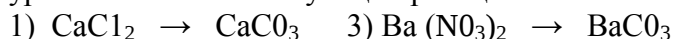
Угольная кислота и ее соли

14-26. Если углекислый газ пропустить через воду, окрашенную лакмусом в фиолетовый цвет, то окраска переходит в красную; при нагревании окраска вновь становится фиолетовой. Дайте объяснение этим явлениям.

14-27. Каким весьма простым способом можно отличить соли угольной кислоты от солей азотной, серной и соляной кислот? Дайте подробное объяснение.

14-28. В чем действие соляной кислоты на карбонат натрия Na₂CO₃ сходно с действием ее на сульфит натрия Na₂SO₃?

14-29. Как можно осуществить превращения, схемы которых приведены ниже? Напишите уравнения соответствующих реакций:



14-30. 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 мог ответить, так как спутал пробирки. При помощи какого простого опыта можно было бы дать ответ на вопрос учителя?

14-31. Поташ, извлекаемый из древесной золы, содержит значительную примесь сульфата калия. Как следует поступить, чтобы обнаружить эту примесь в поташе?

14-32. 11,44 г кристаллического карбоната натрия образуют 4,24 г безводной соли.

Вычислите число молекул воды в кристаллической соли.

14-33. Из 54 г кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо приготовить 10-процентный раствор Na_2CO_3 . Сколько для этого надо воды?

14-34. При анализе мела одного из месторождений было найдено CaO 55,60% и CO_2 43,91%. Содержит ли мел этого месторождения другие, кроме карбоната кальция, соли угольной кислоты?

14-35. Что выгоднее применять для нейтрализации — соду кристаллическую или соду обезвоженную, если последняя дороже первой приблизительно в 2,2 раза?

14-36. В 1974 г. в нашей стране было выработано 4,5 млн. т кальцинированной соды. Какому количеству чистой кристаллической соды это соответствует?

14-37. Почему нельзя получить соду непосредственно действием карбоната кальция на поваренную соль?

104

14-38. Сколько кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо для нейтрализации 49 г серной кислоты?

14-39. Сколько граммов карбоната кальция необходимо для того, чтобы, действуя на него кислотой, получить 1,12 л углекислого газа, измеренного при нормальных условиях?

Задачу решите устно.

14-40. Какими двумя способами гидрокарбонат натрия может быть превращен в карбонат натрия? Напишите уравнения реакций.

14-41. Одну из двух одинаковых порций гидрокарбоната натрия прокалили и затем обе порции отдельно обработали избытком соляной кислоты. Укажите, в каком случае и во сколько раз объем газа, образовавшегося при действии кислоты, больше.

14-42. Как освободить карбонат натрия от небольшой примеси гидрокарбоната натрия?

14-43. В одной из трех склянок имеется раствор гидроксида натрия, в другой — гидрокарбоната натрия, в третьей — карбоната натрия. Как распознать содержимое каждой склянки?

14-44. Почему можно растворить в соляной кислоте карбонат бария, но не сульфат бария?

О 14-45. При производстве соды аммиачным способом удается использовать около 73% поваренной соли, содержащейся в рассоле. Вычислите, сколько гидрокарбоната натрия можно получить из такого количества рассола, в котором содержится 117 т хлорида натрия.

14-46. Какой объем углекислого газа образуется из 42 г гидрокарбоната натрия при: а) нагревании его, б) действии на него избытка кислоты?

14-47. Какой объем углекислого газа (в пересчете на н. у.) образуется при нагревании 1 моль гидрокарбоната натрия?

14-48. Вычислите потерю в массе (в процентах), происходящую при прокаливании гидрокарбоната натрия.

14-49. Сколько (в процентах) от первоначальной массы составляет остаток, получающийся при нагревании гидрокарбоната натрия?

14-50. 146 г смеси карбоната и гидрокарбоната натрия нагревали до тех пор, пока не прекратилось уменьшение массы. В остатке после нагревания 137 г. Сколько (в процентах) карбоната натрия содержалось в смеси?

14-51. Можно ли прокалить без того, чтобы произошло химическое изменение: а) карбонат натрия; б) карбонат кальция; в) гидрокарбонат натрия? Ответ мотивируйте.

14-52. Что получится при прокаливании минерала трона состава $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

14-53. Как из карбоната натрия получить гидрокарбонат натрия и из последнего — карбонат? В каком из этих процессов потребуется нагревание?

105

Основные виды топлива

14-54. Почему графит и кокс горят без пламени, между тем как горение дров и каменного угля сопровождается пламенем?

14-55. Объясните, почему кокс, получаемый из каменного угля, воспламеняется труднее, чем уголь.

14-56. Если при горении топлива получается черный дым, то говорят, что сжигание производится неправильно. Верно ли это? Почему?

14-57. Обладают ли запахом продукты полного сгорания бензина? (Примерный состав бензина: С — 86%, Н — 14%.)

14-58. Вычислите теоретически потребное количество сухого воздуха для полного сгорания 1 кг бензина (его примерный состав: С — 86%, Н — 14%). Содержание кислорода в воздухе принять равным 23% (по массе).

14-59. Вычислите количество сухого воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания 1 кг угля состава: С — 82,2%; Н — 4,6%; S — 1%; О — 4%; N — 1,2%; воды — 1%; золы — 6%. Кислорода в воздухе 23% (по массе).

14-60. Вычислите, сколько теплоты выделяется при сгорании 1 м³ (в пересчете на н. у.) водяного газа следующего состава: СО — 40%; Н₂ — 50%, СО₂ и N₂ — по 5% (по объему), зная, что при сгорании 1 моль водорода и оксида углерода (II) выделяется соответственно 245 и 284 кДж.

14-61. Какой объем кислорода будет израсходован при сгорании 1 м³ водяного газа следующего состава (в процентах по объему): Н₂ — 49%, СО — 44%, N₂ — 4%, СО₂ — 3%?

14-62. Каково было бы содержание углекислого газа (в процентах по объему) в дымовом газе, если бы весь кислород воздуха вступил в реакцию с углем, образуя углекислый газ? Содержание кислорода в воздухе принять равным 20,9% (по объему).

Свойства кремния и его соединений

14-63. Во сколько раз (приблизительно) в земной коре атомов кислорода больше, чем атомов кремния? (Процентное содержание соответственно равно 49,5 и 25,7%.)

14-64. Руководствуясь электронной теорией валентности, выведите формулы соединений кремния: а) с магнием; б) с водородом.

14-65. Кремний был впервые получен пропусканием паров фторида кремния над нагретым калием. Напишите уравнение реакции получения кремния этим способом.

14-66. Кремний получается посредством прокаливания смеси из кремнезема и металлического магния. Напишите уравнение реакции и рассчитайте теоретически необходимый состав исходной смеси (в процентах).

14-67. В чем сходен кремний с типичными металлами и чем он отличается от них по физическим и химическим свойствам?

14-68. Оксид кремния (IV) при накаливании с кремнием реаги-

рует с ним подобно тому, как оксид углерода (IV) с углем. Составив уравнение реакции, укажите степень окисления кремния в образующемся летучем соединении.

14-69. Как, исходя из кремнезема и имея в распоряжении все другие необходимые вещества, получить кремниевую кислоту? Приведите уравнения соответствующих реакций.

14-70. Составьте уравнения реакций между: а) кремнеземом и содой; б) кремнеземом и оксидом кальция; в) силикатом натрия и соляной кислотой. Укажите, при каких условиях (при обычной температуре или при нагревании, в водном растворе или между твердыми веществами) идет каждая из названных реакций.

14-71. Какими известными вам способами можно из белого песка получить растворимые в воде химические соединения? Напишите уравнения реакций.

14-72. При нагревании нитрата КNO₃ с оксидом SiO₂ образуется соль кремниевой кислоты и оксид N₂O₆, который далее разлагается на NO₂ и кислород. Напишите уравнение указанной реакции.

14-73. Очень чистый кремний для транзисторов готовится путем превращения химически чистого кремния в четыреххлористый (или четырехбромистый) кремний и восстановления

последнего водородом. Напишите соответствующие уравнения реакций.

14-74. 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.

14-75. Выразите молекулярными и ионными уравнениями реакции: а) между растворами силиката натрия и соляной кислоты; б) между кремниевой кислотой и раствором гидроксида калия.

14-76. 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 $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, виллемит Zn_2SiO_4 и ортоклаз KAlSi_3O_8 .

14-77. При нагревании смеси белого песка с коксом в электрической печи до 3500°C получается соединение, содержащее около 70% кремния и 30% углерода. Напишите уравнение этой реакции, учитывая, что одним из продуктов реакции является оксид углерода (II).

Силикатная промышленность

14-78. 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.

14-79. Сколько (по массе) кальцинированной соды необходимо для введения в стекло 1 части Na_2O ?

103

14-80. Один из сортов стекла для выработки столовой посуды имеет следующий состав: SiO_2 — 75%, CaO — 9%, Na_2O — 16%. Сколько оксидов Na_2O , SiO_2 приходится в этом сорте стекла на 1 моль CaO ?

14-81. Так называемое нормальное стекло содержит 13% оксида натрия, 11,7% оксида кальция и 75,3% оксида кремния. Выразите состав стекла формулой (в виде соединения оксидов).

14-82. Какое минимальное количество соды, известняка и кремнезема нужно иметь для получения 1 т нормального стекла? (См. 14-81.)

14-83. Требуется сварить стекло состава: SiO_2 — 73%, CaO — 10% и Na_2O — 17%.

Сколько для этого необходимо песка, мела и кальцинированной соды, если считать, что песок состоит из чистого оксида кремния и указанные соли не содержат примесей? Расчет вести на 100 мас. ч. стекла.

14-84. Вычислите, сколько по расчету должно получиться стекла из шихты состава: 100 мас. ч. кварцевого песка, 38 мас. ч. кальцинированной соды и 30 мас. ч. мела, если пренебречь потерями и принять, что указанные материалы не содержат примесей.

14-85. Для варки стекла была приготовлена шихта, состоящая из 74 мас. ч. кварцевого песка, 15 мас. ч. поташа и 21 мас. ч. гашеной извести. Принимая, что эти материалы не содержат примесей, определите (в процентах) содержание оксидов в полученном стекле.

14-86. Важнейшими составными частями портландского цемента являются силикаты кальция, имеющие состав: CaO — 73,7%, SiO_2 — 26,3%; CaO — 65,1%, SiO_2 — 34,9%. Сколько молей CaO приходится в каждом из этих соединений на 1 моль SiO_2 ?

14-87. В металлургии степень кислотности шлаков измеряется отношением общего количества кислорода, связанного в кислотных оксидах, к количеству кислорода, связанного в основных оксидах. Вычислить кислотность шлака такого состава: 44% оксида кремния, 12% оксида кальция и 34% оксида железа (II).

14-88. 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 мольных долей.

15

МЕТАЛЛЫ

Общие свойства металлов

15-1. Какой металл самый тугоплавкий и в связи с этим используется в светотехнике? Где он применяется в быту?

15-2. Какой металл самый легкоплавкий и в связи с этим используется в физических приборах? Какой из этих приборов можно встретить в быту?

15-3. Какой металл самый легкий из числа металлов, используемых в качестве конструкционных материалов?

15-4. В каком отношении сходны пары металлов и инертные газы? Ответ поясните, приведя примеры.

15-5. Почему нельзя нити накала электрических лампочек изготавливать из меди, а электрические провода, подводящие к ним ток, — из вольфрама?

15-6. Какие металлы можно расплавить при температуре: а) кипящей воды; б) пламени свечи (около 800°C); в) спиртовой лампы (около 1100°C)? Материал для решения задачи найдите в справочнике.

15-7. Все металлы имеют цвет от белого до серого, за исключением двух общеизвестных металлов, один из которых имеет красную, а другой — желтую окраску. Назовите эти два металла.

15-8. Назовите три металла, не окисляющиеся на воздухе даже при прокаливании.

15-9. Масса платинового и серебряного тиглей при накаливании на воздухе не изменяется, а железного и медного увеличивается. Чем объясняется разница?

15-10. Назовите те из известных вам металлов, которые: а) вытесняют водород из воды; б) не вытесняют водород из воды.

15-11. Тай называемая философская шерсть алхимиков получается сжиганием металлического цинка. Что представляет собой эта «шерсть» с химической точки зрения?

15-12. Можно ли по следующей совокупности свойств отличить типичные металлы от неметаллов: электропроводность, теплопроводность, ковкость, хрупкость, упругость, светопропускаемость? Дайте подробный ответ и укажите известные вам исключения от обычной характеристики металлов.

15-13. Какие свойства присущи большинству химических элементов — металлические или неметаллические? Дайте обоснованный ответ.

15-14. Хлорид меди (II) можно получить растворением предварительно обожженного на воздухе металла в соляной кислоте. Напишите уравнения реакций получения хлорной меди таким способом. Почему необходим предварительный обжиг металла?

15-15. При нагревании раствора хлорида меди (II) с металлической медью получается хлорид меди, в котором медь одновалентна. Что в этой реакции окисляется и что восстанавливается?

15-16. Оксид меди (II) при накаливании переходит в оксид меди (I). Напишите уравнение реакции и укажите, какой элемент при этом превращении отдает электроны и какой их присоединяет.

15-17. При 300°C оксид серебра разлагается. Укажите, что при этом окисляется и что восстанавливается.

15-18. При взаимодействии сульфата железа (III) с медью образуется сульфат железа (II) и сульфат меди. Составьте ионное урав-

109

нение этой реакции и укажите элемент отдающий и элемент присоединяющий электроны.

15-19. Ниже приведены плотности некоторых металлов (в г/см^3): алюминий — 2,70; литий — 0,53; калий — 0,86; радий — 5,00; кальций — 1,54; цезий — 1,87. На основании этих данных рассчитайте объем 1 моль каждого из перечисленных металлов.

15-20. Где больше содержится атомов: в 1 мг платины или в 1 мг золота? Задачу решите, не прибегая к вычислениям.

15-21. Известно, что, чем больше валентных электронов приходится на атом металлического твердого вещества, тем выше температура его кипения. Исходя из этого, расположите в ряд по возрастающей температуре кипения: калий, кальций, сурьму, хром. Проверьте ваш ряд по данным справочника.

15-22. Назовите известные вам металлы I, II и III группы периодической системы: а) легко окисляющиеся на воздухе; б) не окисляющиеся на воздухе.

Электрохимический ряд напряжений

15-23. Аристотель считал золото самым «благородным» из металлов, а остальные известные в его время металлы располагал по степени «благородства» в ряд: серебро, медь, олово, железо. Что представляет собой аристотелевский ряд металлов с современной точки зрения?

15-24. Руководствуясь данными, расположите перечисленные 6 элементов в электрохимический ряд напряжений: а) медь вытесняет ртуть из растворов солей ртути; б) железо не вытесняет цинк; в) железо растворяется в кислотах с выделением водорода; г) медь не вытесняет водород из кислот; д) серебро не вступает в химическую реакцию с растворами солей ртути.

15-25. Алхимики считали одним из доказательств возможности превращения одного металла в другой следующее наблюдение рудокопов, добывающих медные руды: их железные кирки обмеднялись с поверхности при соприкосновении с рудничными водами. Каково правильное объяснение этого явления?

15-26. Если в раствор нитрата серебра ввести каплю ртути, из нее вырастают блестящие металлические кристаллы. Объясните это явление, запишите полное и сокращенное ионное уравнение.

15-27. Медные предметы после погружения в раствор хлорида ртути (II) становятся как бы «серебряными». Объясните это явление, запишите ионное уравнение.

15-28. Между какими из попарно взятых веществ, формулы которых даны (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а) Си и HCl; б) Си и Hg (NO₃)₂; в) Zn и Pb (NO₃)₂? Изобразите уравнение реакций в ионной форме.

15-29. Учтя положение меди в электрохимическом ряду напряжений, придумайте 3—4 способа получения сульфата меди. Напишите уравнения реакций.

110

15-30. Между какими из попарно взятых веществ, формулы которых даны (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а) Си и Ag₂SO₄; б) Fe и ZnCl₂; в) Ag и AuCl₃?

15-31. Между какими из попарно взятых веществ, формулы которых приведены ниже (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а) Cd и H₂SO₄; б) Co и NiSO₄; в) Си и FeSO₄? Напишите уравнения реакций в ионной форме.

15-32. Между какими из следующих попарно взятых веществ, формулы которых приведены ниже (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а) Al и Hg (NO₃)₂;

б) Zn и MgCl₂; в) Fe и CuCl₂? Напишите уравнения реакций в ионной форме.

15-33. Между какими из следующих попарно взятых веществ, формулы которых даны ниже (электролит берется в виде водного раствора), произойдет химическая реакция: а) Ag и H₂F₂; б) Mg и Pb (NO₃)₂; в) Zn и HBr? Изобразите уравнения реакций в ионной форме.

15-34. Между какими из следующих попарно взятых веществ (электролит берется в виде водного раствора) произойдет химическая реакция: а) серебро и сульфат меди; б) цинк и нитрат серебра;

в) Магний и соляная кислота? Напишите уравнения реакций в ионной форме.

15-35. При пропускании водорода через раствор соли меди изменений не наблюдается, но если в раствор опустить пластинку платины, она покрывается красным налетом, а раствор

обесцвечивается. Объясните это явление, связав его с электрохимическим рядом напряжений, и напишите уравнения реакций. Платина при этом не изменяется. Какую же она играет роль?

15-36. Назовите металлы, не вытесняющие водород из кислот.

15-37. При погружении в раствор нитрата серебра одного металла, относящегося к I группе периодической системы элементов, раствор окрашивается в голубой цвет. О каком металле идет речь? Изобразите уравнение реакции в ионной форме.

15-38. Один металл аналитически можно открыть следующим образом: каплю раствора его соли помещают на чистую медную пластинку. На пластинке появляется при этом серебристо-белое пятно, бесследно исчезающее при нагревании. Металл относится ко II группе периодической системы элементов. О каком металле идет речь? Изобразите уравнение реакции в ионной форме.

15-39. В середине XIX в. для получения хлорида цинка, хлорида железа (II), хлорида серебра, хлорида золота соответствующий металл «растворяли» либо в соляной кислоте, либо в «царской водке» (смеси соляной и азотной кислот). Для получения каких из перечисленных солей применялась соляная кислота, а для каких — «царская водка»?

111

15-40. Сообразуясь с положением металлов в электрохимическом ряду напряжений, укажите, что будет наблюдаться при добавлении цинка к раствору, содержащему сульфат алюминия и сульфат меди. Приведите уравнение реакции в ионной форме.

15-41. Можно ли сохранять раствор медного купороса: а) в оцинкованных; б) в луженых (покрытых слоем олова) ведрах? Почему?

15-42. 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?

15-43. Почему при приготовлении бордосской жидкости (см. предыдущую задачу) не следует пользоваться железной мешалкой?

15-44. Один из способов очистки ртути от примеси металлов (например, цинка и олова) заключается в том, что ее взбалтывают с раствором сульфата ртути HgSO_4 . На чем основан этот способ очистки? Дайте обоснованный ответ.

15-45. Цинк, поступающий в продажу, содержит (наряду с другими примесями) медь и свинец. Чтобы получить из него чистый сульфат цинка, не содержащий примеси солей этих металлов, его обрабатывают недостаточным количеством кислоты, чтобы не весь цинк перешел в раствор. Объясните, почему приходится прибегать к такому способу.

15-46. Имеется раствор железного купороса с примесью медного купороса. Каким простым способом можно получить из него раствор железного купороса без примеси медного купороса?

15-47. В раствор, содержащий по 0,01 моль следующих солей: сульфат серебра, сульфат цинка, сульфат ртути (II), сульфат алюминия, сульфат меди (II) и сульфат железа (II), вводится одинаковыми порциями (по 0,01 моль) металлическое железо. После каждой добавки железа раствор тщательно встряхивается. Какой металл и в каком количестве (в молях) выделится из раствора после первой добавки железа, после второй добавки и т. д.? Напишите уравнения происходящих реакций в ионной форме.

15-48. В раствор, содержащий по 0,1 моль нитрата серебра, нитрата цинка, нитрата ртути (II), нитрата алюминия, нитрата меди (II) и нитрата железа (II), вводится одинаковыми порциями (по 0,1 моль) металлическое железо. После каждой добавки железа раствор тщательно встряхивают. Какой металл или какие металлы и в каком количестве (в молях) выделятся из раствора после первой добавки железа, после второй и т. д.? Напишите уравнения происходящих реакций в ионной форме.

15-49. 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.

15-50. Что будет наблюдаться при частичном разрушении цинкового покрытия железа, предназначенного для защиты последне-

112

го от коррозии? Ответ поясните и приведите уравнение реакции.

15-51. На рисунке 13 изображена схема гальванического элемента. В нем не происходит изменений, пока проволоочки *A* и *B* разъединены. Но если концы проволоочек соединить, наблюдаются следующие явления: а) на поверхности серебряной пластинки выделяется металлическая медь (хотя серебряная пластинка не изменяется); б) цинковая пластинка «растворяется»; в) в проволочке появляется электрический ток, т. е. движение электронов (в каком направлении?); г) в трубочке с раствором хлорида натрия ионы хлора перемещаются (в каком направлении?). Изобразите электронно-ионными уравнениями происходящие химические реакции. Что изменится, если в левом сосуде серебряную пластинку заменить золотой? медной? угольной?

15-52. На рисунке 14 изображена схема гальванического элемента. В нем не происходит изменений, пока проволоочки *A* и *B* разъединены. Но если концы проволоочек соединить, наблюдаются следующие явления: а) на поверхности золотой пластинки выделяется металлическое серебро; б) раствор в левом сосуде начинает окрашиваться в голубой цвет; в) по проволочкам перемещаются электроны (в каком направлении?). Изобразите происходящие реакции электронно-ионными уравнениями.

15-53. На рисунке 15 изображена схема гальванического элемента. В нем не происходит изменений, пока проволоочки *A* и *B* разъединены. Но если концы проволоочек соединить, наблюдаются следующие явления: а) на поверхности медной пластинки пузырьками выделяется свободный водород; б) по проволочкам перемещаются электроны (в каком направлении?); в) железо в левом сосуде растворяется — его атомы превращаются в ионы. Изобразите происходящие реакции электронно-ионными уравнениями.

Электролиз

15-54. Что правильно: а) в реакциях окисления-восстановления образуются свободные электроны или б) в реакциях окисления-восстановления электроны переходят от металла к металлу?

15-55. Какой ток используют для электролиза расплава поваренной соли — постоянный или переменный? Что будет происходить в том и другом случае?

15-56. При электролизе водного раствора на катоде выделилось 11,2 л (в пересчете на н. у.) водорода. Сколько молей электронов вступило при этом в реакцию?

15-57. 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 тока.

15-58. Что образуется в растворе у катода при электролизе расплава соли кальция?

15-59. На фильтровальную бумагу, смоченную раствором сульфата натрия, положили кристаллик хлорида меди (II) и по обе стороны его поместили электроды. При включении тока от кристаллика потянулся окрашенный язычок. Какого цвета? В каком направлении — к катоду или аноду?

15-60. Какие вторичные процессы происходят на катоде и аноде при электролизе водного раствора хлорида натрия?

15-61. Какие процессы будут происходить на катоде и аноде при* электролизе водного раствора соли $\text{KA1}(\text{SO}_4)_2$? Напишите электронно-ионные уравнения реакций.

15-62. В каких случаях при электролизе на катоде выделяется водород? Приведите примеры с уравнениями реакций.

15-63. В каких случаях при электролизе на аноде выделяется кислород? Приведите примеры с уравнениями реакций.

15-64. Проводится электролиз водного раствора гидроксида натрия. Будет ли меняться по

мере прохождения электрического тока: а) количество гидроксида натрия; б) концентрация раствора? Почему?

15-65. При рафинировании меди электролизом черновую медь помещают в раствор сульфата меди, подкисленный серной кислотой, и подвергают электролизу. Чем при этом должна служить черновая медь — анодом или катодом?

15-66. При электролизе расплавленного гидрида лития водород выделяется на аноде. Исходя из этого, укажите как поляризована молекула LiH .

15-67. С каким полюсом батареи — положительным или отрицательным — должен быть соединен металлический предмет при его никелировании?

15-68. Химический способ распознавания полюсов постоянного тока заключается в том, что концы проводов прикладываются к фиолетовой лакмусовой бумажке, смоченной раствором соли. Какие именно соли можно при этом взять? Как будет изменяться цвет бумажки? Напишите электронно-ионные уравнения.

Щелочные металлы

15-69. 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?

15-70. 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? Дайте обоснованный ответ.

15-71. Как, располагая кусочком чистого натрия, обнаружить присутствие в керосине воды?

15-72. В пробирку налили воду и керосин, затем туда бросили кусочек лития. Опишите, какие явления будут наблюдаться.

15-73. Вещество А вступает с водой в реакцию замещения, образуя вещество В. К раствору вещества В прибавили соляной кислоты, после чего раствор выпарили. В выпарительной чашке оказалась чистая поваренная соль. Назовите вещества А и В. Приведите уравнения упоминаемых здесь реакций.

15-74. Вещество А, соединяясь с водой, образует вещество В, а вещество В взаимодействует с серной и соляной кислотами с образованием воды и солей, окрашивающих пламя в желтый цвет. Назовите вещества А и В. Приведите уравнения упоминаемых здесь реакций.

15-75. Какой объем водорода (в пересчете на н. у.) выделится при растворении в воде 1 моль щелочного металла?

15-76. Какое количество лития вступило в реакцию с водой, если при этом выделился 1 л водорода (в пересчете на н. у.)?

115

15-77. Растворимость карбоната лития при различных температурах составляет: при 0°C — 1,5%, при 50°C — 1%, при 100°C — 0,7%. Какие изменения должны происходить в случае нагревания насыщенного при 0°C раствора этой соли и такая ли картина будет наблюдаться при нагревании насыщенных растворов большинства других солей?

15-78. Имеется несколько банок с карбонатами и сульфатами лития, натрия и калия. Укажите простой способ, которым можно определить: а) какие из них содержат карбонаты; б) в какой из банок карбонат лития (см. 15-77)?

15-79. Используя данные таблицы растворимости, предложите способ получения карбоната лития из других его солей.

15-80. Можно ли приготовить: а) раствор натрия в воде; б) раствор натрия в керосине? Ответ поясните.

15-81. Куски гидроксида натрия при хранении на воздухе постепенно расплываются, но с течением времени как бы «высыхают», превращаясь в белый порошок. Объясните эти явления, приведите уравнения реакций.

15-82. Определите степень окисления азота и серы в соединениях, формулы которых Na_2S

и K_3N .

15-83. Калий~ при слабом нагревании энергично реагирует с серой, а в расплавленном состоянии сгорает в атмосфере хлора. Напишите уравнения этих реакций.

15-84. Для определения атомной массы одного из щелочных металлов воспользовались прибором, изображенным на рисунке 17. Масса прибора вместе с налитой в него водой и трубкой — 200 г. Отвесили кусочек щелочного металла в 1,4 г, опустили в воду. Прибор закрыли пробкой с трубкой, содержащей оксид лития (I). Когда реакция между металлом и водой в приборе закончилась, масса прибора была 201,2 г. а) Рассчитайте атомную массу металла и назовите его. б) Какое назначение имеет оксид лития, помещенный в запирающую прибор трубку? в) Больше или меньше истинного получится атомная масса металла, если не применять трубку с оксидом лития (I)?

15-85. Назовите в качестве примеров две реакции, при которых атомы натрия превращаются в ионы натрия.

15-86. Пользуясь лишь таблицей атомных масс и не прибегая к расчетам, укажите, в какой из солей содержание (в процентах) калия наибольшее: KBr , KCl , KI , KN_3 , $KClO_3$.

15-87. Какой объем водорода (в пересчете на н. у.) выделится при растворении в воде 28 г лития?

15-88. 0,300 т кристаллогидрата хлорида лития прокаливали в кварцевой посуде с избытком серной кислоты до постоянной массы. В чашке осталось 0,253 г вещества. Каково содержание (в процентах) хлорида лития в этом образце?

116

15-89. Один из лабораторных способов получения чистого водорода состоит в действии воды на сплав натрия со свинцом, в котором первого из этих металлов 30%. Какой объем водорода (в пересчете на н. у.) можно получить используя 100 г такого сплава?

15-90. При растворении какого количества натрия в воде выделится такой же объем водорода, как при растворении 14 г лития?

15-91. Какой объем водорода получится при действии на воду сплава, содержащего 4,6 г натрия и 3,9 г калия?

15-92. 3,58 г смеси гидроксида натрия и гидроксида калия при взаимодействии с соляной кислотой дали 5,04 г хлоридов. Каков был состав смеси?

15-93. Напишите формулы оксидов и гидроксидов элементов, строение атомов которых схематически представлено на рисунке 18. Назовите эти элементы. Укажите, какой из гидроксидов должен быть наиболее сильным основанием.

15-94. Сохраняются ли ионы натрия: а) при взаимодействии гидроксида натрия с соляной кислотой; б) при взаимодействии гидроксида натрия с раствором хлорида меди (II); в) при прокаливании гидрокарбоната натрия; г) при электролизе расплавленного гидроксида натрия? Напишите уравнения соответствующих реакций.

15-95. Какие из солей натрия и калия содержат наибольшее количество (в процентах) этих металлов?

15-96. Какой из известных вам хлоридов металлов имеет наименьшую молекулярную массу?

15-97. Какова процентная концентрация раствора гидроксида натрия, полученного растворением 2,3 г натрия в 100 г воды?

15-98. Сколько карбоната калия должно вступить в реакцию, чтобы при действии на него известкового «молока» получилось 28 кг гидроксида калия?

15-99. Сколько гидроксида калия можно получить путем добавления гашеной извести к 100 кг поташа, если принять, что 5% КОН теряется при очистке продуктов?

15-100. Какое количество поташа может заменить при нейтрализации 5,3 г безводной соды?

15-101. Гидроксид калия обычно содержит в виде примеси карбонат калия. Как убедиться в наличии этой примеси?

15-102. Через раствор, содержащий 60 г гидроксида натрия, пропустили углекислый газ,

полученный при действии избытка соляной кислоты на 200 г карбоната кальция. Какая соль натрия и в каком количестве при этом образовалась?

15-103. Выведите формулу кристаллогидрата нитрата лития, зная, что его молекулярная масса — 123.

15-104. Какие из смесей: а) оксида и гидроксида металла; б) металла и оксида металла — дают при растворении в воде раствор только одного вещества?

Кальций и его соединения

15-105. С атомом какого инертного газа и с ионом какого галогена сходна по электронному строению частица, возникающая в результате удаления из атома кальция валентных электронов?

• 15-106. Приведите уравнения четырех различных реакций, при которых атомы кальция превращаются в ионы кальция.

15-107. Почему строители называют негашеную известь кипелкой, а гашеную — пушонкой?

15-108. Почему негашеную известь следует хранить в закупоренной таре?

15-109. Почему воспрещено тушить воспламенившийся металлический кальций водой?

15-110. Приведите уравнения реакций, при которых происходит: а) окисление кальция; б) восстановление кальция. В каких реакциях степень окисления кальция не меняется?

15-111. Напишите названия и приведите формулы известных вам соединений кальция; укажите, какие из них: а) растворимы и какие нерастворимы в воде; б) реагируют с водой; в) образуют газ при действии кислоты.

15-112. Хлорат кальция, применяемый для уничтожения сорняков, является солью той же кислоты, которая образует бертолетову соль. Составьте формулу хлората кальция и уравнение его электролитической диссоциации.

15-113. Кислород, применяемый в аппаратах искусственного дыхания, часто содержит углекислый газ, возбуждающий дыхательный центр. Можно ли получить из такого кислорода чистый и сухой кислород путем пропускания газа через трубку, содержащую: а) негашеную известь; б) гашеную известь? Ответы обоснуйте уравнениями соответствующих реакций.

15-114. Можно ли для освобождения углекислого газа от влаги использовать трубку, наполненную кусками негашеной извести? Почему?

15-115. 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? Ответы обоснуйте уравнениями соответствующих реакций.

118

15-116. Чтобы отделить кислород от углекислого газа и влаги, необходимо составить прибор из склянки с раствором гидроксида калия, трубки с обезвоженным медным купоросом и склянки с известковой водой. Изобразите схемой порядок присоединения друг к другу частей прибора. Какая часть предназначена для проверки полноты поглощения углекислого газа?

15-117. Какое химическое превращение происходит с гашеной известью в новых кирпичных зданиях? Почему, пока не закончится этот процесс, стенки здания остаются сырыми? В подтверждение своего ответа приведите уравнение соответствующей реакции.

15-118. Для ускорения ввода в эксплуатацию вновь отстроенных кирпичных зданий строители предлагали ставить в комнаты жаровни с горящим углем. Для чего?

15-119. На чем основано применение нагретого кальция для очистки аргона от примеси кислорода и азота?

15-120. Перечислите области применения гидроксида кальция.

© 15-121. Можно ли приготовить раствор в воде: а) оксида кальция; б) гидроксида кальция; в) карбида кальция; г) карбоната кальция; д) хлорида кальция; е) гидрокарбоната

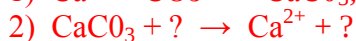
кальция? Ответы мотивируйте.

15-122. В нашем распоряжении известняк и вода. Как получить, не расходуя никаких других материалов, кроме двух названных, 5 новых сложных веществ, относящихся к 5 разным классам химических соединений (каким?)? Составьте уравнение каждой реакции и укажите условия ее осуществления.

15-123. Как отличить прозрачную известковую воду от разбавленного раствора едкого натра, располагая лишь стеклянной трубкой?

15-124. Соединение кальция, образующееся при разложении карбида кальция водой, вновь используется для производства карбида. Какие последовательные превращения необходимо для этого осуществить?

15-125. Приведите примеры реакций, при которых происходят процессы, выраженные схемой:



15-126. 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^- .

15-127. Как превратить карбонат кальция путем присоединения двух весьма распространенных веществ в соединение, способное диссоциировать на ионы?

15-128. Какие два имеющиеся в природе (где?) вещества обуславливают появление у природных вод временной жесткости?

15-129. Как, не прибегая к химическим реактивам, обнаружить присутствие в воде растворенного гидрокарбоната кальция?

119

15-130. Негашеная известь содержит часто в виде примеси известняк и песок. Как обнаружить в ней ту и другую примесь?

15-131. В каких условиях обжига разложение известняка будет происходить с большей полнотой: в печах, позволяющих отводить газ, или в герметически закрытых печах? Почему?

15-132. Какие из перечисленных ниже веществ могут быть применены для уничтожения временной жесткости воды, вызванной присутствием в ней гидрокарбоната кальция: а) поваренная соль; б) гидроксид натрия; в) сода; г) соляная кислота? Дайте обоснованный ответ, приведя уравнения соответствующих реакций.

15-133. Какие из перечисленных ниже веществ могут быть применены для снижения жесткости воды, вызванной присутствием в ней гипса: а) карбонат калия; б) поваренная соль; в) гидроксид натрия? Дайте обоснованный ответ, приведя уравнения соответствующих реакций.

15-134. Известно, что в питьевой воде относительно большое количество ионов Ca^{2+} . Укажите, какая, по вашему мнению, соль, содержащаяся в воде, может являться источником этого иона? Дайте обоснованный ответ.

15-135. Смесь карбоната кальция и сульфата натрия обработали соляной кислотой, выпарили досуха и добавили воды. Какие теперь вещества находятся в осадке и в растворе?

15-136. Ученику предложены четыре образца твердых веществ: сода, мел, сульфат натрия и гипс. Можно ли распознать эти вещества, имея воду и азотную кислоту? Дайте обоснованный ответ.

15-137. При очень высокой температуре сульфат кальция частично разлагается с образованием оксида кальция, кислорода и еще одного газа. Составьте уравнение этой реакции и укажите, можно ли ее рассматривать как окислительно-восстановительную.

15-138. Почему при изготовлении комбинированных ядохимикатов нельзя вводить в один и тот же состав гашеную известь и соду? Ответ обоснуйте.

15-139. Каким простым способом можно отличить жженный гипс от кристаллического

гипса? Дайте обоснованный ответ.

15-140. Как отличить гашеную известь от тонко размолотого известняка? Ответ мотивируйте.

15-141. Через известковую воду в течение продолжительного времени пропускали углекислый газ. Полученной прозрачной жидкости дали испариться. Что представляет собой выпавший осадок?

15-142. Как превратить гипс в карбонат кальция? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

15-143. Укажите, где и как используются продукты обжига известняка.

15-144. При гашении образца чистой жженой извести добавление воды было прекращено, когда масса этого образца увеличилась на 30%. Вся ли известь была погашена? Ответ подтвердите расчетом.

15-145. Для получения известкового теста берут около 2,5 л воды на каждый килограмм негашеной извести. Во сколько раз это

120

превышает то количество воды, которое соответствует уравнению реакции?

15-146. Количество воды, необходимое для гашения извести до образования пушонки, составляет приблизительно 70% от массы извести. Во сколько раз это превышает такое количество воды, которое отвечает уравнению реакции?

15-147. Анализ образца арзакенского (Армянская ССР) серого мрамора дал 55,64% CaO, 42,64% CO₂. Весь ли оксид кальция связан в этом образце в виде углекислой соли?

15-148. Известняк содержал 94,4% CaCO₃, 1,6% MgCO₃ и около 4% других соединений, не являющихся карбонатами. Каково «содержание» (в процентах) CO₂ в этом известняке?

15-149. Сколько (в процентах) должен потерять в массе при прокаливании известняк, имеющий следующий состав: CaCO₃ — 96,24%, MgCO₃ — 1,14%, Al₂O₃ — 0,63%, Fe₂O₃ — 0,19%, SiO₂ — 1,72%?

15-150. 8 г доломита CaCO₃·MgCO₃ дали при действии избытка кислоты 3,8 г углекислого газа. Каково содержание (в процентах) кальция в этом образце доломита?

15-151. Сколько граммов 10-процентного раствора соляной кислоты пойдет на растворение 3,68 г доломита CaCO₃·MgCO₃?

15-152. Сколько потеряют 46 г доломита CaCO₃·MgCO₃ при прокаливании до полного удаления углекислого газа?

15-153. Степенью обжига известняка называется отношение (выраженное в процентах) количества разложившегося карбоната кальция к количеству карбоната кальция, содержащегося в известняке до обжига. Вычислите степень обжига известняка для случая, когда в выгруженной из печи жженой извести на 88 масс. ч. оксида кальция (II) приходится 9 масс. ч. карбоната кальция.

15-154. Раствор хлорида кальция применяется в медицине в качестве кровоостанавливающего средства. Вычислите, сколько кальция в виде ионов поступает в организм при приеме внутрь столовой ложки (15 мл) раствора, содержащего в 100 мл 5 г CaCl₂·6H₂O.

15-155. К 10 мл раствора соли кальция добавили избыток раствора соды. Образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. В остатке — 0,28 г. Сколько кальция в виде ионов содержалось в литре взятого раствора?

15-156. 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%.

15-157. Белгородский мел содержит карбонат кальция и карбонат магния в пересчете на CaO и MgO соответственно 54,0 и 0,5%. Какое количество примесей содержит (в процентах) белгородский мел?

15-158. Как отличить оксид кальция от гидроксида кальция?

15-159. При производстве гидроксида натрия и хлора электролизом поваренной соли

соляной рассол перед поступлением его в

121

электролизер должен быть очищен от примеси солей кальция и магния. Это производится путем обработки рассола такими реактивами, которые дают с солями кальция и магния нерастворимые осадки. В результате такой очистки раствор содержит только соль натрия. С помощью каких солей могут быть удалены указанные примеси?

15-160. Концентрацию гидроксида кальция в известковом молоке можно определять по плотности. Если плотность его при 20 °С равна 1,119, то известковое молоко содержит 18,9 % гидроксида кальция. Вычислите по этим данным «содержание» оксида кальция CaO в 100 г и в 1 л известкового молока.

15-161. Попробуйте объяснить, почему при взаимодействии кальция с холодной водой реакция, вначале протекающая быстро, затем замедляется.

15-162. Как изменяются молярные объемы в кристаллическом состоянии элементов одной группы периодической системы? Для ответа рассмотрите в качестве примера металлы Be, Mg, Ca, Sr, Ba. Их плотности равны соответственно 1,82; 1,74; 1,55; 2,6; 3,5.

Алюминий

15-163. С атомом какого инертного газа и с ионом какого га-логена сходна по электронному строению частица, возникающая в результате удаления из атома алюминия валентных электронов?

15-164. По каким внешним признакам вы отличаете изделия из алюминия от изделий из других металлов, с которыми вам приходится встречаться?

15-165. Составьте электронные формулы соединений, образуемых алюминием с азотом и с серой.

15-166. В СССР изобретен следующий способ производства алюминиевой проволоки: расплавленный алюминий выпускается через круглое отверстие, струя затвердевает, не разбиваясь на капли. Почему?

15-167. Алюминий, взаимодействуя с карбидом кальция CaC_2 , дает кальций и карбид алюминия. Составьте уравнение этой реакции.

15-168. В глиноземе, предназначенном для электролиза, обычно содержится примесь кремнезема (до 0,2%) и оксида железа (до 0,04%). Какие примеси могут быть в полученном алюминии?

15-169. Ниже приведены данные о составе шамотного кирпича, которым была выложена электропечь для выплавки алюминия, до работы и после долгих лет работы.

Вследствие каких химических реакций произошли такие изменения в составе кирпича? Напишите их уравнения.

15-170. Алюминий применяется в качестве материала для изготовления химических аппаратов. Укажите, в каких из приведенных ниже случаях возможно применение алюминиевой аппаратуры, а в каких случаях это исключено: а) в процессе участвует щелочь;

122

б) процесс связан с введением солей ртути; в) в процессе принимает участие концентрированная азотная кислота при обыкновенной температуре; г) в процессе участвуют соли меди в виде раствора; д) в качестве реагента вводится соляная кислота. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

15-171. Приведите пример реакции, схематически изображенной следующим образом:
 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}^0$

15-172. Как химическим путем удалить с алюминиевого изделия продукты коррозии (оксид и гидроксид алюминия), не причиняя ущерба металлу?

15-173. Алюминий реагирует с селеном так же, как с серой или кислородом. Учтя это, составьте уравнение реакции образования селенида алюминия.

15-174. При действии воды на соединение алюминия с азотом, в котором валентность этих элементов одинакова (нитрид алюминия), образуется аммиак и гидроксид алюминия.

Составьте уравнение этой реакции.

15-175. Приведите уравнения нескольких реакций окисления алюминия при взаимодействии его: а) с простыми веществами; б) с оксидами; в) с другими, кроме оксидов, сложными веществами.

15-176. На одном складе была испорчена партия алюминиевых деталей из-за того, что на этом складе производилась побелка гашеной известью и детали не были защищены от случайных брызг. Проанализируйте причину коррозии алюминия. Напишите уравнение реакции, назовите продукт ее.

15-177. При взаимодействии сульфида свинца PbS с алюминием образуется свинец и сульфид алюминия. Составьте уравнение этой реакции и укажите, что в этой реакции окисляется и что восстанавливается.

15-178. Сообразуясь с положением алюминия и ртути в электрохимическом ряду напряжений, укажите, что получится при действии разбавленной серной кислоты на сплав алюминия с ртутью (амальгаму алюминия). Составьте уравнение реакции в ионной форме и укажите направление перехода электронов.

123

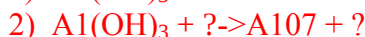
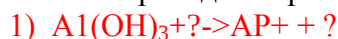
15-179. Напишите уравнения реакций, при помощи которых вы могли бы установить, какая из двух солей — сульфат натрия или сульфат алюминия — дана вам для испытания.

15-180. Приведите примеры реакций, при которых происходят процессы, выраженные следующими схемами:



15-181. Два ученика производят реакцию между сульфатом алюминия и гидроксидом натрия, пользуясь одними и теми же растворами, но смешивая их в различном порядке (рис. 19). Почему у одного ученика получается в пробирке не исчезающий осадок, а у другого ученика появляющийся осадок тотчас исчезает?

15-182. Приведите примеры реакций, выражаемые следующими схемами:



15-183. Главная составная часть глиноземистого цемента — алюминат кальция. Какова его формула?

15-184. При 1200°C оксид кальция реагирует с алюминием, образуя металлический кальций и алюминат кальция. Составьте уравнение этой реакции (на ней основан один из технических способов получения металлического кальция).

15-185. Один из лучших огнеупорных материалов готовится прокаливанием смеси, состоящей из 72% оксида алюминия и 28% периклаза — природного оксида магния. Составьте уравнение реакции, подтвердите его расчетом, назовите продукт реакции.

15-186. При получении металлического кальция из оксида кальция алюминиотермическим путем наряду с металлом образуется алюминат кальция, в котором численное отношение масс Ca и Al равно 2,22 : 1. Составьте уравнение реакции получения кальция этим путем.

15-187. Алюминаты кальция представляют собой соли ортоалюминиевой кислоты и метаалюминиевой кислоты, последняя «содержит» на одну молекулу воды меньше, чем молекула первой из-этих кислот. Напишите формулы указанных кислот.

15-188. Один из технических способов получения соды заключается в действии воды и CO₂ на алюминат натрия NaAlO₂. При этом алюминий образует гидроксид. Составьте уравнение указанной реакции.

15-189. В каких пределах должно изменяться содержание (в процентах) алюминия в термитных смесях, если в состав железной окалины в зависимости от способа ее приготовления входят Fe₂O₃ и Fe₃O₄ в различном соотношении?

15-190. Небольшой кусочек алюминия растворили в соляной кислоте, часть раствора слили в другую пробирку. К одной из них постепенно добавляли избыток раствора едкого кали, к другой — водный раствор аммиака, также в избытке. Чем внешне будут отличаться содержимые двух пробирок? Ответ мотивируйте.

Хром

- 15-191. Металлический хром способен резать стекло. Чем это обусловлено?
- 15-192. Какова степень окисления хрома в соединениях, формулы которых CrO , CrCl_3 , Cr_2O_3 , NaCrO_2 , K_2CrO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$?
- 15-193. Чем по своему химическому характеру отличаются оксиды состава CrO , Cr_2O_3 , CrO_3 ?
- 15-194. При нагревании оксида хрома (VI) выше 200°C образуется кислород и оксид хрома зеленого цвета. Составьте уравнение реакции и укажите, к какому типу она относится.
- 15-195. Почему нельзя смешивать оксид хрома (VI) со спиртом?
- 15-196.** При нагревании оксида хрома (VI) с серной кислотой выделяется кислород. Составьте уравнение реакции и укажите, что при этом восстанавливается и что окисляется.
- 15-197.** Чистый оксид хрома (III) получают восстановлением дихромата натрия углем. При этом образуется также горючий газ и карбонат натрия. Составьте уравнение этой реакции.
- 15-198.** Сколько электронов теряет атом хрома, образуя соли, в которых он: а) играет роль катиона; б) входит в состав анионов? .
- 15-199.** Приведите формулы нескольких солей, в которых хром входит в состав аниона или является катионом.
- 15-200. Составьте формулу соли натрия, в которой в состав кислотного остатка входит трехвалентный хром.
- 15-201. Как доказать, что сульфат хрома содержит ион Cr^{3+} и является солью серной кислоты?
- 15-202. Изобразите формулу двуххромовой кислоты в виде соединения хромовой кислоты с соответствующим ей кислотным оксидом.
- 15-203. Почему заряд анионов (какой?) хромовой и двуххромовой кислот одинаковый?
- 15-204. Составьте формулы хромата бария, дихромата серебра и хромата натрия.
- 15-205. Из каждых 2 моль дихромата калия при накаливании
- 125**
- 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.
- 15-206. Изобразите структурные формулы хромата и дихромата калия и укажите степень окисления хрома в этих соединениях.
- 15-207. Напишите формулу хромовых квасцов, по составу вполне соответствующих алюмокалиевым квасцам.
- 15-208. Назовите два соединения хрома Cr^{+6} , состоящие из одних и тех же элементов и отличающиеся количественным составом и цветом.
- 15-209. При нагревании гидрохромата калия выделяется вода и образуется другая соль. Составьте уравнение этой реакции и укажите степень окисления хрома в исходной и образовавшейся соли.
- 15-210. При прокаливании дихромата калия с серой получается оксид хрома и соль калия, образующая с солями бария нерастворимый в кислотах осадок. Составьте уравнение этой реакции и назовите ее.
- 15-211. Дихромат аммония при нагревании до 200°C разлагается с образованием оксида хрома (III), азота и воды. Составьте уравнение этой реакции и укажите, к какому типу превращений она относится.
- 15-212. Двойная соль $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ растворима в воде. Напишите уравнение электролитической диссоциации этой соли и укажите, каким ионом обусловлена окраска этого раствора.
- 15-213. Укажите области применения: а) хрома; б) оксида хрома (III); в) солей хрома; г) содержащих хром сплавов.

Железо

- 15-214. Приведите уравнения нескольких реакций окисления железа — при взаимодействии его со сложными и с простыми веществами.
- 15-215. Как, исходя из железа, получить гидроксид железа (II)? Приведите уравнения реакций.
- 15-216. Как, исходя из железа, получить гидроксид железа (III)? Приведите уравнения реакций.
- 15-217. В состав ярко-красной краски мумии входит оксид, получающийся при прокаливании сульфата железа (III), который при этом распадается на два оксида — летучий и нелетучий. Напишите уравнение этой реакции.
- 15-218. Почему при горении железо-алюминиевого термита не образуется пламя?
- 15-219. Применяемый при сварке железо-алюминиевый термит обычно содержит на 3 масс. ч. алюминия 10 масс. ч. магнетита Fe_3O_4 . Соответствует ли это отношение масс уравнению реакции горения термита?
- 15-220. Сульфид железа можно получить нагреванием пирита с железом. Составьте уравнение этой реакции.
- 126
- 15-221. Как, исходя из железного купороса, получить: а) хлорид железа (II); б) нитрат железа (II)? Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 15-222. Имеется смесь хлорида железа (II) и хлорида алюминия. К раствору этой смеси добавили избыток раствора гидроксида натрия, и появившийся осадок отфильтровали. Что находится в осадке и что в растворе? Ответ поясните уравнениями реакций.
- 15-223. Сульфат железа, присутствующий в минеральной воде, удаляется из нее при помощи извести. Составьте уравнение происходящей при этом реакции, учитывая, что железо осаждается в виде гидроксида железа (II).
- 15-224. Чтобы обнаружить примесь железа в платиновой посуде, например чашке, ее нагревают до красного каления. Тогда ее поверхность покрывается красным налетом. С чем связано появление налета? Как удалить этот налет, не повредив изделие?
- 15-225. В природных водах железо присутствует главным образом в виде гидрокарбоната, который под действием воды и кислорода воздуха постепенно превращается в гидроксид железа (III) и углекислый газ. Составив уравнение этой реакции, укажите, - какой элемент отдает электроны и какой присоединяет их.
- 15-226. В каком из оксидов железа содержание кислорода наибольшее? Ответ подтвердите расчетом.
- 15-227. В чистом виде минерал магнетит содержит 72,36% железа и 27,64% кислорода. Выведите формулу магнетита.
- 15-228. Среднее содержание железа в магнитогорских рудах — 55%. Сколько это составляет в переводе на магнетит?
- 15-229. В чистом виде минерал гематит содержит 69,9% Fe и 30,1% O. Выведите формулу гематита и укажите его химическое название.
- 15-230. Сколько граммов железного купороса может быть получено при растворении в разбавленной серной кислоте 140 г железа?
- 15-231. 100 г чистого хлорида железа при взаимодействии с избытком нитрата серебра дал 2,65 г хлорида серебра. Является ли взятый хлорид хлоридом железа (II) или хлоридом железа (III)?
- 15-232. Сколько миллилитров раствора едкого натра, содержащего 0,02 г NaOH в 1 мл, необходимо, чтобы перевести 1,25 г хлорида железа $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в гидроксид железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$?
- 15-233. При взаимодействии сульфата двухвалентного железа с азотной и серной кислотами образуются сульфат трехвалентного железа, оксид азота (II) и вода. Составьте уравнение этой реакции. Вычислите количество сульфата двухвалентного железа, соответствующее 224 мл (н. у.) оксида азота (II).

Способы получения металлов. Сплавы

15-234. Назовите те из известных вам металлов, которые получают в промышленности путем: а) восстановления оксидов; б) электролиза.

127

15-235. Назовите восстановители, применяемые при получении металлов.

15-236. Составьте уравнения реакций восстановления высшего оксида олова: а) углем; б) оксидом углерода (II).

15-237. Напишите уравнения реакций восстановления меди из оксида меди (I) и из оксида меди (II): а) углем; б) оксидом углерода (II).

15-238. Приведите уравнения реакций восстановления оксидом углерода (II): а) цинка из его оксида; б) галлия из его оксида.

15-239. Напишите уравнения реакций восстановления оксидом углерода: а) кадмия из его оксида; б) марганца из оксида марганца (IV).

15-240. Составьте уравнение реакции получения титана из его высшего оксида алюминотермическим путем.

15-241. Составьте уравнения реакций получения марганца алюминотермическим путем: а) из оксида марганца (IV); б) из оксида состава Mn_3O_4 .

15-242. Составьте уравнения реакций получения ванадия из его высшего оксида: а) алюминотермическим путем; б) силикотермическим путем (восстановитель — кремний).

15-243. Составьте уравнение реакции получения молибдена из его высшего оксида алюминотермическим путем.

15-244. Покажите при помощи уравнений реакций весь путь превращений от железного колчедана до железа.

15-245. Медный купорос обработали раствором соды. Осадок прокалили. Полученный после этого черный порошок нагрели с углем. Напишите уравнения реакций, которые при этом происходили.

15-246. Покажите при помощи уравнений реакций, как, имея в своем распоряжении медный купорос и другие необходимые реактивы, получить: а) 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.

15-247. Имеется кусочек медной проволоки. Как с помощью химических реакций превратить ее в тонкий медный порошок? (Напишите уравнения реакций.)

15-248. Будут ли изменяться на воздухе при прокаливании: а) оксид ртути; б) оксид железа (II); в) платина; г) медь; д) оксид алюминия? Дайте обоснованный ответ и приведите в необходимых случаях уравнения реакций.

15-249. Как из металлического серебра получить: а) светло-желтый осадок; б) черный осадок; в) белые кристаллы, малорастворимые в воде? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

15-250. Можно ли растворить без остатка чугун в соляной кислоте. Ответ поясните.

15-251. Какую кислоту — соляную или азотную — следует взять для растворения медносеребряного сплава?

15-252. При анализе образца цинковой пыли 0,2245 г ее при

128

взаимодействии с кислотой дали 63,8 мл (в пересчете на н. у.) водорода. Вычислите по этим данным содержание металлического цинка и оксида цинка (в процентах) в данном образце цинковой пыли.

15-253. Сплав содержит 80% никеля и 20% хрома. Вычислите, сколько молей никеля приходится на 1 моль хрома.

15-254. Один из видов латуни содержит 60% меди и 40% цинка и представляет собой в основном соединение меди с цинком. Найдите формулу этого соединения.

15-255. Сплав меди с алюминием представляет собой химическое соединение, содержащее 12,3% алюминия. Найдите формулу этого соединения.

15-256. Каково должно быть содержание (в процентах) олова в его сплаве с медью, чтобы на каждый атом олова приходилось 5 атомов меди?

15-257. Из медно-серебряного сплава нужно получить чистое серебро и чистую медь. Для этого сплав растворяют в азотной кислоте и избыток азотной кислоты нейтрализуют гидроксидом натрия. Как поступать дальше, чтобы выделить сначала чистое серебро, а затем из оставшегося раствора получить чистую медь? Напишите соответствующие уравнения реакций в ионной форме.

15-258. 1,00 г сплава меди с алюминием обработали избытком раствора щелочи, остаток промыли, растворили в азотной кислоте, раствор выпарили, остаток прокалили. Получено 0,40 г нового остатка. Каков состав сплава (в процентах)?

Металлургия

15-259. Назовите вещества, применяемые в промышленности для получения металлов из их оксидов.

15-260. Наиболее распространенной рудой, из которой получается хром-, является хромистый железняк FeCr_2O_4 . Вычислите содержание (в процентах) примесей в руде, если известно, что из 1 т ее при выплавке получилось 240 кг феррохрома (сплав железа с хромом), содержащего 65% хрома.

15-261. 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 содержание (в процентах) каждого из сернистых соединений в данном образце руды.

15-262. Из руд, содержащих медь в виде сульфида меди Cu_2S , по одному из способов 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 не-обоженной и смесь прокаливалась без доступа воздуха. Напишите уравнения реакций, в результате которых получалась медь, учитывая, что сера переходит в оксид серы (IV).

15-263. При восстановлении смеси оксида меди (II) и оксида железа (III) коксом получается медь и оксид железа (II). Можно ли

129

из образовавшейся смеси выделить медь, обрабатывая смесь кислотой? Дайте обоснованный ответ.

15-264. При восстановлении хрома из оксида хрома Cr_2O_3 алюминотермическим путем к оксиду хрома для более энергичного протекания реакции добавляется некоторое количество более богатого кислородом соединения хрома — хромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Напишите уравнение реакции восстановления алюминием этого соединения, представив его и продукты реакции в виде отдельных оксидов, и укажите, что получится при этой реакции в качестве шлака (вместо оксида алюминия). Составьте суммарное уравнение реакции.

Калий в данных условиях алюминием не восстанавливается. 15-265. При восстановлении хрома из оксида хрома Cr_2O_3 алю-минотермическим путем к оксиду хрома для более энергичного протекания реакции добавляется некоторое количество более богатого кислородом соединения хрома — хромпик $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Напишите уравнение реакции восстановления алюминием хромпика (см. условие предшествующей задачи).

15-266. Какие области знаний охватывает собой металлургия как наука?

15-267. Сколько алюминия необходимо добавить к 16 г оксида железа (III), чтобы получить термитную смесь?

15-268. Сколько по расчету необходимо алюминия для получения 78 г хрома из его оксида алюминотермическим способом?

15-269. При производстве 1 т металлического алюминия было израсходовано около 0,6 т угольных электродов. Во сколько раз это превышает теоретический расход, если считать, что на аноде образуется углекислый газ?

15-270. В производстве алюминия на каждую тонну алюминия расходуется около 2 т

глинозема. Вычислите выход (в процентах) алюминия, принимая, что этот металл и исходный оксид не содержат примесей.

15-271. Руды алюминия, являющиеся его водными оксидами, имеют следующий состав: а) гидраргиллит — 65,3% оксида алюминия и 34,7% воды, б) диаспор — 85% оксида алюминия и 15% воды. Представьте эти составы в виде химических формул.

15-272. Чтобы получить образец искусственного криолита, 1 моль гидроксида алюминия обработали плавиковой кислотой и 3 моль гидроксида натрия. Сколько граммов криолита получилось?

15-273. В состав шихты доменной печи, кроме оксидов железа, входят обычно следующие оксиды: CaO , SiO_2 , MgO , Al_2O_3 . Какие из этих оксидов при сплавлении попарно могут дать соли? Приведите уравнения реакций.

15-274. Перечислите газообразные и твердые вещества, являющиеся в процессе выплавки чугуна из железной руды: а) восстановителями, б) окислителями.

15-275. В основе процесса удаления серы из чугуна лежит реакция между сульфидом железа и оксидом кальция. При этом получается соединение кальция, обладающее способностью при дейст-

130

вии кислоты давать сероводород. Составьте уравнение реакции между сульфидом железа и оксидом кальция.

15-276. Перечислите газообразные и твердые вещества, являющиеся в бессемеровском процессе получения стали: а) окислителями, б) восстановителями.

15-277. Укажите причину, благодаря которой при продувке чугуна кислородом в бессемеровском конверторе температура металла не только не снижается, но и повышается.

15-278. Почему масса отходящих газов при получении стали бессемеровским способом больше массы вдуваемого воздуха?

15-279. В мартеновском производстве «выжигание» примесей из чугуна идет в значительной степени при помощи оксида железа (II). Напишите уравнение реакции окисления кремния оксидом железа (II).

15-280. В железной руде 80% Fe_3O_4 и 10% SiO_2 , остальное — примеси. Сколько (в процентах) железа и сколько кремния в этой руде?

15-281. Сколько оксида кремния вступило в реакцию восстановления в доменной печи при выплавке 1400 т чугуна, содержащего 4% кремния?

15-282. Из 2,851 г чугунных стружек после соответствующей обработки было получено 0,0824 г оксида кремния. Вычислите содержание (в процентах) кремния в этом образце чугуна.

15-283. Какой объем оксида углерода необходим для полного восстановления 4 г оксида железа (III)?

15-284. Какое количество углерода должно вступить в реакцию для полного восстановления 696 т магнитного железняка Fe_3O_4 , если известно, что в результате реакции получается CO ?

15-285. 5 г образца стали при сжигании в токе кислорода дали 0,1 г углекислого газа. Сколько (в процентах) углерода содержалось в стали?

15-286. В сухом колошниковом газе по объему до 32% оксида углерода (II), 9—14% углекислого газа, остальное — азот. Сколько по расчету кубических метров кислорода требуется для сжигания 1000 м^3 этого газа?

15-287. Сколько тонн оксида углерода должно вступить в реакцию для полного, восстановления 320 т оксида железа (III)?

16

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Предельные углеводороды, Циклопарафины.

16-1. Каждое соединение имеет определенный качественный и количественный состав.

Верно ли обратное, что определенному составу отвечает всегда только одно соединение? Дайте подробный ответ.

131

16-4. Назовите алканы, не имеющие изомеров.

16-5. Имеет ли химический смысл название 1-метилпентан? Ответ мотивируйте.

16-6. Напишите структурную формулу 2, 4, 4-триметилгексана.

16-7. Напишите структурную формулу 2,2-диметилпропана.

16-8. Могут ли быть изомеры у веществ, имеющих следующий состав: COCl_2 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$? Дайте обоснованный ответ.

16-9. Напишите структурную формулу углеводорода — 3-этил-пентан.

16-10. Составьте формулы углеводорода, у которого с атомом углерода соединены четыре группы CH_3 , его изомеров и назовите их по женевской номенклатуре.

16-11. Можно ли, судя по формуле CH_4O сразу сказать, что ей отвечает лишь одно соединение? Ваш ответ мотивируйте.

16-12. Напишите формулу того из изомерных гексанов, у которого цепочка углеродных атомов самая длинная.

16-13. Назовите парафин, структурная формула которого:

16-14. Почему число электронов в молекулах всех углеводородов четное?

16-15. Как изменяется отношение числа атомов водорода и углерода по мере перехода от низших парафинов к высшим?

16-16. Напишите структурные формулы трех предельных углеводородов, имеющих плотность по водороду, равную 36.

132

16-17. Составьте структурные формулы 5 изомеров общей формулы C_6H_{14} .

16-18. В каких углеводородных частицах число электронов, связанных с углеродом, является нечетным?

16-19. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, являются предельными: C_7H_{14} , C_2H_2 , C_8H_{18} , C_6H_6 , $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$?

16-20. Можно ли обнаружить появление метана в шахтном воздухе органолептическим путем, т. е. по запаху, вкусу и пр.? Почему?

16-21. При очистке сточных вод методом брожения, содержащих органические вещества, выделяется газ с плотностью по кислороду, равной $1/2$, используемый на водоочистительных станциях как горючее. Что это за газ?

16-22. Как изменяется содержание (в процентах) водорода в предельных углеводородах с увеличением молекулярной массы?

16-23. Какой гомолог метана имеет плотность, почти равную плотности воздуха?

16-24. В каком из углеводородов наибольшее содержание (в процентах) водорода?

16-25. Какой из предельных углеводородов легче воздуха? Ответ подтвердите расчетом.

16-26. Назовите предельные углеводороды, имеющие плотность примерно в два раза большую, чем плотность воздуха. Напишите их структурные формулы.

16-27. «Скелет» молекулы пропана схематически изображают так: Д. Здесь конец каждого отрезка и их пересечение символизирует собой атом углерода. Составьте подобные схемы для бутана и изобутана. Напишите также полную формулу углеводорода, «скелет» которого изображается символом +.

16-28. Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, содержащего: а) 15 атомов углерода; б) 20 атомов углерода.

16-29. Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, у которого: а) 18 атомов углерода; б) 36 атомов углерода.

16-30. Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, содержащего: а) 18 атомов водорода; б) 36 атомов водорода.

16-31. Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, в молекуле которого: а) 40 атомов водорода; б) 80 атомов водорода.

16-32. Почему число атомов водорода, содержащихся в молекулах углеводородов ряда метана, не может быть нечетным?

16-33. 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?

16-34. С какими предельными углеводородами или их смесями вы встречались в повседневной жизни?

133

16-35. Какой факт из повседневной жизни вы можете привести в доказательство нерастворимости предельных углеводородов в воде?

16-36. Напишите структурную формулу предельного углеводорода, название которого по женеvской номенклатуре 3-метилпентан.

16-37. Какой объем воздуха расходуется при полном сгорании 1 л метана?

16-38. 100 мл метана, содержащего примесь азота, сожгли в избытке кислорода и затем из полученного газа извлекли углекислый газ при помощи щелочи. При этом объем газа уменьшился на 95 мл. Каково содержание примеси азота (в процентах) во взятом метане?

16-39. В замкнутом сосуде взорвана смесь метана с необходимым для полного сгорания количеством воздуха. Каково должно быть содержание углекислого газа в получившемся газе после его охлаждения?

16-40. Напишите формулу газообразного гомолога метана, при сгорании которого получается углекислый газ по объему в 3 раза больший, чем объем исходного углеводорода.

16-41. Напишите формулу газообразного парафина, при сгорании которого расходуется кислорода в 5 раз больший, и формулу парафина, на сгорание паров которого расходуется кислорода по объему в 11 раз больший, чем объемы взятых парафинов.

16-42. Обозначив индекс при символе углерода через n , напишите в общем виде уравнение реакции горения парафинов.

16-43. Этан при пропускании через него электрических искр разлагается на элементы. Уменьшается или увеличивается объем газа при этом и во сколько раз? Дайте обоснованный ответ.

16-44. Какой объем кислорода (в пересчете на н. у.) расходуется на сгорание 1 кг гептана C_7H_{14} ?

16-45. Сколько кубических метров кислорода будет израсходовано на сжигание 1 м^3 газовой смеси, заключающей 75% метана, 15% этана и 5% водорода?

16-46. В одном из месторождений природный газ содержит (по объему) 90% метана, 5% этана, 3% углекислого газа и 2% азота. Какой объем воздуха необходим для сжигания 1 м^3 этого газа?

16-47. Назовите циклопарафин, молекула которого содержит наименьшее число атомов углерода.

16-48. Составьте структурные формулы двух изомерных цикло-парафинов, представляющих собой газы с плотностью по водороду равной 28.

16-49. Обозначив индекс при символе атома углерода в формуле циклопарафинов через n , напишите в общем виде уравнение реакции горения этих углеводородов.

16-50. Напишите формулу циклопарафина, при сгорании паров которого получается в 5 раз больший объем углекислого газа, измеренного при тех же условиях.

16-51. Напишите формулу циклопарафина, на сгорание паров ко-

134

торого расходуется в 6 раз больший объем кислорода, измеренного при тех же условиях.

16-52. При сгорании 1 л паров циклопарафина получается 6 л углекислого газа. Какой объем кислорода при этом расходуется? (Все объемы измеряются при одинаковых условиях.)

16-53. Напишите структурные формулы галогенопроизводных предельного углеводорода, имеющих состав C_4H_9Cl .

16-54. Какие из перечисленных ниже хлорпроизводных 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) пентахлор-этан C_2HCl_5 ; е) гексахлорэтан C_2Cl_6 ? Напишите структурные формулы всех возможных изомеров.

16-55. Для обеззараживания свежих фруктов от гусениц и куколок американской белой бабочки был испытан с положительными результатами бромметан в дозе $14,9 \text{ г/см}^3$. Сколько это составляет в молях на 1 м^3 ?

16-56. При промышленном хлорировании пропана получают смесь изомерных дихлорпропанов. Напишите формулы этих изомеров.

16-57. Легче или тяжелее воздуха пары тетрахлорметана и во сколько раз? Ответ подтвердите расчетом.

16-58. В каком из хлорпроизводных предельных углеводородов наибольшее содержание (в процентах) хлора?

16-59. Весьма эффективным средством борьбы с огнем является дибромтетрафторэтан, в молекуле которого атомы галогенов распределены симметрично между атомами углерода. Напишите формулу строения этого соединения, его изомера и вычислите, сколько в нем содержится углерода (в процентах).

16-60. Составьте формулы всех шести возможных дибромпроизводных «бутана».

16-61. Дифтордихлорметан (фреон-12), применяющийся в качестве хладоносителя в холодильниках, получается действием фторо-водорода на тетрахлорметан. Составьте уравнение этой реакции.

16-62. Хлорпроизводное предельного углеводорода имеет молекулярную массу 237. Состав этого соединения следующий: O — 89,9%, C—10,1%. Найдите его молекулярную формулу.

16-63. По планам X пятилетки в 1980 г. будет добыто около 420 млрд. м^3 природного газа. Вычислите массу этого количества газа, считая, что он в основном состоит из метана. Сравните с добычей угля (~800 млн. т) и нефти (~630 млн. т) к концу пятилетки.

Непредельные углеводороды

16-64. Углеводород относится к гомологическому ряду этилена. Напишите его структурную формулу, зная, что 0,21 г его способны присоединить 0,8 г брома.

16-65. Напишите структурные формулы всех изомеров, имеющих молекулярную формулу C_4H_8 .

135

16-66. Назовите известные вам газообразные при обычной температуре углеводороды, которые: а) легче воздуха, б) имеют примерно равную с ним плотность, в) тяжелее воздуха.

16-67. Как освободить метан от примеси этилена?

16-68. Четыре газометра наполнены газами: один — метаном, другой — этаном, третий — пропаном, четвертый — этиленом. Можно ли решить, какой газ находится в каждом из газометров путем сравнения объемов кислорода, необходимых для полного сжигания равных объемов этих газов? Ответ подтвердите расчетами.

16-69. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов, представляющих собой газы с плотностью по водороду 21. Один из них обесцвечивает раствор перманганата калия. Составьте уравнение реакции этого углеводорода с бромной водой. К какому классу углеводородов относится второй изомер?

16-70. При сгорании каждого из трех изомерных углеводородов расходуется в 6 раз больший объем кислорода и получается в 4 раза больший объем оксида углерода (IV); все они обесцвечивают раствор перманганата калия. Составьте уравнения реакций гидрирования каждого из них. Назовите образующиеся при этом соединения.

16-71. При сгорании 1 л газообразного углеводорода, обесцвечивающего раствор

перманганата калия, расходуется 4,5 л кислорода, причем получается 3 л CO_2 . Составьте структурную формулу этого углеводорода.

16-74. Напишите структурную формулу вещества, образующегося в результате присоединения брома к пропилену.

16-75. Напишите структурную формулу вещества, образующегося в результате присоединения брома к изобутилену $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$.

16-76. Чтобы очистить от примеси гексана гомолог этилена состава C_6H_{12} , у которого двойная связь делит цепь атомов в молекуле на две симметричные половины, его обработали бромом, затем перегонкой освободили продукт реакции от гексана и, наконец, этот продукт нагрели с цинком; Объясните сущность этого способа очистки, иллюстрируя соответствующими уравнениями.

16-77. Какой углеводород, присоединяя бром, дает дибромидпро изводные строения $\text{CH}_3\text{—CHBr—CHBr—CH}_3$?

16-78. Полимеризацией тетрафторэтилена и трифторхлорэтилен; получают очень ценные пластмассы — тефлон и фторотен, противостоящие действию горячей серной кислоты, металлического натрия и т. п. Напишите структурные формулы упомянутых галогенопроизводных.

16-79. Через трубку с нагретым оксидом алюминия (III) пропустили 100 г этилового спирта. В результате было получено 33,6 л. углеводорода (в пересчете на н. у.). Сколько спирта (в процентах) прореагировало при этом?

16-80. Какой объем этилена (в пересчете на н. у.) должен вступить в реакцию с водородом, чтобы образовалось 3 г этана?

16-81. Сколько граммов брома может быть поглощено 2,8 л. этилена (в пересчете на н. у.)?

16-82. При пропускании смеси этилена с метаном через склянку с бромом, снабженную трубкой с веществом для удержания паров брома, масса склянки увеличилась на 8 г. Сколько литров газа (в пересчете на н. у.) поглощено бромом?

16-83. Продукт присоединения хлора к этилену — дихлорэтан получил широкое применение для борьбы с амбарными вредителями. Исходя из нормы 300 г дихлорэтана на 1 м^3 помещения, найдите число молей этого вещества, необходимое для обеззараживания помещения кубатурой 500 м^3 .

16-84. В каких объемных отношениях реагирует этилен с хлором?

16-85. Назовите по международной номенклатуре изобутилен.

16-86. Напишите структурные формулы 2-метилбутена-2; 2-этил-гептена-3; транс-дихлорэтена; г) цис-бутена-2.

16-87. Составьте формулы соединений, которые могли бы получиться при отщеплении брома от соединений строения:

16-89. Составьте формулы и назовите соединения, которые должны получиться при присоединении водорода к углеводородам, строение которых приведено в условии задачи 16-88.

16-90. Напишите возможные схемы образования макромолекул полиизобутилена.

16-91. Какова формула структурного звена продукта действия бромной воды на натуральный каучук?

16-92. Имеется ли сходство в строении полиэтилена и предельных углеводородов?

16-93. Слово «каучу» (каучук) произошло от слияния слов «кау» — дерево и «учу» — плакать. Что послужило основанием для выбора названия каучу (каучук) населением Бразилии?

16-94. Назовите природный полимер, представляющий собой с химической точки зрения полиизопрен.

16-95. Ацетилен может взрываться, разлагаясь на элементы. Является ли синтез ацетилена реакцией экзо- или эндотермической?

16-96. Составьте структурные формулы нескольких гомологов ацетилена.

16-97. При пропускании ацетилена в спиртовой раствор иода получено соединение, содержащее 90,7% иода и 0,7% водорода. Найдите формулу этого вещества.

46-98. Указатель уровня в цистернах φ жидким кислородом обычно заполняется тетрабромэтаном, который получается из ацетилена. Напишите схему реакции образования этого соединения.

16-99. Газы называют несовместимыми, если они при обычной температуре и давлении способны вступать в реакцию. Какие из перечисленных ниже газов являются попарно несовместимыми — водород, хлор, этилен, оксид углерода (IV), ацетилен?

16-100. Придумайте способ получения бромэтана из ацетилена и представьте его в виде химической схемы.

16-101. Составьте формулы ацетиленидов лития и кальция.

16-102. 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?

16-103. Карбид кальция, идущий для получения технического ацетилена, должен отвечать определенным требованиям: при действии воды на 1 кг его должно выделяться около 260 л (в пересчете на н. у.) ацетилена. Каково содержание CaC_2 (в процентах) в таком карбиде?

16-104. Карбид кальция поставляется потребителям в барабанах, вмещающих до 130 кг. Какой объем ацетилена (в пересчете на н. у.) можно получить из такого количества 80-процентного карбида?

16-105. Качество карбида кальция определяется литражом—объемом газа (в пересчете на н. у.), образующегося при действии воды на 1 кг карбида. Каков литраж химически чистого карбида?

16-106. При сжигании 1 моль ацетилена выделяется 1350 кДж. Сколько теплоты выделится при сжигании 1 м³ ацетилена (в пересчете на н. у.)? Сравните с количеством теплоты, выделяющейся при сгорании 1 м³ водорода. (При сгорании 1 моль его выделяется 242 кДж.)

16-107. Обычно применяемая в автогенной сварке кислородно-
138

ацетиленовая смесь на каждый кубический метр кислорода содержит 0,7 м³ ацетилена. Рассчитайте, находятся ли **эти газы** в том соотношении, которое требуется согласно уравнению реакции горения ацетилена, или один из газов имеется в избытке.

16-108. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава C_4H_6 и C_5H_8 .

16-109. Обозначив формулу углеводорода C^nH_y , напишите общее уравнение реакции, происходящей при сгорании углеводорода.

16-110. Эффективным средством борьбы с филлоксерой является гексахлорбутадиен — продукт замещения хлором всех атомов водорода молекулы бутадиена. Составьте формулу этого соединения.

Ароматические углеводороды

16-111. Первый повод для предположения, что молекула бензола построена в виде шестизвенного кольца, дало сопоставление чисел изомеров производных бензола состава $\text{C}_6\text{H}_6-n\text{X}_n$, (где X — любой одновалентный атом или радикал); при $n = 1$ изомеров не получается, при $n = 2$, или $n = 3$, или $n = 4$ всякий раз получается 3 изомера, при $n = 5$ или $n = 6$ изомеры не существуют. Почему все это не согласуется с предположением, что молекула бензола построена в виде незамкнутой цепочки и согласуется с кольцеобразной формой его?

16-112. Какова величина углов между направлением связей $\text{C}-\text{C}-\text{C}$ и $\text{H}-\text{C}-\text{C}$ в бензоле?

16-113. Получен углеводород, углеродный скелет которого образован шестью атомами, размещенными в вершинах трехгранной призмы. С каким вам известным углеводородом он изомерен?

- 16-114.** Составьте структурные формулы ароматических углеводородов общей молекулярной формулы C_9H_{12} (их существует 7).
- 16-115.** Чем отличается бензол от циклогексана? В чем заключается сходство этих двух углеводородов?
- 16-116.** В лаборатории из 25 л (в пересчете на н. у.) ацетилена было получено 16 г бензола. Сколько это составляет (в процентах) от того количества, которое должно было образоваться согласно уравнению реакции?
- 16-117.** Напишите схему образования гомолога бензола из Пронина (метилацетилена) $H_3C-C\equiv CH$.
- 16-118.** Напишите формулы гомологов циклогексана, образующих при дегидрировании толуол и этилбензол.
- 16-119.** Судя по формулам строения, можно ли считать равноценными в химическом отношении атомы водорода: а) бензола; б) хлорбензола; в) толуола; г) нафталина; д) циклогексана? «
- 16-120.** Существуют ли изомеры: а) хлорбензола; б) хлорцикло-гексана; в) хлоргексана?
- 16-121.** Составьте формулы бромзамещенных толуола, у которых содержание брома составляет 46,78%.

139

- 16-123.** Сколько может существовать изомерных триметилбен-золов и тетраметилбензолов? Составьте их формулы и укажите, какие из упомянутых соединений можно назвать симметричными?
- 16-124.** Для протравливания семян зерновых культур применяется гексахлорбензол. Учтя, что это соединение не содержит водорода, составьте его формулу и укажите, не прибегая к вычислениям, чего в нем больше — углерода или хлора.
- 16-125.** В чем существенное отличие действия брома на бензол от действия его на этилен? Ответ подтвердите, приведя уравнения реакций.
- 16-126.** Действием брома на 78 г бензола было получено столько же бромбензола. Сколько это составляет (в процентах) от того количества, которое должно образоваться, если весь взятый бензол вступил бы в реакцию?
- 16-127.** 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. Что содержалось в приемнике?
- 16-128.** Полистирол в отличие от полиэтилена горит коптящим пламенем. Чем это объясняется?
- 16-129.** Изобразите формулами повторяющиеся группы атомов следующих полимеров: полиэтилена, поливинилхлорида, полистирола, натурального каучука.
- 16-130.** Составьте схему применения чистого бензола, включающую получение практически важных высокомолекулярных соединений

Природные источники углеводородов

- 16-131.** Почему нефть не имеет постоянной температуры кипения? .
- 16-132.** Напишите структурные формулы углеводородов с пятью атомами углерода в молекуле, которые могут находиться в нефти.
- 16-133.** Все сорта авиационных бензинов начинают перегоняться при температуре не ниже $40^\circ C$ и кончают перегоняться при температуре практически не выше $180^\circ C$. Назовите содержащиеся в них углеводороды — гомологи метана с: а) наименьшей; б) наибольшей молекулярной массой.
- 16-134.** Почему выделить отдельные углеводороды из более высококипящих фракций нефти труднее (и часто невыполнимо), чем получить их из низкокипящих фракций?
- 16-135.** В трех пробирках содержится 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. Нарисуйте эти три пробирки с указанными смесями, обозначив в каждой вещество.

16-136. Необходимо приготовить раствор брома в бензине с неизменяющимся при хранении содержанием брома. Следует ли для этого взять бензин прямой гонки или крекинг-бензин? Почему?

16-137. Можно ли представить химическими уравнениями процессы, происходящие при: а) перегонке нефти; б) крекинге нефти? Дайте обоснованный ответ.

16-138. Какой продукт крекинга нефти, присоединяясь к бензолу (в присутствии катализатора), образует этилбензол, из которого затем получают стирол? Дайте обоснованный ответ.

16-139. 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 бензина; б) сколько литров (н. у.) воздуха расходуется на полное сгорание 1 г бензина.

16-140. Почему керосин имеет запах, а вазелин лишен его?

16-141. На чем основано применение вазелина в технике в качестве смазочного материала?

16-142. Должен ли изменяться парафин при действии кислот и щелочей?

16-143. Промышленным способом получения дивинила из нефтяного сырья является дигидрирование бутилена. Составьте уравнение этой реакции.

16-144. В нефтехимической промышленности получают спирты присоединением воды к непредельным углеводородам. Укажите, какой углеводород может дать этиловый спирт и какой — *трет*-бутиловый спирт $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$.

16-145. Какой из газов крекинга нефти служит для получения изопропилового спирта $\text{CH}_3\text{CHONCH}_3$?

140

16-146. Для быстрого ориентировочного определения содержания воды в минеральных маслах можно применять амальгаму натрия. На чем основано такое определение? Дайте исчерпывающий ответ.

16-147. Известен способ обезвоживания трансформаторных масел металлическим натрием. На чем основан этот способ?

Спирты и фенолы

16-148. Сколько различных спиртов изображено следующими формулами:

16-149. Сколько изомерных спиртов отвечают формуле — $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$? Напишите их структурные формулы.

16-150. Спирты не проводят электрического тока, в то время как щелочи, также содержащие гидроксильную группу, в расплавленном состоянии или в водном растворе проводят электрический ток. Чем это можно объяснить?

16-151. Какой объем (в пересчете на нормальные условия) займет водород, получаемый действием 2,5 г натрия на раствор 23 г этилового спирта в бензоле?

16-152. При действии избытка натрия на раствор пропилового спирта в бензоле выделилось 56 мл водорода (в пересчете на н. у.) Сколько граммов спирта содержалось в растворе?

18-153. Найти молекулярную массу спирта, в молекуле которого содержится одна гидроксильная группа, если известно, что из 3,7 г спирта натрий вытесняет 560 мл водорода (в пересчете на н. у.).

16-154. При нагревании галогенопроизводных предельных углеводородов с водными растворами щелочей образуются спирты. Напишите уравнения реакций образования спирта из: а) иод-метана; б) иодэтана; в) 1-бромпропана.

16-155. При получении спиртов из галогенопроизводных $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NaI} + \text{HOH} \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH} + \text{HNaI}$

иногда добавляют окалину серебра. С какой целью это делается?

16-156. Из 21 г этилового спирта было получено 25 г иодэтана. Сколько это составляет (в

процентах) от того количества, которое соответствует уравнению реакции?

16-157. Какими химическими свойствами должно обладать соединение, формула строения которого $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$?

142

16-158. 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, что содержится в каждой из пробирок.

16-159. Какие три простых эфира образуются при нагревании смеси метилового спирта, этилового спирта и серной кислоты? Напишите уравнения реакций.

16-160. Почему диметиловый эфир и этиловый спирт, являющиеся изомерами, резко отличаются по температурам кипения и растворимости в воде?

16-161. Напишите формулы моно- и диметилового эфиров эти-ленгликоля.

16-162. Перепишите в тетрадь следующие формулы и подчеркните те из них, которые по своему составу могут отвечать фенолам: $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$, $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$, $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$, $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$, $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$.

16-163. Один из методов количественного определения свободной извести в цементе основан на способности извести давать с фенолом фенолят. Составьте уравнение этой реакции.

16-166. Какова молекулярная масса одноатомного спирта, из 7,4 г которого при действии металлического натрия получается 1120 мл (в пересчете на н. у.) водорода?

Альдегиды и карбоновые кислоты

16-167. Напишите структурные формулы альдегидов, образующихся при окислении спиртов: а) пропилового $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$; б) бутилового $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$.

143

16-170. Почему при получении альдегидов окислением спиртов следует тотчас удалять альдегид из сферы реакции?

16-171. Назовите области промышленного применения ацетальдегида, иллюстрировав это соответствующей схемой.

16-172. Составьте формулы диметилкетона, метилэтилкетона и приведите формулы и названия изомерных им альдегидов.

16-173. При действии концентрированной серной кислоты на глицерин образуется альдегид состава $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$. Напишите его структурную формулу.

16-174. Напишите уравнение реакции между альдегидом, содержащим в молекуле 3 атома углерода, и аммиачным раствором оксида серебра.

16-175. Плотность по водороду вещества, имеющего состав: С — 54,55%; Н — 9,09%; О — 36,36%, равна 22. Оно легко восстанавливает оксид серебра, образуя кислоту. Выведите структурную формулу этого вещества.

16-176. Вещество, имеющее состав, отвечающий формуле $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}$, является производным бензола. Оно легко восстанавливает оксид серебра и образуется при окислении спирта. Напишите структурные формулы этого вещества и спирта, из которого оно образуется.

16-177. В лаборатории при окислении 10 мл метилового спирта ($\rho = 0,8$) было получено 120 г 3-процентного раствора формальдегида. Сколько это составляет (в процентах) от того количества, которое должно было получиться согласно уравнению реакции?

16-178. В результате восстановления оксида серебра уксусным альдегидом образовалось 2,7 г серебра. Сколько граммов альдегида было окислено при этом?

144

16-179. Какой объем формальдегида (в пересчете на н. у.) нужно растворить в воде, чтобы получить 1 л формалина (40-процентный раствор плотностью 1,11)?

16-180. Напишите формулы альдегидов, окислением которых можно получить пропионовую и масляную кислоту. Напишите соответствующие уравнения реакций.

16-182. Общая формула одноосновных предельных кислот $\text{R}-\text{COOH}$, где R

обозначает углеводородный радикал. Каково значение R для кислот: а) изомасляной $C_4H_8O_2$; б) винилуксусной $C_4H_6O_2$; в) фенилуксусной $C_8H_8O_2$?

16-183. Выведите формулу янтарной кислоты на основании следующих данных: 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 дает.

16-184. Напишите структурные формулы следующих солей: ацетата магния, муравьинокислого алюминия.

16-185. Имеется водный раствор, содержащий уксусную кислоту и метиловый спирт. Как выделить оба эти соединения?

16-186. Произойдет ли реакция, если: а) к натриевой соли уксусной кислоты добавить серной кислоты; б) к натриевой соли серной кислоты добавить уксусной кислоты? Дайте обоснованный ответ.

16-187. Почему в уксусной кислоте можно «растворить» карбонат кальция, а сульфат кальция нельзя? Дайте обоснованный ответ.

16-188. Составьте уравнения реакций между: а) уксусной кислотой и аммиаком, б) пропионовой кислотой и гидроксидом магния, в) калиевой солью пальмитиновой кислоты и соляной кислотой.

16-189. Для очистки имеющейся в продаже уксусной кислоты от примеси соляной кислоты к ней добавляют некоторую соль и перегоняют. Как вы полагаете, соль какой кислоты следует добавить?

16-190. При прокаливании соли состава CaC_2O_4 образуются оксид кальция и два газа, из которых один горючий, а другой негорючий. Составьте уравнение этой реакции и назовите все соединения.

16-191. Одноосновная карбоновая кислота имеет следующий состав: C — 6,21%, H — 4,35%, O — 69,55%. Исходя из этих данных, найдите молекулярную формулу этой кислоты.

16-192. При нагревании муравьинокислого натрия отщепляется водород и образуется соль, которая с растворимой солью кальция дает оксалат кальция — CaC_2O_4 . Каково строение этой последней соли и как ее можно назвать по-иному?

16-193. При нагревании 1,36 г технического ацетата натрия три-гидрата с избытком разбавленной фосфорной кислоты было получено 0,6 г уксусной кислоты. Каково содержание CH_3COONa в этом образце ацетата натрия?

16-194. При прокаливании 0,181 г серебряной соли органической кислоты было получено 0,108 г серебра. Какова молекулярная масса кислоты, если известно, что в молекуле этой кислоты имеется только один атом водорода, способный замещаться металлом?

16-195. Пальмитиновая кислота содержит 16 атомов углерода, образующих неразветвленную цепь. Напишите структурную формулу этой кислоты.

16-196. Составьте ионное уравнение реакции, происходящей при взаимодействии водного раствора натриевой соли стеариновой кислоты: а) с гидрокарбонатом кальция, б) с серной кислотой.

16-197. Объясните подробно, почему при стирке тканей в жесткой воде требуется больше мыла, чем при стирке в мягкой воде.

16-198. Литиевая соль стеариновой кислоты используется в производстве пластических масс. Напишите ее формулу и уравнения возможных реакций получения этой соли.

Простые и сложные эфиры. Жиры

16-200. Каких два сложных эфира и кислота имеют состав $C_3H_6O_2$? Напишите их структурные формулы и дайте им названия.

16-201. Напишите структурные формулы: а) пропилового эфира азотной кислоты, б) среднего этилового эфира серной кислоты.

16-202. Получаемые из ацетилена винилхлорид $CH_2=CHCl$, винилацетат $CH_2=CH-CO-O-CH_3$, винилэтиловый эфир $CH_2=CH-O-C_2H_5$ служат исходным сырьем для

производства разнообразных пластмасс. Какое вещество в каждом отдельном случае должно вступить в реакцию соединения с ацетиленом для получения: а) винилхлорида, б) винацетата, в) винилэтилового эфира? Напишите уравнения соответствующих реакций.

16-203. Одно из двух веществ состава $C_3H_6O_2$ вытесняет углекислый газ из карбоната натрия, другое не реагирует с карбонатом натрия, но при нагревании с раствором гидроксида натрия образует спирт и соль. Напишите структурные формулы этих соединений.

16-204. При получении сложных эфиров из спирта и кислоты часто добавляют растворитель, который при отгонке постепенно увлекает с собой воду. С какой целью это делается?

16-205. Необходимо получить пропиловый эфир пропионовой кислоты, имея из органических веществ только пропиловый спирт. Напишите формулу этого спирта и уравнения реакций, ведущих к получению из него указанного эфира.

f 16-206. Как, исходя из этилена, получить этиловый эфир уксусной кислоты? Напишите уравнения реакций.

16-207. Как, исходя из карбида кальция и пользуясь дополнительно только неорганическими веществами, получить этиловый эфир уксусной кислоты?

•16-208. При получении в лаборатории уксусноэтилового эфира обычно на 9 мас. ч. спирта берут 10 мас. ч. кислоты. Рассчитайте, соответствует ли такое соотношение тому, которое следует из уравнения реакции, или какое-нибудь из веществ берется в избытке.

16-209. Рассчитайте, сколько уксусноэтилового эфира можно получить из 30 г уксусной кислоты и 46 г спирта, приняв выход эфира равным 85% от теоретического.

16-210. Какое количество уксусной кислоты было взято для-приготовления уксусноэтилового эфира, если последнего было получено 70,4 г, что составляло 80% от количества, которое должно получиться по теории?

16-212. Сколько может быть изомеров у: а) моноглицеридов, б) диглицеридов, если они образованы одной кислотой, в) тригли-

147

церидов, если они образованы тремя разными кислотами? Напишите общие формулы этих изомеров.

16-213. Напишите общие формулы однокислотного триглицерида, в состав которых входят: а) остаток одной кислоты; б) разные кислотные остатки.

16-214. Кислоты, образующие жиры, как правило, имеют нераз-ветвленное строение. Исходя из этого, напишите структурные формулы триглицеридов, лауриновой $C_{12}H_{24}O_2$ и миристиновой $C_{14}H_{28}O_2$ кислот, являющихся составными частями некоторых жиров.

16-215. Одной из составных частей коровьего масла является глицериновый эфир масляной кислоты. Напишите формулу этого соединения.

16-216. В лаборатории на полке стоит банка с надписью «Масло». Как узнать, является ли оно жиром или же минеральным маслом?

16-217. Было выработано 5,88 т глицерина. Рассчитайте, какое примерно количество жира понадобилось для этого, если принять, что жир представляет собой чистый триолеин и что при нагревании с водой удалось расщепить только 85% жира.

16-218. При исследовании жиров было замечено, что масса продуктов, получаемых при омылении жиров, превышает массу взятого для омыления жира. Чем объясняется это увеличение в массе?

16-219. Сколько (в процентах) максимум глицерина можно получить из тристеарина?

16-220. Чем отличается по характеру образуемых продуктов так называемый безреактивный способ расщепления жиров водой от расщепления жиров щелочами?

16-221. Для определения свободной щелочи в мыле к навеске его добавляют избыток раствора хлорида бария до прекращения образования осадка баритового мыла, последний отфильтровывают и фильтрат титруют раствором кислоты. Что представляет собой баритовое мыло и что содержится в фильтрате? Ответ иллюстрируйте уравнениями

реакций.

16-222. Кислотным числом жира называется количество миллиграммов гидроксида калия, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Найдите кислотное число образца жира, для нейтрализации 2,8 г которого понадобилось 3 мл раствора, содержащего в 1 л 0,1 моль гидроксида калия.

16-223. Сколько гидроксида натрия необходимо для нейтрализации 6 г жира с кислотным числом 5 (см. 16-222)?

16-224. Сколько гидроксида натрия необходимо для нейтрализации 4 г жира с кислотным числом 7 (см. 16-222)?

16-225. Кислотное число жира оказалось равным 7. Сколько миллилитров раствора гидроксида калия, содержащего 0,1 моль в литре, пойдет на нейтрализацию 4 г этого жира?

148

Углеводы

16-226. Напишите структурную формулу полного эфира глюкозы и уксусной кислоты.

16-227. В растениях встречается углевод арабиноза. Напишите структурную формулу этого углевода, зная, что состав его $C_5H_{10}O_5$ и что по строению он является альдегидоспиртом.

16-228. Какое известное вам простое соединение, состав которого такой же, как у глюкозы, но молекулярная масса иная, взаимодействует с оксидом серебра так же, как глюкоза?

16-229. «Мышечный сахар», или инозит, имеет следующее строение:

Производным какого циклического углеводорода является инозит? Какие вещества, изомерные инозиту, вам известны?

16-230. В каком углеводе содержится больше углерода: в глюкозе или в свекловичном сахаре?

16-231. В лаборатории путем брожения глюкозы получено 115 г спирта. Какой объем займет (в пересчете на нормальные условия) образовавшийся при этом углекислый газ?

16-232. При брожении глюкозы образовалось 112 л (н. у.) газа. Сколько глюкозы подверглось разложению?

16-233. При полном сгорании углеводов и жиров получается углекислый газ и вода. В каком объемном отношении находится образующийся газ к израсходованному кислороду при сгорании: а) глюкозы; б) жира? (Принять для упрощения, что жир представляет собой чистый триолеин.) Сопоставьте полученные числа с данными следующих 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? . **16-234.** Каково структурное звено молекул крахмала и целлюлозы и в каких условиях они преобразуются в глюкозу?

16-235. Назовите известные вам природные полимеры, входящие в состав растений, которые относятся к углеводам.

Амины. Аминокислоты. Белки

16-236. В лаборатории из 78 г бензола при реакции нитрования было получено 105 г нитробензола. Сколько процентов это составляет от теоретически возможного выхода?

16-237. Сколько граммов бензола вступило в реакцию с азотной кислотой, если при этом получилось 82 г нитробензола?

16-238. Сообразуясь с химическими и физическими свойствами бензола, фенола и нитробензола, предложите способ разделения смеси этих соединений.

16-239. В качестве окислителя топлива применяется производное метана — тетранитрометан, не содержащее водорода. Напишите формулу этого соединения.

16-240. Сколько граммов бензола вступило в реакцию с азотной кислотой, если при этом

получилось 82 г нитробензола?

16-241. Чем обусловлена способность аминов присоединять протон?

16-242. Укажите с помощью соответствующих уравнений, как получить из пропилена изопропиламин.

16-243. Как проще всего извлечь из анилина небольшую примесь фенола?

16-244. Имеется смесь бензола и анилина. Как, исключая перегонку, можно выделить из этой смеси бензол?

16-245. В какой воде — чистой или подкисленной — лучше растворяется анилин? Ответ поясните.

16-246. Напишите формулы хлористого метиламмония, хлористого диметиламмония, хлорида аммония и хлористого фениламмония. Укажите, какое из этих веществ будет легче других подвергаться гидролизу.

16-247. Одна из двух банок заполнена раствором соли анилина, другая — раствором соли диэтиламина. Можно ли, используя раствор щелочи, определить содержание каждой из банок? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

16-248. При действии брома на анилин образуется симметричный триброманилин, по строению аналогичный трибромфенолу. Напишите формулы этих двух соединений.

16-249. Необходимо после опыта отмыть посуду от остатков анилина. Что вы для этого применили бы: воду, разбавленный раствор гидроксида натрия, разбавленный раствор соляной кислоты? Почему?

16-250. Напишите формулы: а) азотнокислого анилина; б) сернокислого анилина.

16-252. В лаборатории путем восстановления 61,5 г нитробензола было получено 44 г анилина. Сколько это составляет (в процентах) от того количества, которое должно получиться согласно расчету?

16-253. К разбавленному водному раствору анилина был добавлен избыток брома. Получилось 3,3 г осадка. Сколько граммов анилина содержалось в растворе?

16-254. В чем лучше будет растворяться этиловый эфир аминокислоты — в чистой или подкисленной воде? Почему?

16-255. Напишите структурную формулу медной соли аминокислоты.

16-256. Составьте структурные формулы изомерных аминокислот состава $C_3H_7O_2N$ и $C_4H_9O_2N$.

16-258. Составьте уравнения реакций между аммонийной солью аминокислоты и: а) гидроксидом натрия; б) соляной кислотой (в избытке).

16-259. Действием брома на пропионовую кислоту получили соединение, в молекуле которого один атом водорода замещен на бром, и затем это соединение обработали аммиаком. Напишите формулу образовавшегося соединения и его изомера.

16-260. Назовите функциональные группы атомов, имеющиеся в молекуле глутамина строения:



16-261. Попробуйте объяснить, почему аминокислота строения $NH_2CH_2CH_2COOH$ имеет нейтральную, а аминокислота состава $HO_2CCH_2-CH_2COOH$ — кислую реакцию.

$I NH_2$

16-262. Этиловый эфир гликокола прокипятили с избытком разбавленной соляной кислоты, затем раствор выпарили на водяной бане досуха. Что представляет собой остаток после выпаривания?

16-263. 0,89 г этилового эфира гликокола кипятили в течение некоторого времени с раствором 0,56 г гидроксида калия в воде и затем смесь выпарили досуха. Что должно было получиться в остатке?

16-264. К натриевой соли аминопропионовой кислоты добавили соляную кислоту (в избытке) и затем раствор выпарили досуха. Что получилось в остатке?

151

16-265. Какие из известных вам природных полимеров составляют значительную часть

нашей пищи?

16-266. Перечислите известные вам природные и синтетические полимеры, содержащие азот.

Задачи на различные типы органических соединений

16-267. Назовите класс соединений, молекулы которых построены из звеньев CH_2 .

Составьте формулу подобного соединения, содержащего минимальное количество таких групп.

16-268. Простейшая формула соединения — CH_3O . Молекула его симметрична. При взаимодействии 0,1 моль этого соединения с натрием выделяется 2,24 л (н. у.) водорода. Выведите формулу строения этого соединения.

16-269. При действии натрия на 1 моль продукта присоединения воды к углеводороду выделяется 11,2 л (в пересчете на н. у.) водорода. Учтя, что плотность продукта присоединения по водороду равна 23, назовите углеводород.

16-270. Вещество анизол состава $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ является производным углеводорода, относящегося к ряду $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. 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.

16-271. Соединение гваякол представляет собой производное бензола, включающее группы OH и OCH_3 в положениях 1, 2. Напишите структурные формулы возможных его изомеров.

16-272. Соединение состава $\text{C}_7\text{H}_9\text{NO}_2$ является производным углеводорода, относящегося к ряду $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. При действии на него едкого натра выделяется аммиак и образуется соединение состава $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$. Выведите формулу строения исходного соединения.

16-273. Гидрированием анилина можно получить циклогексила-мин. Укажите, к какому из этих двух соединений будет предпочтительно присоединяться HCl , если в их эквимольный раствор добавлять 1 моль указанного галогеноводорода.

16-274. 1 моль соединения состава $\text{C} — 48,6\%$, $\text{H} — 8,1\%$, $\text{O} — 43,3\%$ образует при нагревании с раствором гидрокарбоната натрия 1 моль углекислого газа. Какова формула строения этого соединения?

16-275. Имеется 1 моль соединения, включающего гидроксильную и карбоксильную группы. Какой объем газа (в пересчете на н. у.) получится при действии на него: а) металлического натрия; б) гидрокарбоната натрия?

16-276. При действии избытка щелочи на дизамещенный бензол, в котором один атом водорода замещен атомом хлора, а другой — в положении 4 функциональной группой, получилось соединение состава $\text{G}(\text{H}_7\text{N}^\oplus\text{Na})$. Выведите формулу строения исходного соединения

152

16-277. В медицинской практике для лечения заболевания сердца применяется в виде таблеток смесь калиевой и магниевой солей аминоянтарной (аспарагиновой) кислоты. В каждой таблетке 140 мг магниевой соли, содержащей 11,8 мг магния и 0,158 мг калиевой соли, содержащей 36,2 мг калия. Напишите формулы указанной кислоты и упомянутых солей.

17

КОМБИНИРОВАННЫЕ И УСЛОЖНЕННЫЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

17-1. Приведите формулы свободного хлора, азота и фтора (изобразив черточками число связей между атомами) и формулы тех соединений, которые эти элементы попарно могут образовать.

17-2. Укажите в виде формул молекулярный состав (число атомов в молекуле) азота, кислорода, аргона, серы, фтора при обычных условиях и натрия, ртути и фосфора в парообразном состоянии.

17-3. Перечислите чаще всего применяемые способы получения простых веществ из их соединений.

17-4. Приведите примеры веществ, газообразных при обычных условиях, которые, взаимодействуя попарно, дают: а) твердое вещество; б) газообразное окрашенное или неокрашенное вещество.

17-5. Приведите примеры веществ, которые, взаимодействуя попарно, образуют газы: а) обладающие запахом; б) изменяющие цвет влажной лакмусовой бумажки; в) горючие; г) негорючие.

17-6. Предложите 3—4 способа получения хлорида меди (II). Составьте уравнения реакций.

17-7. Напишите формулы оксидов урана, соответствующие валентности урана в его тетра- и гексафториде.

17-8. Для определения состава воды (в процентах) был предложен следующий метод. Окисляют кусочек цинка, определяют привес. Обозначим его A г. Другой точно такой же кусочек цинка растворяют в соляной кислоте, определяют массу выделенного водорода. Обозначим ее B г. Покажите алгебраически, как из этих двух численных данных вычислить: а) состав воды (в процентах); б) точную атомную массу водорода.

17-9. Напишите формулы известных вам: а) несолеобразующих оксидов; б) оксидов, образующих сильные кислоты; в) оксидов, образующих слабые кислоты; г) оксидов, применяемых в качестве восстановителей.

17-10. Какие из известных вам газов: а) поглощаются щелочами; б) не поглощаются щелочами; г) горят в атмосфере кислорода;

153

г) поглощаются кислотами; д) не поглощаются кислотами; е) не горят в кислороде?

17-11. Какие металлы при взаимодействии с водой образуют: а) растворимые гидроксиды; б) малорастворимые гидроксиды?

17-12. 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. С ценой их можно не считаться. Так как воду можно везде найти, ее массу, если вода понадобится для реакции, можно не учитывать. Каким способом получения водорода вы воспользовались бы?

17-13. К соляной кислоте прилили лакмус, затем прибавили рассчитанное количество тщательно измельченного твердого вещества A и хорошо перемешали. Образовалось новое белое вещество, нерастворимое ни в воде, ни в кислотах, а лакмус приобрел фиолетовую окраску. Что за вещество A ? Напишите уравнение реакции его с соляной кислотой.

17-14. Даны известняк, соляная кислота. Требуется, не расходуя никаких других веществ, получить не менее 11 новых веществ, в том числе 4 простых. Напишите уравнения соответствующих реакций и кратко укажите условия их протекания.

17-15. Хлорид бария получают восстановлением сульфата бария углем и последующим действием соляной кислоты на продукт восстановления. Составьте уравнения указанных реакций, учтя, что: а) газ, образующийся при восстановлении, не способен гореть; б) продукт восстановления при действии кислоты дает неприятно пахнущий газ.

17-16. Даны четыре занумерованные 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 обнаружилось признаков реакции и при сливании полученной смеси и раствора III; с раствором нитрата серебра раствор IV осадка не дает.

17-17. Даны четыре занумерованные пробирки с разбавленными растворами следующих веществ: соляная кислота, хлорид бария, сульфат натрия, фосфат натрия. В какой пробирке какой из этих растворов — неизвестно. Укажите номер пробирки с раствором хлорида бария, руководствуясь следующими данными. При приливании к раствору I

раствора II изменений не наблюдалось. Не обнаружилось признаков реакции и при добавлении к полученной смеси раствора III. Раствор IV дает с раствором нитрата серебра осадок.

17-18. Важнейший промышленный минерал бериллия — берилл имеет состав $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$. Изобразите этот состав в виде оксидов.

17-19. Имелись четыре занумерованные склянки без этикеток с растворами: соляной кислоты, хлорида бария, фосфата натрия

154

и сульфата натрия, и, кроме того, единственный реактив — раствор нитрата серебра.

Ученик поставил себе задачу: провести как можно меньше опытов и определить содержимое каждой склянки. Но порядок сливания растворов он выбрал неудачный. Ни в одном из проделанных им трех опытов никаких изменений не наблюдалось, а именно: а) при добавлении к раствору I раствора II, а к полученной смеси — раствора III; б) никаких изменений не происходило и при приливании к раствору I раствора III и далее — при смешении раствора IV с раствором нитрата серебра. Тем не менее на основании этих записей учеником был указан номер склянки с соляной кислотой и номер склянки с раствором сульфата натрия. Сделайте это и вы. Затем ответьте на вопросы: а) получится ли осадок при сливании растворов I и IV, б) получится ли осадок при сливании растворов II и III. Если осадок в том и другом случае получится, выразите реакцию его образования ионным уравнением.

17-20. Как изменились бы ответы на задачу **17-19**, если бы при приливании к раствору IV раствора нитрата серебра наблюдалось образование осадка, а все остальные наблюдения остались бы прежними?

17-21. В наборе маленьких, закрытых пробками и без этикеток пробирок — образцы оксидов элементов: Al, Si (II), Si (I), Cг (III), Fe (III). Можно ли, не открывая пробирок, определить содержимое каждой из них? Как?

17-22. 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 двух веществ вещества С должен получиться негорючий газ.

17-23. Назовите металл и два сложных вещества (обозначим их А и В), отвечающие требованиям: металл должен растворяться в растворе вещества А и в растворе вещества В, но не в растворе, полученном при сливании раствора А с раствором В.

17-24. Приведите примеры твердых веществ, которые, взаимодействуя попарно без участия растворителя, дают: а) растворимые; б) нерастворимые в воде соли.

17-25. Приведите примеры кислот, молекулы которых обменивают на металл лишь один из своих атомов водорода.

17-26. Охарактеризуйте с помощью уравнений реакций способы получения солей: а) металлов, неспособных вытеснить водород из кислот; б) металлов, не окисляющихся при прокаливании на воздухе.

," **17-27.** Приведите примеры солей, которые при нагревании образуют: а) основные оксиды; б) кислотные оксиды; в) не изменяются; г) теряют воду; д) обугливаются; е) теряют одновременно воду и углекислый газ.

17-28. В одну из трех пробирок налили раствор гидроксида натрия, в другую — раствор гидроксида бария, в третью — раствор

155

гидроксида калия и оставили в штативе на столе открытыми. Можно ли спустя некоторое время по внешнему виду узнать, в какую пробирку налили гидроксид бария? Ответ поясните. Как проще всего отличить раствор гидроксида натрия от раствора гидроксида калия?

17-29. По так называемому башенному способу дисульфит кальция получают, пропуская сернистый газ в башню, наполненную известняком, - орошаемым водой. Составьте

уравнение этой реакции.

17-30. Укажите, какие вещества в виде газа будут получаться при нагревании сухих твердых веществ: MgCO_3 , NH_4NO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, сухой лед, NaHCO_3 . Во всех ли случаях образующийся газ будет свободен от влаги?

17-31. Какие из соединений, 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) CaSO_4 ; б) Na_2SO_4 ; в) твердый KOH ; г) твердый NaOH или раствор его в воде; д) металлический натрий; е) P_2O_5 ?

17-32. При действии серной кислоты на 3,246 г смеси хлорида натрия с сульфатом натрия было получено 3,516 г сульфата натрия. Каков был состав (в граммах) исходной смеси?

17-33. Раствор, содержащий карбонат и сульфат 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 что будет в виде осадка в обоих опытах после их завершения?

17-34. Сообразуясь с данными таблицы растворимости, решите, можно ли получить гидроксид лития действием гидроксида калия на раствор сульфата лития?

17-35. Применяемая в лабораторной практике концентрированная азотная кислота содержит около 65% азотной кислоты. Какова концентрация такой кислоты в молях на литр?

17-36. Сообразуясь со схемой: $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$

расставьте коэффициенты и найдите, какое количество 30-процентного раствора азотной кислоты следует затратить на 1 кг фосфора, учтя при этом, что для полного окисления фосфора необходим 50-процентный избыток кислоты по отношению к вычисленному количеству.

17-37. Молекулы аммиака, воды и метана изоэлектронны с ионом аммония. Почему в таком случае первые электронейтральны, а последний несет заряд?

17-38. Как следует назвать реакцию, схематически охарактеризованную уравнением: $\tilde{\text{e}} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$

17-39. Как вы считаете, может ли быть связь между раствори-
156

мостью кристаллического соединения и прочностью связи между атомами. Дайте обоснованный ответ.

17-40. Какие из известных вам соединений элементов с водородом, представляющих собой при обычных условиях газы: а) легче воздуха; б) тяжелее воздуха?

17-41. Составьте уравнение реакции окисления серы кислородом и под каждым химическим символом подпишите: а) число молей; б) объемы реагирующих веществ; в) число атомов. Молярный объем серы равен 16 см^3 , для газов принять нормальные условия.

17-42. Металлы А и В принадлежат к одному и тому же периоду и к одной и той же группе. Соли металла А растворимы в воде. Растворы всех солей металла В при добавке их к соляной кислоте образуют нерастворимый в кислотах осадок. Назовите оба металла.

17-43. Укажите число частиц в атомах с порядковыми номерами 15, 20 и 53.

17-44. Назовите ионы металлов, имеющие одинаковое число электронов с предшествующими им атомами инертных газов. Каково общее название этих металлов?

17-45. Почему атомный радиус цинка (0,137 нм) больше ионного радиуса цинка (0,083 нм)?

17-46. Межъядерное расстояние в молекулах водорода 0,074 нм, а расстояние $\text{C}-\text{H}$ в углеводородах составляет 0,110 нм. Каков ковалентный радиус углерода?

17-47. У каких элементов — металлов и неметаллов — радиусы ионов: а) меньше атомных радиусов; б) больше атомных радиусов?

17-48. Какой радиус — катиона или аниона — больше у следующих солей: NaCl , LiF ?

17-49. Исходя из положения элементов в периодической системе, объясните) почему

некоторые из частиц, формулы которых изображены ниже, несут заряд, а другие лишены его:

17-50. Чем с точки зрения электронной теории отличается металлическая связь от ковалентной? Ответ обоснуйте.

17-51. Чем отличаются по характеру химической связи соединения состава NaNH_2 , H_2O , HCl ? Ответ обоснуйте.

17-52. Изложите словами следующие уравнения и укажите, в чем их отличие по химическому смыслу

17-53. Ион MnH_4^+ и молекула воды изоэлектронны. Выясните значение этого понятия, подсчитав общее число электронов в каждой из этих частиц. •,••,■..

157

17-54. В соответствии с ответом на вопрос, поставленный в задаче 17-53, укажите, являются ли изоэлектронными: а) Ne и Mg^{2+} ; б) Cl^- и Ag ; в) Na^+ и Al^{3+} ; г) F^- и Si .

17-55. Можно ли сказать, что натрий, фтор, калий — очень активные элементы и что ионы Na^+ , F^- и K^+ также активны в химическом отношении? Ответ мотивируйте.

17-56. Перечислите известные вам окислители и восстановители, относящиеся: а) к простым веществам; б) к сложным веществам.

17-57. Может ли в какой-либо реакции действовать в качестве окислителя: а) атом кислорода; б) ион хлора; в) атом цинка; г) ион цинка? Почему?

17-58. Может ли в какой-либо реакции действовать в качестве восстановителя: а) атом кислорода; б) ион кислорода; в) атом калия; г) ион калия? Почему?

17-59. Перечислите известные вам простые вещества, которые при обычной температуре газы, способные служить окислителями. Ответ поясните примером.

17-60. Укажите, могут ли служить окислителями или восстановителями: Na , I_2 , H_2 , Zn , Cu^{2+} , Cl^- .

17-61. Правильны ли утверждения, что способность вещества выполнять в реакции роль восстановителя соответствует его свойству окисляться? Ответ проиллюстрируйте примером.

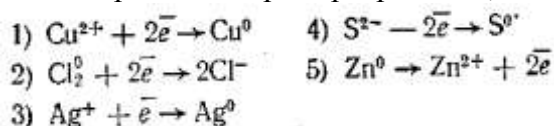
17-62. Цинк при нагревании с сернистым газом образует сульфид и оксид цинка. Составьте уравнение этой реакции и укажите, к какому типу она относится.

17-63. Как следует назвать процесс, уравнение которого $3\text{Fe}^{2+} \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}$. Дайте мотивированный ответ.

17-64. Будет ли растворяться медь в разбавленной серной кислоте, если через последнюю барботировать азот. Ответ поясните.

17-65. Может ли оксид состава Cu_2O служить в реакции: а) окислителем; б) восстановителем? Ответ поясните примером.

17-66. Приведите примеры реакций, схематически изображенные следующим образом:



17-67. 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 действиям, вы подтвердите свой вывод о составе выпавшего осадка?

158

17-68. Взаимодействием двух кислот — хромовой и сернистой — можно получить соль — сульфат трехвалентного хрома. Составьте уравнение этой реакции и укажите, к какому типу превращений она относится.

17-69. Можно ли собирать бромоводород над ртутью? Дайте обоснованный ответ.

17-70. 0,800 г смеси бромида калия и хлорида калия нагревалось в токе сухого хлора до постоянной массы. Масса образовавшегося вещества составила 0,679 г. Каков был состав

исходной смеси в граммах?

17-71. Получаемый в промышленных установках «сырой» аргон представляет собой смесь приблизительно следующего состава (по объему): кислород — 35%, азот — 18%, остальное — аргон. Что должно остаться после сжигания такой смеси в необходимом количестве водорода и пропускания через концентрированную серную кислоту? (Выразите состав в процентах.)

17-72. При прокаливании смеси, состоящей из соединений меди с кислородом и с серой, в которых медь одновалентна, получается металлическая медь и сернистый газ. Напишите уравнение реакции. **17-73.** Сероводород, получаемый действием соляной кислоты на сульфид железа, обычно содержит в виде примеси пары соляной кислоты. Исходя из химических свойств и растворимости, решите, можно ли освободить сероводород от этой примеси, пропуская его через: а) раствор щелочи; б) воду.

17-74. Иногда демонстрируют следующий опыт: в жестяную банку, на дне которой сделано отверстие, через нижнюю часть вводят водород и, устранив источник водорода, поджигают выходящий из прокола газ. При этом газ спокойно загорается, но через короткое время происходит взрыв, и банку подбрасывает вверх. Дайте объяснение происходящим явлениям.

17-75. Чем обусловлена электропроводимость расплавленных солей и растворов солей? Дайте обоснованный ответ.

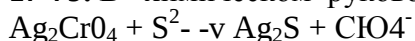
17-76. Гидроксид бериллия может диссоциировать в качестве основания и в качестве кислоты. Изобразите это в виде уравнений и укажите, каким термином обозначается подобное свойство гидроксидов.

17-77. Видоизмените следующие схемы в уравнения реакций в молекулярной форме:

17-78. Если соль: а) натрия, б) магния, в) кальция, г) стронция, д) бария окрашена, то чем обусловлена окраска — катионом или анионом?

159

17-79. В химическом руководстве имеется запись:



Что требуется дописать, чтобы эта запись* приобрела характер химического уравнения? Какой тип реакций иллюстрирует указанная запись?

17-80. 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.

17-81. Составьте уравнение реакции иодида аммония с гидроксидом калия и аналогичного соединения фосфора (назовите его) с гидроксидом калия.

17-82. Приведите формулы и назовите азотсодержащие частицы, аналогичные гидроксонию и гидроксилу.

17-84. Имеются три пробирки с образцами нитрата серебра, карбоната серебра и оксида серебра. Можно ли, располагая только водой и азотной кислотой, определить содержимое каждой из пробирок? Ответ обоснуйте.

17-85. Имеются три пробирки — обозначим их I, II и III — с растворами фосфата натрия, азотной кислоты и нитрата 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 тоже не обнаруживается признаков реакции. Не наблюдается 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 содержится раствор азотной кислоты?

17-86. Должны ли увеличиваться электро- и теплопроводимость

160

в ряду P, As, Sb, Bi, если они находятся в кристаллическом состоянии? Ответ поясните.

17-87. Исходя из технического способа получения соды, укажите, какой аммонийной солью загрязнен гидрокарбонат натрия: и как его можно освободить от этой примеси, используя неодинаковую растворимость указанных солей.

17-88. Приведите примеры, иллюстрирующие способность ионов металлов играть роль: а) окислителя; б) восстановителя.

17-89. Отметьте в электрохимическом ряду напряжений положение элементов главной и побочной подгруппы I группы периодической системы.

17-90. Чтобы отличить кальций 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, пригодны для этой цели.

17-91. Металлы А и В принадлежат к одному и тому же периоду и к одной и той же группе. Все соли металла А растворимы в воде. Металл В восстанавливается из растворов своих солей серебра бромом. Назовите оба металла.

17-92. Металлы А и В принадлежат к одному и тому же периоду и к одной и той же группе. При добавке 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.

17-93. Металлы А и В принадлежат к одному и тому же периоду и к одной и той же группе. При добавке раствора любой соли металла А к раствору серной кислоты получается осадок. Металл В растворяется в соляной кислоте. Его оксид желтого цвета, не реагирует с водой и не разлагается при нагревании. Назовите оба металла.

17-94. Металл А и неметалл В относятся к одному и тому же периоду. Их соединение имеет состав АВ и содержит неметалла два с лишним раза больше, чем металла. Назовите металл и неметалл. (Задачу решите устно.)

17-95. Два металла — А и В — принадлежат к одному и тому же периоду и к одной и той же группе. Элемент А образует только один хлорид, а элемент В — два хлорида, в одном из которых он проявляет более высокую валентность, чем это соответствует его положению в периодической таблице. Этот хлорид содержит 52,59% хлора. Назовите эти элементы.

17-96. На основании помещенного ниже описания свойств металла решите, о каком металле идет речь. Металл нерастворим в разбавленной соляной и серной кислотах. Его оксид может быть получен следующим путем: металл растворяют в азотной кислоте и осаждают оксид, добавляя щелочь. Из 2,32 г оксида этого металла может быть получено при нагревании 2,16 г металла. Найдите

161

атомную массу металла, если известно, что в оксиде он одновалентен. Напишите уравнение реакции этого металла с разбавленной азотной кислотой, если известно, что при этом выделяется оксид азота N₂O.

17-97. Растворится ли целиком образец сплава алюминия с магнием, если его обработать: а) избытком щелочи; б) избытком соляной кислоты?

17-98. 1,000 г сплава меди с алюминием обработали избытком раствора щелочи, остаток отфильтровали, промыли, растворили в азотной кислоте, раствор выпарили, остаток прокалили. Нового остатка получилось 0,398 г. Каков состав сплава?

17-99. Алюминий, содержащийся в некоторых видах латуни, повышает их сопротивление к атмосферной коррозии. Как это можно объяснить?

17-100. Имеется раствор солей лития, магния, натрия. Что будет выпадать в осадок при добавлении к нему: а) раствора гидроксидов калия; б) раствора поташа? Каким простым способом можно отличить осадок, выпадающий в случае «а» от осадка, образующегося в случае «б»?

17-101. Назовите известные вам из повседневной жизни сплавы, в состав которых входят только: а) металлы; б) металлы и неметаллы. Укажите, какие из них обладают электропроводимостью и пластичностью.

- 17-102. Укажите, какого типа ионы способен давать: а) хром; б) железо; в) алюминий.
- 17-103. Почему безводный хлорид алюминия дымит на воздухе?
- 17-104. 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. Что такое А, В, С, D и Е? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
- 17-105. При растворении алюминия в водном растворе гидроксид 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.
- 17-106. Можно ли, имея только воду, отличить безводный хлорид алюминия от кристаллогидрата $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Ответ поясните.
- 17-107. Минеральный пигмент — строицевый крон лимонно-желтого цвета представляет собой хромат стронция. Чем обусловлена его окраска — катионом или анионом?
- 17-108. Оксид хрома (III) можно получить восстановлением дихромата калия серой. При этом последняя дает соль, в которой ее степень окисления равна 4-6. Составьте уравнение этой реакции.
- 17-109. Каково соотношение (в процентах) хрома и железа в феррохrome, в котором на каждые три атома хрома приходится один атом железа?
- 162
- 17-110. К раствору, содержащему хлорид алюминия, хлорид железа (III) и хлорид хрома (III), добавлен избыток гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали. Что выпало в осадок и что осталось в растворе?
- 17-111. Составьте уравнения реакций между: а) дихроматом калия и щелочью; б) дихроматом калия и кислотой; в) дисульфатом натрия и щелочью; г) сульфатом натрия и кислотой. Изменится ли во всех указанных случаях степень окисления какого-либо элемента?
- 17-112. Марганец образует с серой соединение, по составу аналогичное" сернистому железу. Вычислите содержание (в процентах) серы в этом соединении.
- 17-113. Обозначив газообразный углеводород через C_xH_y , напишите в алгебраическом виде уравнение реакции полного сгорания углеводородов, когда это оправдано, выразив коэффициенты через x и y , и найдите формулы всех углеводородов, отвечающих условию: а) суммарный объем газообразных продуктов горения таков же, каков объем исходных газов¹; б) объем затраченного кислорода вдвое больше объема сгоревшего газа; в) объем затраченного кислорода втрое больше объема сгоревшего газа; г) объем затраченного кислорода в 1,5 раза больше, чем объем сгоревшего газа; д) объем затраченного кислорода в 4 раза больше объема сгоревшего газа; е) объем получившегося углекислого газа в 2 раза больше объема сгоревшего углеводорода; ж) существует ли углеводород, при сгорании которого получается такой же объем углекислого газа, каков объем израсходованного кислорода?
- Ответы выразите в виде структурных формул. Постарайтесь предусмотреть все изомеры, отвечающие структурной теории, хотя бы вещества с таким именно строением молекул нами не изучались.
- 17-114. Каковы величины углов между связями $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ в метане, $\text{Cl}-\text{C}-\text{O}$ в тетрахлорметане и $\text{C}-\text{C}-\text{C}$ в циклопропане?
- 17-115. 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 завершения реакции? Напишите уравнение.
- 17-116. Углеводород реагирует с бромом, образуя соединение, плотность которого по водороду равна 94. Напишите формулу этого углеводорода.
- 17-117. Укажите строение и название конечного соединения, образующегося при

присоединении воды к бутену-2 и последующем окислении продукта присоединения.

¹ Во всех рассматриваемых в задаче случаях принимается, что вода находится в парообразном состоянии и измерения объемов проводятся в одинаковых условиях.

163

17-118. Отвечает ли название «полиэтилен» структуре этого полимера? Дайте обоснованный ответ.

17-119. Назовите те из известных вам полимеров, в которых связи между структурными звеньями осуществляются неодинаковыми атомами.

17-120. Каково должно быть содержание (в процентах) хлора в продукте присоединения хлороводорода к полиизопрену?

17-121. Напишите возможные структурные схемы сополимеризации этилена с пропиленом.

17-122. Если линейный полимер образуется в результате поли-конденсации, то сколько функциональных групп должно быть в молекулах мономеров?

17-123. 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 сохранять резиновые изделия?

17-124. Назовите известные вам полимеры, содержащие галоген, и укажите, какой из них химически наиболее инертен.

17-125. Какие явления могут наблюдаться при постепенном нагревании полимера до относительно высокой температуры?

17-126. Чтобы отличить изомерные диметилбензолы (ксиолы), можно воспользоваться правилом, согласно которому при введении в ядро третьего заместителя (галогена, нитрогруппы и т. п.) 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 формул строения.

17-127. Имеются два соединения состава $C_7H_6O_2$, $C_7H_{12}O_2$, они включают шестичленный цикл, одну одинаковую функциональную группировку атомов и растворимы в растворе щелочи. Напишите структурные формулы этих соединений и укажите, как из первого соединения получить второе и из второго — первое.

17-128. В настоящее время известно соединение 1,2-дегидро-бензол. Попробуйте написать его структурную формулу.

17-129. Приведите примеры реакций органических соединений, при которых: а) возникает новая C—C-связь; б) происходит разрыв C—C-связи; в) двойная C=C-связь преобразуется в C—C-связь.

17-130. Приведите примеры окисления-восстановления в ряду органических соединений.

17-131. Составьте перечень возможного использования этилового спирта, включающий получение жидких, газообразных и полимерных продуктов.

17-132. Раствор 1 моль метилата натрия в сухом метаноле смешали в колбе с 1 моль фенола и смесь подвергли перегонке. Что соберется в приемник и что останется в колбе после того, как перегонка будет завершена?

17-133. Сколько молей кислорода расходуется при образовании пропионовой кислоты из спирта?

164

17-134. Взяты две одинаковые по массе порции уксусной кислоты и на одну из них действовали металлическим натрием до прекращения выделения газа, а на другую — раствором гидрокарбоната натрия при нагревании. Одинаковые ли объемы газов при этом получаются?

17-135. Если к раствору, содержащему 1 моль уксусной кислоты и 1 моль хлоруксусной кислоты, добавить 1 моль гидрокарбоната натрия и затем выпарить досуха, то что будет в остатке? Ответ поясните.

17-138. Соединение глиоксаль $C_2H_2O_2$ при окислении дает щавелевую кислоту, а при

восстановлении — этиленгликоль. Выведите, руководствуясь этими данными, структурную формулу глиок-сая.

17-137. Молекула соединения, состоящего из углерода, водорода и кислорода, молекулярная масса которого 76, содержит два активных (замещаемых натрием) атома водорода, из которых один со щелочью образует воду. Выведите структурную формулу этого соединения.

17-138. К 1 моль винной кислоты $\text{HOOC}-\text{CHON}-\text{COOH}$ добавили 1 моль раствора гидроксида калия, в результате чего выпал осадок, который растворился при добавлении еще 1 моль гидроксида калия. Каков состав осадка и продукта его взаимодействия с KOH ?

17-139. Что общего между действием на бромид серебра света, муравьиного альдегида или глюкозы на аммиачный раствор оксида серебра?

17-140. Можно ли приготовить раствор, содержащий: а) ацетат натрия и соляную кислоту; б) хлорид натрия и уксусную кислоту? Ответ мотивируйте.

17-141. Двухосновная кислота имеет следующий состав: $\text{C} - 34,61\%$, $\text{H} - 3,88\%$, $\text{O} - 61,54\%$. Найдите по этим данным молекулярную формулу кислоты.

17-142. Диметилловый эфир при нагревании распадается с образованием метана, оксида углерода (II) и водорода. Составьте уравнение реакции.

17-143. Напишите уравнения реакций при: а) действии бромной воды на этилен; б) последующем кипячении образовавшегося продукта с раствором щелочи; в) дальнейшем нагревании нового продукта с уксусной кислотой в присутствии каталитических количеств серной кислоты. Укажите названия промежуточных и конечных соединений.

17-144. Что прежде Есего будет собираться в приемнике, если в колбе с нисходящим холодильником нагревать смесь метилового спирта, муравьиной кислоты и воды?

17-145. Расположите в ряд по силе основности: аммиак, дифениламин, трифениламин, анилин, диметилфениламин.

17-146. При действии щелочи на соль состава $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$ выделился аммиак и получилась соль натрия состава $\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2\text{Na}$. На-

165

пишите структурные формулы соли (исходной и конечной), а также соединения образующегося при действии избытка соляной кислоты на соль натрия.

17-147. Какую формулу имеют два изомерных однокислотных амина следующего состава: $\text{C} - 61,02\%$, $\text{H} - 16,26\%$, $\text{N} - 23,72\%$?

17-148. В природе встречается соединение путресцин состава $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2$, в молекуле которого две аминогруппы "замыкают" концы неразветвленной цепи углеродных атомов. Напишите структурные формулы путресцина и двух солей, которые он может давать при взаимодействии с соляной кислотой.

17-149. Приведите примеры реакций из областей неорганической и органической химии, при которых: а) из одного простого вещества образуется другое простое вещество; б) из одного соединения образуется другое соединение; в) из одного вещества образуется два или большее количество других веществ; г) из нескольких веществ образуется одно соединение.

17-150. Приведите несколько примеров реакций между органическими и неорганическими соединениями, при которых образуется вода.

17-153. Перечислите известные вам неорганические и органические вещества — газообразные, жидкие и твердые — обладающие специфическим, легко отличимым запахом.

17-152. Какие из перечисленных ниже соединений при хранении в плохо закупоренных сосудах и по каким причинам будут:

а) увеличиваться в массе, б) уменьшаться в массе: оксид натрия, серная кислота (концентрированная), карбонат аммония, метанол, диэтиловый эфир, бромэтан, гидроксид калия, сульфат меди, оксид фосфора (V), оксид бария (II)?

17-153. В каких известных вам случаях накаливания твердых веществ в открытом тигле наблюдается: а) улетучивание вещества; б) уменьшение вещества в массе; в) увеличение вещества в массе; г) потеря воды; д) изменение цвета; е) сохранение цвета; ж) сохранение вещества в первоначальном виде; з) возникновение газа?

17-154. Приведите примеры соединений, которые при взаимодействии с водой дают горючие газы, обладающие специфическим запахом.

17-155. Какие из внешне наблюдаемых явлений — образование раствора, возникновение двухслойной жидкой смеси, осядающее выделение теплоты, образование осадка — будут наблюдаться при осторожном смешении попарно следующих соединений: а) NaOH , H_2O ; б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, H_2SO_4 (концентрированный раствор); в) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$? В каких случаях будет происходить реакция, ведущая к возникновению новых соединений?

17-156. С какими соединениями будет реагировать бром при добавлении его по каплям: а) к раствору сернистого газа в воде,

166

б) к раствору гидроксида калия, в) к бензолу, г) к тетрахлорэтану д) к стиролу, е) к раствору иодида калия? По какому внешнему признаку можно судить о возникновении реакции?

17-157. Для обезвреживания жидких органических соединений или их смесей применяются, в частности, оксиды кальция и бария, гидроксид калия, металлический кальций, безводные сульфаты магния и натрия, прокаленный медный купорос, оксид фосфора (V). Чем обусловлена способность этих веществ извлекать воду?

17-158. Приведите формулы 2—3 кислых солей — неорганических и карбоновых кислот — и запишите уравнения реакций их получения.

17-159. Даны известняк, уголь и вода. Требуется, не расходуя никаких других материалов (кроме названных трех), получить не менее 9 новых веществ, в том числе: а) растворимую в воде соль; б) три горючих газа. Напишите уравнения реакций и укажите кратко условия их протекания.

17-160. Укажите области применения водорода в производстве органических и неорганических соединений.

17-163. Можно ли причислить к кислотам ионы HSO_3^- , COO^- , H_2PO_4^- ? Ответ мотивируйте.

1-7-162. Какие из нижеследующих превращений являются обратимыми:

Исходные соединения

Образующиеся соединения

NH_4OH HCl

CH_3COOH NaOH KRCI NaOH

Na_2S HCl

CH_3COOH $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

17-163. Составьте уравнение реакции диссоциации фенола в воде.

17-134. Соединение состава $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$ может быть получено присоединением метанола к ацетилену. Молекула его способна присоединить два атома брома. Выведите его структурную формулу и укажите его изомеры.

17-165. Какая связь в молекуле ацетилена прочнее — между атомами углерода или между атомом углерода и атомом водорода?

17-166. Приведите несколько примеров реакций из неорганической и органической химии, при которых в реакции участвует вода.

17-167. Какие из перечисленных ниже газов не могут одновременно присутствовать в газовой смеси при обычной температуре без того, чтобы между ними не происходила заметная химическая реакция: а) водород и кислород; б) оксид азота (II) и кислород; 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?

17-168. Какие из перечисленных ниже газов: хлороводород, сероводород, кислород, хлор,

аммиак, углекислый газ, сернистый

167

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.

17-169. Назовите важнейшие производственные процессы, основанные на реакциях окисления-восстановления. Приведите примеры из неорганической и органической химии.

17-170. Как, используя щелочь, извлечь уксусную кислоту из смеси ее с соляной кислотой?

17-171. Какие из перечисленных ниже соединений отдельно или в комбинации попарно будут проводить ток при смешении с водой: а) этиловый спирт; б) ацетон; в) иодид серебра; г) карбонат бария; д) хлороводород; е) фторид серебра; ж) ацетат натрия?

17-172. Будет ли наблюдаться образование осадка хлорида серебра при добавлении раствора нитрата серебра (водного или спиртового): а) к раствору хлорида кальция; б) к раствору бертолетовой соли; в) к хлорбензолу; г) к раствору хлористоводородного анилина? Дайте обоснованный ответ.

17-173. Серебро, содержащее в качестве примеси медь, для очистки растворяют в азотной кислоте, к раствору добавляют хлорид натрия, отделяют выпавший осадок и кипятят его с глюкозой. Поясните этот способ очистки серебра от меди, приведите уравнения реакций.

17-174. Запишите уравнения реакций, характеризующие восстановительные свойства угля, серы, оксида углерода (II), оксида серы (IV), сероводорода, муравьиного альдегида. Известно ли вам превращение, в котором одно из названных веществ проявляет также свойства окислителя?

17-175. Какие из известных вам типов соединений, содержащих в молекуле гидроксильную группу, диссоциируют в водном растворе с образованием иона гидроксида и какие из них не дают в растворе таких ионов?

17-176. Приведите типы соединений, которые можно рассматривать: а) как продукты замещения атома или атомов водорода в молекуле воды; б) как продукты замещения атома или атомов водорода в молекуле аммиака; в) как продукты замещения атома или атомов водорода в молекуле метана.

17-177. Чем в принципе отличаются с химической точки зрения растворы сахара и поваренной соли?

17-178. Имеется ряд пробирок с небольшими количествами следующих соединений: иодэтана, диэтиламина, уксусной кислоты, бензола и этилацетата. Молено ли узнать содержимое каждой пробирки: а) по цвету; б) по запаху; в) по отношению к воде? Дайте подробный ответ.

17-179. Предложите способ распознавания двух веществ белого цвета, растворимых в воде, если известно, что одно является неорганическим соединением, а другое — органическим.

168

17-180. В вашем распоряжении имеется пять элементов: O, N, S, C и Na. Каких соединений больше — органических или неорганических — можно синтезировать из этих элементов?

17-181. Приведите примеры реакций из неорганической и органической химии, в которых: а) 1 объем газа, реагируя с 3 объемами другого газа, дает 2 объема нового газа; б) из 1 объема газа и 2 объемов другого газа получаются 1 объем нового газа и 2 объема паров воды; в) из 2 объемов одного газа и 1 объема другого газа получаются 2 объема нового газа; г) из 3 объема газа и 1 объема другого газа получается 1 объем нового газа; д) из 3 объемов одного газа получается 2 объема другого газа.

17-182. Приведите примеры реакций органических соединений, связанные: а) с образованием воды; б) с выделением водорода; в) с присоединением водорода; г) с замещением водорода; д) с присоединением хлороводорода; е) с выделением

хлороводорода.

17-183. В занумерованных закрытых баночках имеется по несколько граммов белых порошков: мела, оксида кальция, карбоната аммония, щавелевой кислоты, сульфата меди, хлорида кальция, сахара. Как, пользуясь только горелкой и металлическим шпателем, смешивая упомянутые вещества когда нужно, распознать содержимое каждой баночки? Будут ли наблюдаться внешние изменения при длительном хранении содержимого в баночках без пробок? Дайте обоснованный ответ.

17-184. Ниже приведен перечень реактивов, применяемых для распознавания некоторых газов: 1) раствор иодида калия в воде; 2) бумага, смоченная раствором ацетата свинца; 3) раствор бромистого железа в CCl_4 ; 4) раствор $Ba(OH)_2$ в воде. Укажите, какими из них вы воспользовались бы для определения: а) сероводорода; б) этилена; в) озона; г) сернистого газа; д) одного из продуктов полного сгорания бензина.

ОТВЕТЫ

ГЛАВА I

- | | |
|--|--|
| <p>1-1. Нет.
1-2. Нет.
1-6. Обработать водой.
1-8. а) Физ.; б) хим.
1-12. а) Нет; б) да.
1-19. Вещи придут в равновесие.
1-23. С, Н, N и возможно О.
1-25. Можно. Изомеры.
1-27. В 3 раза.
1-28. В 20 раз.
1-34. CH_4.
1-36. Максимум в PbO. Минимум в PbSO_4.
1-37. Меди больше.
1-38. В H_2SO_4.
1-39. 97,5%.
1-40. Нет.
1-42. а) 0,9% (бедная); б) 1,9%; в) 2,2% (богатая); г) 2,4% (богатая).
1-43. 85,6%.
1-44. 2,46 кг.
1-45. 4,4 кг.</p> | <p>1-57. 22 г.
1-58. 2 мл O_2.
1-59. 2 мл H_2.
1-60. 130 г Zn и 64 г S.
1-62. Нет.
1-63. Да.
1-64. Смесь.
1-65. 0,44 г.
1-67. Масса не изменилась. 2,33 г HgS, 0,32 г SO_2 и 0,16 г S.
1-68. 0,8 г S и 1,2 г C.
1-69. 0,45 г.
1-70. 76% малахита и 24% алюминия.
1-71. 80 г CuO и 22 г CO_2 и 9 г H_2O.
1-72. Неодинаковое 1,25 и 2,25.
1-73. а) 18 г; б) 2,25 г.
1-74. 2 : 1 по объему и 1 : 8 по массе.
1-75. 28,6 г Cu_2O и 34,3 г Pb_3O_4.
1-76. 108 г HgO и 3 г C.
1-77. 14,3 г Fe_2O_3 и 12,7 г SnO_2.
1-78. 14,5 л.
1-80. 17,40 г Ag_2O.</p> |
|--|--|

ГЛАВА 2

- | | |
|--|--|
| <p>2-4. Макс. в CO, мин. в HgO.
2-6. Неодинаковое.
2-6. 3360 г.
2-7. 4 г.
2-10. 100 кг MgO и 110 кг CO_2.
2-11. Около 3 кг.
2-12. 318 г.</p> | <p>2-14. 0,45 г.
2-15. 0,75 кг.
2-17. 11,7 г.
2-25. Около 273 кг.
2-46. 10,7 г.
2-60. Останется.</p> |
|--|--|

ГЛАВА 3

- | | |
|---|---|
| <p>3-1. 35,73 г.
3-2. 201,55 г.
3-5. 24,9 г.
3-7. 37 г.</p> | <p>3-9. 50 г.
3-11. а) Насыщенный; б) не насыщенный.
3-12. Около 300 г.</p> |
|---|---|

- 3-13. 50 °C.
 3-15. 15,7 г.
 3-18. 10%.
 3-19. 20%.
 3-21. а) 10 г и 90 г; б) 30 г и 170 г.
 3-22. а) 2,5 г и 47,5 г; б) 0,4 г и 19,6 г.
 3-23. 350 г.
 3-24. 32 г.
 3-25. 8%.
 3-26. 12%.
 3-27. а) 42,5 г; б) 3,4 г.
 3-28. 19,6%.
 3-29. 24%.
 3-30. 600 г р-ра, 400 г воды.
 3-31. 1,6 л воды, 2 кг р-ра.
 3-32. 17 : 3.
 3-33. 55,9% и 36%.
 3-34. 360 г.
 3-35. 1,42 г.
 3-36. 125 г.
 3-37. 36 г.
 3-38. Воды.
 3-39. 7.
 3-40. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 3-41. $20\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 3-42. $\text{KOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 3-43. 98,23%.
 3-44. 79%, 1,162 кг.
 3-45. 4%.
 3-46. 11,2 кг.
 3-47. 334,3 г.
 3-48. 272 г.
 3-49. 25,7%.
 3-50. 109,5 г и 120,5 г.
 3-51. 229 мл.
 3-52. 32,7%.
 3-53. 20% и 82,8 мл.
 3-54. 113 мл к-ты и 896 мл воды.
 3-55. 166 мл.
 3-56. 364 г.
 3-57. 1,21 г/см³ и 23,3%.
 3-58. 1,148 г/см³ и 23%.
 3-59. 379 г р-ра и 221 г воды.
 3-60. 293 г — 75% и 197 г — 8%.

ГЛАВА 4

- 4-1. а) 32; б) 2; в) 40.
 4-2. 4 г.
 4-3. а) 0,5; б) 0,5; в) 0,5; г) 0,0227.
 4-4. 55,56 моль $3,35 \cdot 10^{25}$ молекул.
 4-7. 55,85 г.
 4-8. а) 2; б) $\frac{1}{2}$.
 4-9. а) 0,125; б) 5; в) $\frac{2}{3}$.
 4-11. Кальция.
 4-12. Водорода.
 4-13. Натрия.
 4-15. а) 14; б) 28; в) 42; г) 28.
 4-16. 745,6 г; 14,9 г; 22,4 г; 37,3 г.
 4-17. 328 кг.
 4-18. 136 кг.
 4-19. 0,5 моль; 80 г.
 4-20. 32 г.
 4-21. 49 г; 1 г.
 4-22. а) 0,6 г; б) 0,5 г.
 4-23. Около 37 г.
 4-24. 18 г.
 4-25. Алюминия.
 4-26. Хватит.
 4-27. 16 г.
 4-28. 0,4 г.
 4-29. $1,8 \cdot 10^{21}$.
 4-30. 29 г.
 4-31. 80 г.
 4-32. а) 16; б) 16; в) 24; г) 8.
 4-33. а) Одинаковое; б) неодинаковое.
 4-34. Около 273 кг.
 4-35. а) $1,8 \cdot 10^{-22}$ г; б) $3,0 \cdot 10^{-23}$ г.
 4-36. В 3 раза.
 4-37. Около $11,82 \cdot 10^{-24}$ см³.
 4-38. Нельзя.
 4-40. 22,40 л; 22,31 л; 22,48 л.
 4-41. Примерно в 800 раз.
 4-42. 5 молекул.
 4-43. Примерно 0,3 г.
 4-44. 1 : 3 : 2.
 4-45. 44,6 моль.
 4-46. а) 34,82 моль N_2 ; 9,37 моль O_2 ; 0,45 моль Ar ; б) 1,3 кг.
 4-47. 29.
 4-49. а) 4,48 л; б) 4,48 л; в) 4,48 л; г) 3,6 мл.
 4-50. 112 л.
 4-51. 2240 м³.
 4-52. 5,6 м³.
 4-53. 1,7 т.
 4-54. В 658 раз.
 4-55. Примерно в 1244 раза.
 4-56. $2 \cdot 10^{22}$.
 4-57. 896 л.
 4-58. $1,5 \cdot 10^{22}$.
 4-59. 168 г.
 4-60. а) 14,5; б) 0,069.
 4-61. 0,138.
 4-62. а) 0,62 раза; б) 1,17 раза; в) 0,14 раза.
 4-63. а) 18,25; б) 40,5; в) 64.
 4-65. Немного уменьшается.
 4-67. а) 20; б) 1,38.
 4-68. Легче в 1,7 раза.
 4-69. Влажный легче.
 4-70. CCl_4 а) 5,3; б) 3,5.
 4-71. Вверх: ацетилен, леон.
 4-72. Нет.
 4-73. 1,5.

- 4-74. 14. Иллишине указан состав смеси.
 4-75. Легче в 3 раза.
 4-76. 1,11 г.
 4-77. 58.
 4-78. 2.
 4-79. а) 44; б) 28; в) 2; г) 32; д) 16.
 4-80. CO .
 4-81. SO_2 .
 4-82. PH_3 .
 4-83. SnCl_4 .
 4-86. P_4 .
 4-88. C_2H_4 .
 4-89. 2 : 1; 2 : 3.
 4-91. Остается неизменным.
 4-92. В 1,5 раза.
 4-93. 25 л.
 4-94. 7 м³.
 4-95. а) CO_2 — 5%, O_2 — 15%, N_2 — 80%; б) 1,31 г.
 4-96. 18 мл.
 4-97. На 9 мл.
 4-98. 2 : 3; 1 : 6.
 4-99. 1 : 2.
 4-100. 91%.
 4-101. 79%.
 4-102. 336 г Fe, 2 моль.
 4-103. 14 л, 0,25 моль.
 4-104. а) 22,4 л; б) 11,2 л.
 4-105. 1,68 г Fe и 0,65 г Zn.
 4-106. 9 м³.
 4-107. 1224 мл H_2 и 622 мл O_2 .
 4-108. 90 мл.
 4-109. Хватит.
 4-110. 13 г.
 4-111. 69,6 л.
 4-112. 0,084 г; 0,94 л.
 4-113. 94,66% Al.
 4-114. 345 л.
 4-115. 1244 л.
 4-116. 49 г.
 4-117. 28 кг CaO ; 11,2 м³.
 4-123. 1570 кДж.
 4-124. 753 кДж.
 4-125. 160 кДж.
 4-126. 175,6 кДж.
 4-127. а) 653 кДж; б) 65,3 кДж; в) 1305 кДж.
 4-128. а) 467 кДж; б) 233 кДж; в) 7000 кДж.
 4-129. 3296 кДж.

ГЛАВА 5

- 5-13. Si.
 5-14. F.
 5-15. Se.
 5-18. Be.
 5-37. Один из них La.
 5-39. Один из них Th.
 5-43. Mg.
 5-59. Al.
 5-61. 6,5 г; 73; 5.
 5-62. 176.

ГЛАВА 6

- 6-7. а) 2; б) 3.
 6-8. а) 4; б) 2.
 6-9. 2.
 6-15. Может.
 6-16. а) Be; б) Mg; в) Ca и др.
 6-19. Ne, K и Na.
 6-24. H.
 6-33. 15.
 6-39. 10.
 6-40. Могут.
 6-60. Кислород.
 6-61. Уменьшается.
 6-62. Hl.
 6-63. HCl.
 6-64. S—H прочнее.

ГЛАВА 7

- 7-12. а) Восстановителем; б) окислителем.
 7-27. а) Нет; б) нет.

ГЛАВА 8

- 8-1. а) По окраске; б) по запаху.
 8-2. Ядовитый газ тяжелее воздуха.
 8-8. Натрий и хлор.
 8-10. 9,46 м³.
 8-11. 21,3 г.
 8-13. Давление не изменилось.
 8-14. 0,8 л.
 8-15. 1 л, 20% H_2 ; 80% HCl.
 8-16. а) Обесцветит; б) окрасит в красный цвет.
 8-24. AgCl.
 8-25. Обесцветится.
 8-31. № 1 — HNO_3 ; № 2 — AgNO_3 ; № 3 — NaCl; № 4 — Na_3PO_4 .
 8-32. Соли HCl.
 8-33. KCl больше.
 8-34. 78%.
 8-35. Можно.
 8-36. 20 кг.
 8-37. 1,69 кг.

8-38. 2,46 моль.
8-39. 18,4 моль.
8-40. 20%.
8-41. 0,7 г H_2 и 24,3 г Cl_2 .
8-42. Около 0,03.
8-43. 5,35 моль.
8-44. 182,5 г.
8-45. 13,3 г.
8-46. 18,6 г.
8-48. Кислая.
8-49. Кислая.
8-50. 5,6 л.
8-64. 2,4 кг.
8-71. $AlBr_3$.
8-75. Можно.
8-76. 68,5%.
8-77. Может.
8-78. Нагреть.

8-80. 0,138 г.
8-81. 4,75 г.
8-82. $NaBr$.
8-83. 53 650.
8-86. 0,699131—0,000262 г.
8-87. 3,5.
8-90. H_2F_2 .
8-91. Для плавиковой кислоты.
8-104. 7,1 г.
8-105. Бром и иод. Иод.
8-112. На 35%.
8-116. 12,8 мг.
8-117. 2,24 %.
8-118. 44,8% Cl_2 .
8-119. 53% H_2 и 47% Cl .
8-120. 3,2%.
8-121. $CaBr_2$.

ГЛАВА 9

9-5. SO_3 ; SeO_3 ; TeO_3 ; K_2SeO_4 ;
 K_2TeO_4 .
9-7. Увеличивается.
9-8. Ослабляется.
9-15. 6900 т.
9-18. 25% O_2 .
9-19. 10 мл; 15 мл.
9-20. 3,245 кг.
9-21. Водород. Аммиак.
9-25. б) и г) ошибочны.
9-32. CO_2 ; CO ; H_2O пары; N_2 .
9-36. S_8 .
9-39. Нет.
9-40. а) 1,33 г; б) 1,78 г.
9-42. FeS .
9-46. Можно.
9-47. Водород.
9-51. 6,62 г.
9-53. $\frac{1}{4}$ моль.
9-54. 0,34%.
9-55. 145 л.
9-61. 4,8 кг.

9-62. 31,5 г.
9-68. 31,5 г.
9-69. 286 г.
9-73. 4.
9-83. Можно.
9-87. $KHSO_4$.
9-88. 75,5%.
9-89. 18,4 моль.
9-90. 84,5%.
9-96. 0,245 т Si ; 0,062 т O_2 .
9-99. 0,471 г KCl ; 1,373 г K_2SO_4 .
9-104. 303 кг; 201 кг.
9-105. 7,8%; 3,2%.
9-107. 950,4 кг.
9-108. 92%.
9-109. Около 1100 т.
9-110. 762 кг.
9-111. 100%.
9-113. 85%.
9-114. В 3 раза.
9-115. ~ 15,8 млн. т.

ГЛАВА 10

10-3. 0,001 моль/л·м.
10-6. а) Увеличится в 2 раза; б) увеличится в 2 раза; в) увеличится в 4 раза; г) не изменится; д) увеличится в 4 раза.
10-7. а) 0,16; б) 0,02; в) 0,01.
10-8. а) 0,0004; б) 0,27.
10-15. Одинакова.
10-20. Не изменится.

10-22. Давление не изменится.
10-28. а) Вправо; б) вправо; в) не изменится.
10-31. а) Не изменится; б) влево; в) не изменится.
10-32. При повышении температуры — влево; при повышении давления — вправо.

ГЛАВА 11

11-34. К солям.
11-40. Нет.
11-41. Катионы.

11-42. Анионы.
11-46. $5,56 \cdot 10^8$.
11-52. 70,7 г.

- 11-53. 0,18 г.
 11-54. 0,01.
 11-58. Ионы Na^+ .
 11-59. 3,4—4,6 кг.
 11-60. 0,005%.
- 11-63. Одинаковые.
 11-64. 4,6 г.
 11-65. 46 г.
 11-67. Вода.
 11-74. Ст. заряда и разнуса иона.

ГЛАВА 12

- 12-10. 0,97; 14; нельзя.
 12-11. 0,619 г/л.
 12-25. Она пустая.
 12-27. 340 г.
 12-33. 2,5 : 1.
 12-49. 6,2 г.
 12-50. В открытом.
 12-51. 10,7 г.
 12-52. 80% KCl.
 12-53. 370 г.
 12-54. 107 г.
 12-55. 377 кг.
 12-56. 22,4%.
 12-71. 5,6 л NO_2 .
 12-72. 1 л.
 12-79. N_2O_5 .
 12-104. Голубой.
 12-111. 44 400 л H_2 ; 14 800 л N_2 .
 12-112. 60%.
- 12-113. 60% NH_3 , 10 % N_2 , 30% H_2 .
 12-114. 33,6 м³.
 12-116. 200 г.
 12-117. 5 : 4 : 3.
 12-118. 1,4%.
 12-119. 77,8%.
 12-120. 8,5%.
 12-121. Отличается.
 12-122. 6,2 т.
 12-123. Хватит.
 12-124. 832 кг.
 12-125. 91%.
 12-126. Избыток кислорода.
 12-173. 81,6%.
 12-175. 7,9 т.
 12-176. 14,2 кг.
 12-177. 55%.
 12-179. 177,5 кг.

ГЛАВА 13

- 13-2. 123 кг; 305—334 кг; 42 кг.
 13-3. Около 1 т.
 13-4. 63,1%.
 13-5. 15,8%.
 13-6. 1,67 т.
 13-7. 26,4%.
 13-8. 52,5 кг; 99 кг; 63 кг.
 13-9. Муки — 1500 г; NH_4NO_3 — 857 г; KCl — 751 г; песок — 1892 г.
 13-11. 48,2 кг; 35 кг; 56,8 кг.
 13-12. 280 кг.
 13-16. 210 кг; 1413 кг.
 13-17. 0,215 т; 1,77 т.
- 13-18. KNO_3 — 50 мас. ч; KCl — 18,1 мас. ч; NH_4Cl — 26,5 мас. ч; NH_4NO_3 — 5,4 мас. ч.
 13-19. 22 ц; 17,5 ц.
 13-20. 1,7 ц/га.
 13-23. а) 0,39 т; б) 0,84 т.
 13-27. 71,7%.
 13-28. 65%.
 13-29. 5,8 кг.
 13-30. 1,36.
 13-34. NH_4NO_3 —24 кг; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ —26,2 кг; KCl — 22,8 кг.
 13-35. 41 %.
 13-37. 13,5 т; 3,5 т.
 13-39. 14,3 кг NH_4NO_3 ; 9,5 кг KCl.

ГЛАВА 14

- 14-3. 50%.
 14-17. 1,67 г.
 14-18. 2,45 г.
 14-19. 90,9%.
 14-20. 202,4 кг.
 14-21. 179,2 л.
 14-22. 662 л.
 14-23. 25%.
 14-24. 200 мл.
 14-25. 18,5%.
 14-32. 10.
 14-33. 146 г.
 14-38. 12,1 млн. т.
- 14-38. 143 г.
 14-39. 5 г.
 14-45. Около 123 т.
 14-46. а) 5,6 л; б) 11,2 л.
 14-47. 11,2 л.
 14-48. 37%.
 14-49. 63%.
 14-50. 83,3%.
 14-58. 14,8 кг.
 14-59. 11 кг.
 14-61. 0,47 м³.
 14-62. 20,9%.
 14-63. Примерно в 3,5 раза.

14-79. 1,7.
 14-83. Na_2O — 1,6; SiO_2 — 7,8.
 14-82. Na_2CO_3 — 222 кг; CaCO_3 — 209 кг; SiO_2 — 753 кг.
 14-84. 139 мас. ч.
 14-86. 3; 2.

ГЛАВА 15

15-44. Нельзл.
 15-49. Моль.
 15-54. Правильно утверждение «б».
 15-59. Голубой к катоду.
 15-64. а) Нет; б) будет возра-
 стать.
 15-65. Анодом.
 15-67. С отрицательным.
 15-73. 11,2 л.
 15-76. 0,625 г.
 15-80. Нельзл.
 15-87. 44,8 л.
 15-88. 65,1%.
 15-89. 14,6 л.
 15-90. 46 г.
 15-91. 3,36 л.
 15-92. 1,48 г КОН
 15-97. 3,9%.
 15-98. 34,5 кг.
 15-99. 77,1 кг.
 15-100. 6,9 г.
 15-102. 126 г NaHCO_3 .
 15-145. Примерно в 8 раз.
 15-146. В 2,2 раза.
 15-148. 42,4%.
 15-149. 43%.
 15-150. 21,6%.
 15-151. 29,2 г.
 15-152. 22 г.
 15-153. 94,6%.
 15-154. 0,14 г.
 15-155. 20 г ионов Ca^{2+} .
 15-157. 2,5%.
 15-160. 14,3 г; 160 г.
 15-162. 23,7–25,2%.
 15-212. Ион хрома.
 15-228. 76%.
 15-239. 695 г.
 15-232. 27,8 мл.
 15-233. 4,56.
 15-256. 27,1%.
 15-258. 32% меди.
 15-260. 66,4%.
 15-261. ZnS — 44,8%; PbS — 20,8%;
 Cu_2S — 1,9%; Ag_2S — 0,0034%.
 15-267. 5,4 г.
 15-268. 40,5 г.
 15-269. 1,8 раза.
 15-270. 94%.
 15-272. 210 г.
 15-280. 57,9% Fe; 4,7% Si.
 15-281. 120 т.
 15-282. 1,36%.
 15-283. 1,68 л.
 15-284. 144 т.
 15-285. 0,54%.
 15-286. 160 м³.
 15-287. 168 т.

ГЛАВА 16

16-37. 10 л.
 16-38. 5%.
 16-44. 2464 л.
 16-45. 2 м³.
 16-46. 9875 л.
 16-69. Примерно 300 млн. т.
 16-79. 69%.
 16-80. 2,24 л.
 16-81. 20 г.
 16-82. 6,4 л.
 16-83. 1500 моль.
 16-84. 1 : 1.
 16-101. Li_2C_2 ; CaC_2 .
 16-103. 72,4%.
 16-105. 36,4 м³.
 16-105. 350 л.
 16-106. Примерно $60 \cdot 10^3$ кДж.
 16-116. 55,2%.
 16-126. 50%.
 16-139. а) 1 : 55; б) 12,3 л.
 16-151. 1,22 л.
 16-152. 0,3 г.
 16-158. 35%.
 16-177. 48%.
 16-178. 0,55 г.
 16-191. HCOOH .
 16-193. 60,3%.
 16-194. 74.
 16-209. 37,4 г.
 16-210. 60 г.
 16-217. 66,5 т.
 16-219. 10,3%.
 16-223. 21,4 мг.
 16-224. 20 мг.
 16-225. 5 мл.
 16-231. 56 л.
 16-232. 450 г.
 16-238. 85,4%.
 16-237. 52 г.
 16-252. 94,6%.
 16-253. 0,93 г.
 16-277. Кислые соли.

ГЛАВА 17

17-08. $\frac{85}{A}$	17-46. 0,073 мм.
17-32. 1,26 г NaCl.	17-70. 0,323 г KBr.
17-35. 14,5 моль/л.	17-85. В пробирке II.
17-36. 0,073 мм.	17-93. 31,8% меди.
17-37. $2,9 \cdot 10^{-4}$.	17-109. 20,3% железа.
17-55. $2,3 \cdot 10^{-4}$.	17-112. 36,8%.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Первоначальные химические понятия	
Чистые вещества и смеси	5
Физические и химические явления	6
Атомно-молекулярная теория	—
Простые и сложные вещества	7
Атомная и молекулярная массы	8
Вычисления по химическим формулам	9
Валентность	10
Постоянство состава вещества	—
Сохранение массы веществ при химических реакциях	11
Типы химических реакций	12
2. Основные классы неорганических соединений	
Оксиды. Составление формул и вычисление состава вещества (в процентах)	13
Способы получения оксидов	—
Химические свойства оксидов	14
Применение оксидов	—
Основания. Получение и химические свойства оснований	15
Кислоты. Классификация и состав кислот	—
Способы получения кислот	16
Химические свойства кислот	—
Соли. Состав и классификация солей	17
Способы получения и химические свойства солей	18
Генетическая связь между оксидами, гидроксидами и солями	—
3. Растворы	
Растворимость	20
Процентная концентрация растворов	22
Кристаллогидраты	23
Плотность и концентрация растворов	24
Приготовление растворов	25

4. Расчеты по химическим формулам и уравнениям	
Моль	25
Вычисление абсолютных масс и объемов атомов и молекул	27
Закон Авогадро	28
Объем моля газа	29
Расчет относительной плотности газов	30
Молекулярная масса и молекулярная формула газа	31
Соотношения объемов и массы газов при химических реакциях	—
Термохимические расчеты	33
5. Периодический закон Д. И. Менделеева	
Периодическая система	35
Исправление Д. И. Менделеевым атомных масс элементов	37
Свойства химических элементов	39
Физические и химические свойства простых веществ	41
Свойства оксидов и водородных соединений элементов	—
6. Строение вещества	
Строение электронных оболочек	42
Состав атомных ядер. Изотопы	44
Виды химической связи	45
Электроотрицательность	46
Степень окисления	—
7. Окислительно-восстановительные реакции	
Взаимодействие простых веществ между собой	48
Реакции простых веществ со сложными веществами	49
Реакции между сложными веществами	51
Внутримолекулярные реакции окисления-восстановления	52
8. Галогены	
Хлор	53
Хлороводород и соляная кислота	55
Кислородные соединения хлора	58
Фтор, бром, йод	—
Сравнительная химическая активность галогенов	61
9. Кислород и сера	
Химические свойства элементов подгруппы кислорода	63
Кислород, его получение и свойства	—
Горение и окисление	65
Сера	—
Сероводород	66
Оксиды серы и их свойства	68
Серная кислота и ее соли	69
Производство серной кислоты	71

10. Скорость химических реакций. Химическое равновесие	
Зависимость скорости реакции от различных условий	72
Химическое равновесие	73
11. Теория электролитической диссоциации	
Диссоциация оснований, кислот и солей	75
Зависимость свойств водородных соединений и гидроксидов от зарядов и радиусов ионов	80
Реакции ионного обмена	81
Гидролиз солей	83
12. Азот и фосфор	
Физические и химические свойства азота	84
Аммиак	85
Соли аммония	86
Оксиды азота	88
Азотная кислота и ее соли	90
Производство аммиака и азотной кислоты	92
Свойства фосфора и его соединений	94
Фосфорные кислоты и их соли	95
Применение соединений фосфора	97
13. Минеральные удобрения	
Калийные удобрения	98
Азотные удобрения	99
Фосфорные удобрения	100
Комплексные удобрения и кормовые добавки	101
14. Углерод и кремний	
Углерод и его оксиды	102
Угольная кислота и ее соли	104
Основные виды топлива	106
Свойства кремния и его соединений	—
Силикатная промышленность	107
15. Металлы	
Общие свойства металлов	108
Электрохимический ряд напряжений	110
Электролиз	114
Щелочные металлы	115
Кальций и его соединения	118
Алюминий	122
Хром	125
Железо	126
Способы получения металлов. Сплавы	127
Металлургия	129

16. Органические соединения

Предельные углеводороды. Циклопарафины	131
Непредельные углеводороды	135
Ароматические углеводороды	139
Природные источники углеводов	141
Спирты и фенолы	142
Альдегиды и карбоновые кислоты	143
Простые и сложные эфиры. Жиры	146
Углеводы	149
Амины. Аминокислоты. Белки	150
Задачи на различные типы органических соединений	152
17. Комбинированные и усложненные задачи и упражнения	153
Приложения	170
Ответы	180

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1

Плотность соляной кислоты различной концентрации при 15 °С

Плотность	Процент HCl	Плотность	Процент HCl	Плотность	Процент HCl	Плотность	Процент HCl
1,000	0,16	1,060	12,19	1,120	23,82	1,165	32,49
1,005	1,15	1,065	13,19	1,125	24,78	1,170	33,46
1,010	2,14	1,070	14,17	1,130	25,75	1,171	33,69
				1,135	26,70	1,175	34,42
1,015	3,12	1,075	15,16	1,140	27,66	1,180	35,39
1,020	4,13	1,080	16,15				
1,025	5,15	1,085	17,13	1,142	28,14	1,185	36,31
1,030	6,15	1,090	18,11	1,145	28,61	1,190	37,23
1,035	7,15	1,095	19,06	1,150	29,57	1,195	38,16
1,040	8,10	1,100	20,01	1,152	29,95	1,200	39,11
1,045	9,16	1,105	20,97	1,155	30,55		
1,050	10,17	1,110	21,92	1,160	31,52		
1,055	11,18	1,115	22,86	1,163	32,10		

Таблица 2

Плотность серной кислоты различной концентрации при 15 °С

Плотность	Процент H_2SO_4	Плотность	Процент H_2SO_4	Плотность	Процент H_2SO_4	Плотность	Процент H_2SO_4	Плотность	Процент H_2SO_4
1,000	0,09	1,185	25,40	1,370	46,94	1,555	64,67	1,740	80,68
1,005	0,95	1,190	26,04	1,375	47,47	1,560	65,20	1,745	81,12
1,010	1,57	1,195	26,68	1,380	48,00	1,565	65,65	1,750	81,56
1,015	2,30	1,200	27,82	1,385	48,53	1,570	66,09	1,755	82,00
1,020	3,03	1,205	27,95	1,390	49,06	1,575	66,53	1,760	82,44
1,025	3,76	1,210	28,58	1,395	49,59	1,580	66,95	1,765	83,01
1,030	4,49	1,215	29,21	1,400	50,11	1,585	67,40	1,770	83,51
1,035	5,23	1,220	29,84	1,405	50,63	1,590	67,83	1,775	84,02
1,040	5,96	1,225	30,48	1,410	51,15	1,595	68,26	1,780	84,50
1,045	6,67	1,230	31,11	1,415	51,66	1,600	68,70	1,785	85,10
1,050	7,37	1,235	31,70	1,420	52,15	1,605	69,13	1,790	85,70
1,055	8,07	1,240	32,28	1,425	52,63	1,610	69,56	1,795	86,30
1,060	8,77	1,245	32,86	1,430	53,11	1,615	70,00	1,800	86,92
1,065	9,47	1,250	33,43	1,435	53,59	1,620	70,42	1,805	87,60
1,070	10,19	1,255	34,00	1,440	54,07	1,625	70,85	1,810	88,30
1,075	10,90	1,260	34,57	1,445	54,55	1,630	71,27	1,815	89,16
1,080	11,60	1,265	35,14	1,450	55,03	1,635	71,70	1,820	90,05
1,085	12,30	1,270	35,71	1,455	55,50	1,640	71,12	1,825	91,00
1,090	12,99	1,275	36,29	1,460	55,97	1,645	72,55	1,830	92,10
1,095	13,67	1,280	36,87	1,465	56,43	1,650	72,96	1,831	92,43
1,100	14,35	1,285	37,45	1,470	56,90	1,655	73,40	1,832	92,70
1,105	15,03	1,290	38,03	1,475	57,37	1,660	73,81	1,833	92,97
1,110	15,71	1,295	38,61	1,480	57,83	1,665	74,24	1,834	93,25
1,115	16,36	1,300	39,19	1,485	58,28	1,670	74,66	1,835	93,56
1,120	17,01	1,305	39,77	1,490	58,74	1,675	75,08	1,836	93,80
1,125	17,66	1,310	40,35	1,495	59,22	1,680	75,50	1,837	94,25
1,130	18,31	1,315	40,93	1,500	59,70	1,685	75,94	1,838	94,60
1,135	18,96	1,320	41,50	1,505	60,18	1,690	76,38	1,839	95,00
1,140	19,61	1,325	42,08	1,510	60,65	1,695	76,76	1,840	95,60
1,145	20,26	1,330	42,66	1,515	61,12	1,700	77,17	1,8405	95,95
1,150	20,91	1,335	43,20	1,520	61,59	1,705	77,60	1,8410	96,38
1,155	21,55	1,340	43,74	1,525	62,06	1,710	78,04	1,8415	97,35
1,160	22,19	1,345	44,28	1,530	62,53	1,715	78,48	1,8416	98,20
1,165	22,83	1,350	44,82	1,535	63,00	1,720	78,92	1,8405	98,52
1,170	23,47	1,355	45,35	1,540	63,43	1,725	79,36	1,8400	98,72
1,175	24,12	1,365	46,41	1,550	64,26	1,735	80,24		
1,180	24,76								

Таблица 3

Плотность азотной кислоты различной концентрации при 15 °С

Плотность	Процент	Плотность	Процент	Плотность	Процент
1,000	0,10	1,200	32,33	1,430	72,17
1,005	1,00	1,210	33,82	1,440	74,08
1,010	1,90	1,220	35,28	1,450	77,23
1,015	2,80	1,230	36,78	1,460	79,93
1,020	3,70	1,240	38,29	1,465	81,42
1,030	5,50	1,250	39,82	1,470	82,90
1,040	7,26	1,260	41,34	1,475	84,45
1,050	8,99	1,270	42,87	1,480	87,05
1,060	10,68	1,280	44,41	1,485	87,70
1,070	12,33	1,290	45,95	1,490	89,60
1,080	13,95	1,300	47,49	1,495	91,60
1,090	15,53	1,310	49,07	1,500	94,09
1,100	17,11	1,320	50,71	1,501	94,60
1,110	18,67	1,330	52,37	1,502	95,08
1,120	20,23	1,340	54,07	1,503	95,55
1,130	21,77	1,350	55,79	1,504	96,00
1,140	23,31	1,360	57,57	1,505	96,39
1,150	24,84	1,370	59,39	1,506	96,76
1,160	26,36	1,380	61,27	1,507	97,13
1,170	27,88	1,390	63,23	1,508	97,50
1,175	28,63	1,400	65,30	1,509	97,84
1,180	29,38	1,410	67,50	1,510	98,10
1,190	30,68	1,420	69,80	1,520	99,67

Таблица 4

Растворимость оснований и солей в воде при 18 °С

	K ⁺	Na ⁺	Li ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Str ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺
Cl ⁻	32,95	35,86	77,79	0,0313	37,24	51,09	73,19	55,81	203,9	1,49
Br ⁻	65,86	88,76	168,7	0,041	103,6	96,52	143,3	103,1	478,2	0,598
I ⁻	137,5	177,9	161,5	0,0635	201,4	69,2	2,000	148,2	419	0,08
F ⁻	92,56	4,44	0,27	195,4	0,016	0,012	0,0016	0,0087	0,005	0,07
NO ₃ ⁻	30,34	83,9	71,43	213,4	8,74	66,27	121,8	74,31	117,8	51,66
OH ⁻	142,9	116,4	12,04	0,01	3,7	1,77	0,17	0,001	0,035	0,01
SO ₄ ⁻	11,12	16,83	35,64	0,55	0,0323	1,011	0,20	35,43	53,12	0,0041
CrO ₄ ⁻	63,76	61,21	111,6	0,0025	0,0335	0,12	0,4	73,0	—	0,042
C ₂ O ₄	30,37	3,34	7,22	0,0035	0,0085	0,0046	0,0356	0,03	0,03	0,0315
CO ₃ ²⁻	108,0	19,39	1,3	0,003	0,0023	0,0011	0,0013	0,1	0,004	0,031

* Растворимость указана в граммах вещества, насыщающих 100 г воды.

Растворимость кислот, оснований и солей в воде

Ионы	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Ag^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Pb^{2+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}
OH^-		р	р	р	—	р	м	н	н	н	—	м	н	н	н
NO_3^-	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Cl^-	р	р	р	р	п	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
S^{2-}	р	р	р	р	н	—	—	—	н	н	н	н	п	н	—
SO_3^{2-}	р	р	р	р	м	м	м	м	м	—	—	м	п	—	—
SO_4^{2-}	р	р	р	р	м	п	м	р	р	д	—	м	р	р	р
CO_3^{2-}	р	р	р	р	м	п	м	м	—	—	н	н	н	—	—
SiO_3^{2-}	п	—	р	р	н	н	м	—	н	—	н	п	п	н	н
PO_4^{3-}	р	р	р	р	н	н	н	м	п	п	н	п	п	н	н
CH_3COO^-	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р

р — растворимое (больше 1 г в 100 г воды); м — малорастворимое (от 1 г и до 0,001 г в 100 г воды); н — нерастворимое (меньше 0,001 г в 100 г воды); черточка — разлагается водой или не существует.

Продолжение

Наименование элемента	Химический символ	Порядковый номер	Атомная масса по углеродной шкале
Галлий	Pu	86	(222)
Рений	Re	75	186,2
Иридий	Ir	77	192,22
Ртуть	Hg	80	200,59
Рубидий	Rb	87	85,47
Рутений	Ru	44	101,07
Самарий	Sm	62	150,35
Свинец	Pb	82	207,19
Селен	Se	34	78,96
Сера	S	16	32,064
Серебро	Ag	47	107,870
Скандий	Sc	21	44,956
Стронций	Sr	38	87,62
Сурьма	Sb	51	121,75
Таллий	Tl	81	204,37
Тантал	Ta	73	180,948
Теллур	Te	52	127,60
Тербий	Tb	65	158,924
Технеций	Tc	43	(99)
Титан	Ti	22	47,90
Торий	Th	90	232,038
Тулий	Tm	69	168,934
Углерод	C	6	12,01115
Уран	U	92	238,03
Фермий	Fm	100	(257)
Фосфор	P	15	30,9738
Франций	Fr	87	(223)
Фтор	F	9	18,9984
Хлор	Cl	17	35,453
Хром	Cr	24	51,996
Цезий	Cs	55	132,905
Церий	Ce	58	140,12
Цинк	Zn	30	65,37
Цирконий	Zr	40	91,22
Эйнштейний	Es	99	(254)
Эрбий	Er	68	167,26

