

В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин

Сборник задач по **ХИМИИ**

11
класс



В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебное пособие для **11** класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения
(базовый и повышенный уровни)

Под редакцией В. Н. Хвалюка

*Допущено Министерством образования
Республики Беларусь*

Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2023

Правообладатель «Адукацыя і выхаванне»

УДК 54(075.3=161.1)
ББК 24я721
Х30

Рецензенты: кафедра химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (заведующий кафедрой, кандидат химических наук, доцент *А. Л. Козлова-Козыревская*); учитель химии высшей квалификационной категории государственного учреждения образования «Лицей № 2 г. Минска» *Д. Ю. Ковзун*

ISBN 978-985-599-534-1

© Хвалюк В. Н., Резяпкин В. И.,
2023

© Оформление. РУП «Издательство
“Адукацыя і выхаванне”», 2023

Правообладатель «Адукацыя і выхаванне»

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый сборник задач по химии предназначен для учащихся 11 классов учреждений общего среднего образования, изучающих химию на базовом и повышенном уровнях. В нём содержатся задания на все основные типы расчётов, предусмотренные программой по химии. Задания повышенного уровня в сборнике помечены звёздочкой (*).

Прежде чем приступать к выполнению заданий, следует внимательно изучить теоретический материал соответствующих параграфов учебного пособия. При решении и оформлении задач рекомендуется использовать приведённые в начале сборника обозначения, сокращения и единицы физических величин, рекомендованные Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC). При проведении вычислений следует использовать относительные атомные массы химических элементов, округлённые до целых (за исключением хлора — для него стоит использовать 35,5). В заданиях на установление формул веществ по результатам количественного анализа (массовые доли элементов) необходимо использовать относительные атомные массы элементов с точностью, соответствующей точности анализа, заданной в условии задачи. Численные расчёты следует проводить с учётом точности исходных данных и правил вычислений с использованием приближённых величин. При проведении вычислений стоит использовать калькулятор, а промежуточные и конечные величины следует округлять до необходимой точности. В конце задачника приводятся некоторые справочные материалы и ответы на расчётные задачи.

Сборник будет также полезен для повторения курса химии при подготовке к экзаменам, централизованному тестированию по химии, а также для подготовки к химическим олимпиадам школьников.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

н. у. — нормальные условия (273,15 К или 0 °С, 101 325 Па = 101,325 кПа).

$m_a(X)$ — масса атома X. Например, $m_a(\text{Hg})$ — масса атома ртути.

$1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ — постоянная атомной массы (атомная единица массы, 1 а. е. м.).

$m(X)$ — масса образца X (навески, порции, физического тела). Например, $m(\text{Fe})$ — масса образца железа, $m(\text{H}_2\text{O})$ — масса порции воды, $m(4\text{SO}_2)$ — масса порции из 4 молекул SO_2 , $m(\text{Al})$ — масса алюминиевой детали.

$m(X + Y)$ — масса смеси веществ X и Y. Например, $m(\text{Al} + \text{Mg})$ — масса сплава алюминия с магнием, $m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O})$ — масса смеси серной кислоты и воды (раствора), $m(4\text{H} + \text{S} + 7\text{O})$ — общая масса 4 атомов водорода, 1 атома серы и 7 атомов кислорода.

$A_r(X)$ — относительная атомная масса химического элемента X. Например, $A_r(\text{Na})$ — относительная атомная масса натрия, $A_r(^{22}\text{Na} + ^{23}\text{Na})$ — относительная атомная масса смеси, состоящей из нуклидов ^{22}Na и ^{23}Na .

$N(X)$ — число частиц X (атомов, молекул, формульных единиц, электронов, протонов, нейтронов и др.). Например, $N(\text{Na})$ — число атомов натрия, $N(\text{H}_2\text{O})$ — число молекул воды, $N(\text{NaCl})$ — число формульных единиц хлорида натрия, $N(p)$ — число протонов.

$n(X)$ — химическое количество частиц X. Например, $n(\text{H}_2\text{O})$ — химическое количество молекул воды.

$n(X + Y)$ — химическое количество смеси частиц X и Y. Например, $n(\text{H}_2 + \text{O}_2)$ — химическое количество молекул водорода и кислорода, $n(\text{Na}^+ + \text{NO}_3^-)$ — химическое количество ионов натрия и нитрат-ионов.

$M_r(X)$ — относительная молекулярная (вещество X имеет молекулярное строение) или относительная формульная (вещество X имеет немолекулярное строение) масса.

Например, $M_r(\text{CO}_2)$ — относительная молекулярная масса углекислого газа, $M_r(\text{NaCl})$ — относительная формульная масса хлорида натрия, $M_r(\text{Mg})$ — относительная формульная масса магния.

$M_r(X + Y)$ — относительная молекулярная (вещества имеют молекулярное строение) или относительная формульная (вещества имеют немолекулярное строение) масса смеси веществ X и Y . Например, $M_r(\text{O}_2 + \text{O}_3)$ — относительная молекулярная масса смеси кислорода и озона.

$M(X)$ — молярная масса вещества X . Например, $M(\text{CuSO}_4)$ — молярная масса сульфата меди(II).

$M(X + Y)$ — молярная масса смеси веществ X и Y . Например, $M(\text{CO} + \text{NO})$ — молярная масса газовой смеси CO и NO .

$\omega(X)$ — массовая доля X (химического элемента, простого или сложного вещества) в смеси, в составе сложного вещества, в растворе и т. д. Например, $\omega(\text{Fe})$ — массовая доля химического элемента железа; $\omega(\text{O}_2)$ — массовая доля O_2 в воздухе.

$\varphi(X)$ — объёмная доля X . Например, $\varphi(\text{O}_2)$ — объёмная доля кислорода в газовой смеси, $\varphi(\text{CH}_3\text{OH})$ — объёмная доля метанола в водном растворе.

$x(X)$ — мольная доля вещества X . Например, $x(\text{H}_2)$ — мольная доля водорода в смеси.

$V(X)$ — объём газа X . Например, $V(\text{O}_2)$ — объём кислорода.

$V(X + Y)$ — объём смеси веществ X и Y . Например, $V(\text{N}_2 + \text{O}_2)$ — объём газообразной смеси азота с кислородом, $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O})$ — объём смеси хлороводорода и воды (объём раствора).

$c(X)$ — молярная концентрация вещества X . Например, $c(\text{HCl})$ — молярная концентрация хлороводорода в растворе, $c(\text{O}_2)$ — молярная концентрация кислорода в воздухе.

$s(X)$ — растворимость (коэффициент растворимости) вещества X . Например, $s(\text{NaCl})$ — растворимость (коэффициент растворимости) хлорида натрия.

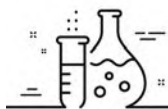
$\alpha(X)$ — степень диссоциации вещества X . Например, $\alpha(H_2S)$ — степень диссоциации H_2S в растворе.

$\eta(X)$ — выход продукта X . Например, $\eta(H_2SO_4)$ — выход серной кислоты.

Q — количество выделившейся (со знаком $+$ или без знака) или поглощённой (со знаком $-$) теплоты. Например, $Q = 345$ кДж — количество выделившейся теплоты, $Q = -54$ кДж — количество поглощённой теплоты.

Международная система величин и единиц их измерения

Физическая величина	Обозначение величины	Единица измерения	
		Наимено- вание	Русское обозна- чение
Масса	m	килограмм	кг
Длина	l	метр	м
Время	t	секунда	с
Сила электри- ческого тока	I	ампер	А
Температура (термодина- мическая)	T	кельвин	К
Количество вещества	n	моль	моль
Сила света	I_v	кандела	кд



ГЛАВА 1.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

§ 1. Химия. Вещество, химический элемент, атом

1. В каком случае видимые изменения обусловлены протеканием химических реакций:

- а) свёртывание молока при добавлении уксуса;
- б) потемнение серебряных украшений при их длительном использовании;
- в) поседение волос;
- г) образование кристаллов алмаза из раствора углерода в расплавленном металле при охлаждении;
- д) образование корки при выпечке хлеба;
- е) исчезновение намагниченности железа при нагревании в вакууме;
- ж) появление искр при сильном ударе некоторых камней друг о друга?

2. Приведите примеры пяти явлений, которые вы наблюдаете в быту, природе, окружающей действительности. В каких из них происходит превращение веществ? Дайте краткие пояснения.

3. При получении электрической энергии на атомных станциях протекают процессы, в результате которых ядерное топливо, содержащее атомы урана, превращается в другие вещества, не содержащие уран. Относится ли данное превращение к предмету изучения химии? Поясните почему.

4. Материя является объективной реальностью, данной нам в ощущениях. Кроме материи, то есть материальных объектов и явлений, существуют нематериальные. Приведите примеры нематериальных явлений и объектов и поясните, почему они являются нематериальными.

5. Перед введением углеродной атомной единицы массы в химии использовалась кислородная единица, равная $\frac{1}{16}$ массы атома кислорода-16. Как вы думаете, почему при переходе к углеродной единице за 1 а. е. м. была взята не $\frac{1}{16}$ массы атома углерода-12, а $\frac{1}{12}$ её часть?

6. В химических реакциях атомы не исчезают и не появляются ниоткуда. Хотя принципиально атомы одного химического элемента можно превратить в атомы другого. Что для этого следует сделать? Как называются процессы, в которых происходят такие превращения?

7. Расположите следующие объекты в порядке усложнения их организации:

- | | |
|---------------|--------------|
| а) кристаллы; | в) молекулы; |
| б) атомы; | г) протоны. |

8. С помощью какой характеристики атома можно однозначно отнести его к определённом химическому элементу:

- а) число электронов на внешнем электронном слое;
- б) число протонов в ядре;
- в) масса атома;
- г) размер атома;
- д) число нейтронов в ядре;
- е) относительная атомная масса?

9. Остаётся ли атом тем же химическим элементом при:

- а) удалении из ядра одного протона;
- б) добавлении в ядро одного протона;
- в) удалении из ядра одного нейтрона;
- г) добавлении в ядро одного нейтрона;
- д) удалении из внешней электронной оболочки одного электрона;

е) добавлении во внешнюю электронную оболочку одного электрона?

10. Что из перечисленного является веществом в физическом, а что в химическом смысле:

- | | |
|-------------|-------------------|
| а) протон; | г) молекула воды; |
| б) нейтрон; | д) капля воды; |
| в) атом; | е) кристалл NaCl? |

11. Могут ли атомы разных химических элементов иметь одинаковые:

- | | |
|------------|-----------------------|
| а) размер; | в) энергию ионизации; |
| б) массу; | г) заряд ядра? |

Поясните свой ответ и приведите необходимые примеры.

12. С помощью электрического поля можно последовательно оторвать от атомов хлора электроны, превратив их в катионы Cl^+ , Cl^{2+} , Cl^{3+} и т. д. Является ли совокупность таких частиц химическим элементом хлором?

13. Кратко поясните, могут ли физические или химические свойства, а также одновременно физические и химические свойства двух веществ совпадать полностью. Приведите соответствующие примеры.

14. Для каждой пары веществ укажите, одинаковыми или разными физическими и химическими свойствами они обладают:

- | | |
|--|--|
| а) H_2 и D_2 ; | в) H_2^{18}O и H_2^{16}O ; |
| б) H_2O и D_2O ; | г) $^{31}\text{P}_4$ и $^{30}\text{P}_4$. |

15. Внимательно прочитайте определение химической формулы, приведённое в параграфе. Поясните, почему условные записи $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, согласно этому определению, не являются химическими формулами и не выражают состав этих веществ.

16. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



17. Какими были бы относительные атомные массы гелия, бора, азота и натрия, если бы атомная единица массы была равна $\frac{1}{16}$ массы атома кислорода-16?

18. Электрон — это частица с отрицательным зарядом, равным $-1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл. Какой суммарный заряд имеют ионы алюминия химическим количеством 0,45 моль?

19. Какую относительную атомную массу имел бы кислород, если бы в природной смеси на каждые 4 атома кислорода-16 приходилось 3 атома кислорода-17 и 1 атом кислорода-18?

20. Вычислите массу:

- а) 10 атомов азота-15; в) 58 атомов фосфора-31;
б) 24 атомов калия-40; г) 240 атомов углерода-13.

21. Масса какого числа молекул азота равна массе 400 атомов кремния?

22. Какое число атомов кислорода содержится в его порции, имеющей такую же массу, как и 250 молекул серной кислоты?

23. Какую массу имела бы атомная единица массы, если бы 1 моль любого вещества содержал $1,0 \cdot 10^{22}$ частиц?

24. Чему равна объёмная доля кислорода в его смеси, состоящей из 120 г азота и 680 г кислорода?

25. В газовой смеси объёмная доля хлора в 4 раза больше объёмной доли кислорода. Чему равна массовая доля кислорода в этой смеси?

26. При действии паров воды на чугунные стружки при высокой температуре образуется водород и оксид железа(II, III). Рассчитайте массу чугунных стружек, массовая доля железа в которых составляет 96,0 %, необходимую для получения водорода объёмом (н. у.) $10,0 \text{ м}^3$.

27. *Какой должна быть массовая и объёмная доли метана в его газообразной смеси с водородом, чтобы такая смесь была в 10 раз легче воздуха?

28. *Рассчитайте соотношение чисел атомов водорода, кислорода и углерода в водном растворе с массовой долей метанола 53,0 %.

29. *В смеси, состоящей из оксида цинка и сульфата цинка, число атомов кислорода в 3 раза больше числа атомов цинка. Рассчитайте массовую долю оксида цинка в этой смеси.

30. *В состав соли входят кислород, водород, азот и алюминий. Массовая доля кислорода в составе соли равна 65,04 %. Отношение числа атомов водорода к числу атомов кислорода в веществе равно 2 : 5, а число атомов алюминия равно числу атомов азота. Установите формулу соли, если её молярная масса равна 123,0 г/моль.

31. *Массовая доля кислорода в водном растворе сульфата алюминия равна 86,8 %. Рассчитайте массовую долю соли в этом растворе.

32. *Газовую смесь азота и аммиака объёмом (н. у.) 24,42 дм³ смешали с газообразным бромоводородом объёмом (н. у.) 12,66 дм³. Объёмная доля азота в полученной газовой смеси увеличилась по сравнению с исходной на 13,8 %. Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси газов.

§ 2. Простые и сложные вещества. Вещества молекулярного и немолекулярного строения

33. Какие из указанных физических свойств характерны для веществ с молекулярным строением, а какие — с немолекулярным:

- а) высокая летучесть;
- б) низкая температура плавления;
- в) сильный запах при комнатных условиях;
- г) высокая электропроводность;
- д) высокая температура кипения;
- е) высокая твёрдость?

34. Укажите верные утверждения:

- а) в реакции разложения исходные вещества могут быть простыми и сложными;
- б) озон и азот — аллотропные формы кислорода;
- в) графит, алмаз и фуллерен состоят из атомов одного химического элемента;
- г) физические свойства белого и красного фосфора одинаковы;
- д) кислород и озон имеют разные химические свойства;
- е) зная заряд ядра атома химического элемента, можно предсказать химические свойства его простого вещества;
- ж) у простых веществ, состоящих из атомов одинаковых химических элементов, следует ожидать одинаковых химических свойств;
- з) азот нельзя получить в результате реакции соединения.

35. Запишите формулы всех перечисленных веществ: вода, водород, медь, гидроксид кальция, азотная кислота, хлорид аммония, сульфат железа(III), белый фосфор, калий, оксид натрия, хлорид серебра, хлорид серы(IV), озон, метан, этилен, питьевая сода, сера. Подчеркните формулы веществ, которые имеют молекулярное строение.

36. Запишите формулы веществ, которые имеют немолькулярное строение: NH_4NO_3 , SO_2 , HI , RbNO_3 , $\text{Sr}(\text{OH})_2$, H_2SeO_4 , He , ScCl_3 .

37. Какие из перечисленных веществ будут находиться в твёрдом агрегатном состоянии при н. у.: CsCl , CdO , H_2O_2 , C_2H_6 , O_3 , N_2 , Na_2Se ? Поясните почему.

38. Могут ли простые вещества иметь немолькулярное строение? Поясните свой ответ и, если необходимо, приведите соответствующие примеры.

39. Как (качественно) зависит температура плавления и температура кипения вещества с молекулярным строением от величины силы межмолекулярного взаимодействия? Приведите соответствующий пример.

40. Какие из перечисленных веществ при н. у. состоят из молекул: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , CaCl_2 , P_4 , SF_6 , NH_4NO_3 , KClO , HClO_4 ?

41. Выпишите из приведённого списка по отдельности формулы молекул и формульных единиц: CH_3COOH , NH_4Cl , HNO_3 , CO , IF_3 , NaFeO_2 , $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, P_2S_5 , H_2O_2 , KClO_4 , N_2O .

42. Какое строение — молекулярное или немолькулярное — имеют вещества, свойства которых приведены ниже:

- а) температура кипения равна $-34\text{ }^\circ\text{C}$;
- б) плотность при н. у. равна $0,45\text{ г/дм}^3$;
- в) плотность при н. у. равна 22 г/см^3 ;
- г) температура плавления составляет $870\text{ }^\circ\text{C}$?

43. Может ли вещество, обладающее немолькулярным строением при комнатных условиях, иметь молекулярное строение при других условиях? Поясните свой ответ и приведите соответствующие примеры.

44. Рассчитайте химическое количество атомов каждого химического элемента в порции нитрата бария массой 48 г.

45. Рассчитайте молярную массу образца хлора, содержащего одинаковое число атомов хлора-35 и хлора-37.

46. Чему равна масса порции карбоната натрия, в которой содержится натрий химическим количеством 0,68 моль?

47. Какое число атомов кислорода содержится в 2,80 дм³ азотной кислоты, имеющей плотность 1,64 г/см³?

48. Содержащийся в чугунах углерод частично реагирует с железом с образованием бинарного соединения — цементита. Его формульная единица содержит 1 атом углерода, а массовая доля железа в нём составляет 93,31 %. Установите формулу цементита.

49. Массовые доли азота, водорода, серы и кислорода в составе соли соответственно равны 12,17; 4,38; 27,86; 55,59 %. Установите формулу соли.

50. Согласно данным химического анализа, массовые доли углерода, водорода и кислорода в органическом веществе соответственно равны 37,49; 12,58; 49,93 %. Относительная плотность его паров по азоту равна 1,143. Установите молекулярную формулу этого вещества и приведите его структурную формулу.

51. Пластика, изготовленная из металлического золота, имеет форму прямоугольника. Её длина, ширина и высота соответственно равны 12,4, 24,0 и 5,80 мм, а масса — 33,35 г. Рассчитайте массу атома золота. Приняв, что весь объём металла полностью занят атомами золота, рассчитайте, какой радиус должен иметь атом золота.

52. Масса одной молекулы ромбической серы составляет $4,25 \cdot 10^{-22}$ г. Установите химическую формулу ромбической серы. Какое строение — молекулярное или немолекулярное — имеет ромбическая сера в твёрдом состоянии?

53. Цинковый кубик с длиной ребра 4,64 мм растворили в избытке соляной кислоты. Выделившийся при этом газ занял объём (н. у.) 246 см³. По результатам этого опыта рассчитайте плотность цинка.

54. Отношение массы хрома к массе кислорода в составе оксида хрома равно 2,167. Установите формулу этого оксида.

55. *Массовая доля водорода в составе летучего водородного соединения равна 12,5 %. Установите формулу этого соединения.

56. *Молярная масса летучего водородного соединения равна 81 г/моль. Установите химическую формулу соединения.

57. *В смеси сульфита и сульфата щёлочноземельного металла массовая доля серы равна 0,2500, а кислорода — 0,4375. Установите металл.

58. *При длительном пропускании паров серы над нагретым углеродом массой 1,90 г было получено новое соединение, масса которого составила 6,02 г. Приняв, что в реакцию вступила только половина углерода, установите эмпирическую формулу полученного соединения. Чему равна массовая доля серы в нём?

59. *При сгорании навески бинарного соединения бора с водородом массой 831 мг образовалась вода массой 1,603 г и оксид бора(III) массой 2,078 г. При н. у. это вещество является газом и его исходная навеска занимает объём 664,8 см³. Установите молекулярную формулу бинарного соединения бора.

60. *Размеры и массы атомов очень малы. Например, радиус атома гелия равен 49 пикометров (1 пм = 10⁻¹² м). Если песчинку, представляющую собой шар диаметром 0,10 мм, мысленно увеличить до размеров земного шара (средний радиус Земли — 6365 км), то каким станет радиус атома гелия при таком же увеличении его размеров?

61. *Приняв, что песчинка имеет диаметр 0,10 мм и состоит из чистого SiO₂, плотность которого равна 2,65 г/см³, вычислите, чему равна масса песчинок химическим количеством 1 моль. Рассчитайте химическое количество SiO₂ в порции, имеющей массу, равную массе Земли (примите радиус Земли равным 6365 км, а её плотность — 5,52 кг/дм³).

§ 3. Основные классы неорганических соединений

Пример 1. Смесь, содержащую одинаковые массы металла группы IIA и его сульфида, обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ с молярной массой, равной 13,435 г/моль. Установите металл.

Дано:

$$m(\text{Me}) = m(\text{MeS})$$

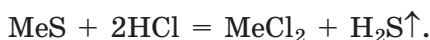
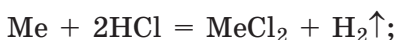
$$M(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}) = 13,435 \text{ г/моль}$$

Me — ?

Решение

Для определения металла следует узнать его молярную массу и с помощью периодической системы установить металл. Поскольку металл из группы IIA, то формула его сульфида — MeS.

Протекали реакции:



Выделившийся газ — смесь ($\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}$).

По условию массы компонентов равны, поэтому мы можем взять любые удобные величины их масс. Пусть массы металла и его сульфида в исходной смеси равны по 100 г, а молярную массу неизвестного металла обозначим через x .

$$m(\text{Me}) = 100 \text{ г.}$$

$$m(\text{MeS}) = 100 \text{ г.}$$

$$M(\text{Me}) = x \text{ г/моль.}$$

Тогда молярная масса сульфида металла будет равна $(x + 32)$.

$$M(\text{MeS}) = M(\text{Me}) + M(\text{S}) = (x + 32) \text{ г/моль.}$$

В исходной смеси было $\frac{m(\text{Me})}{M(\text{Me})} = \frac{100}{x}$ моль металла Me

и $\frac{m(\text{MeS})}{M(\text{MeS})} = \frac{100}{x + 32}$ моль сульфида металла MeS.

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{H}_2\text{S}) = 34 \text{ г/моль.}$$

Из уравнений реакций следует, что выделилось: $n(\text{H}_2) =$
 $= n(\text{Me}) = \frac{100}{x}$ моль, или $m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = \frac{100}{x} \cdot 2$ г H_2
и $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{MeS}) = \frac{100}{x + 32}$ моль, или $m(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \times$
 $\times M(\text{H}_2\text{S}) = \frac{100}{x + 32} \cdot 34$ г H_2S .

Масса смеси газов равна:

$$m(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}) = m(\text{H}_2) + m(\text{H}_2\text{S}) = \left(\frac{100}{x} \cdot 2 + \frac{100}{x + 32} \cdot 34 \right) \text{ г.}$$

Всего выделилось: $\left(\frac{100}{x} + \frac{100}{x + 32} \right)$ моль газовой смеси
 $(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S})$ с молярной массой 13,435 г/моль, поэтому масса газовой смеси равна:

$$m(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}) =$$

$$= \left(\frac{100}{x} + \frac{100}{x + 32} \right) \cdot 13,435.$$

Поскольку это одна и та же смесь, то можем составить уравнение:

$$\frac{100}{x} \cdot 2 + \frac{100}{x + 32} \cdot 34 = \left(\frac{100}{x} + \frac{100}{x + 32} \right) \cdot 13,435.$$

Решая его, получим $x = 40,08$.

$M(\text{Me}) = 40,08$ г/моль. Следовательно, металл — кальций.

О т в е т: Са.

62. Дайте систематические названия следующим веществам: FeO , Al_2O_3 , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CuSO_4 , K_3PO_4 , FeOHSO_4 , NaHCO_3 , H_2SO_4 , H_2CO_3 .

63. Какие из предложенных веществ относятся к бинарным соединениям: KH , Cl_2 , Na_2O , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, CuO , CaCl_2 , FeCl_3 , CH_4 , $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, C_2H_6 , Al_2O_3 , CaH_2 , H_2 ?

64. Выпишите в четыре столбца кислотные, основные, амфотерные и несолеобразующие оксиды: NO , SO_3 , CaO , CO , N_2O , K_2O , CO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , Cl_2O_7 , BeO , Mn_2O_7 , SO_2 , PbO_2 , MgO .

65. Какие из указанных веществ не являются оксидами: H_2O_2 , H_2O , Na_2O , Na_2O_2 , KO_2 , K_2O , BaO_2 , BaO ?

66. Запишите химические формулы кислот, которые соответствуют оксидам: N_2O_5 , N_2O_3 , P_2O_5 , CO_2 , SO_3 , SO_2 , Cl_2O_7 , CrO_3 .

67. Запишите химические формулы оксидов, которые соответствуют кислотам: HNO_2 , H_2SiO_3 , H_2SeO_4 , HBrO_3 , HPO_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

68. Для серы известны кислородсодержащие кислоты: H_2SO_4 , H_2SO_3 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$ и некоторые другие. Для каких из перечисленных кислот оксид серы(VI) является кислотным оксидом?

69. Запишите химические формулы оснований, которые соответствуют оксидам: BaO , Li_2O , K_2O , Al_2O_3 , BeO , MgO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 .

70. Нарисуйте в тетради таблицу и заполните её.

Элемент	Галогенид	Оксид	Халькогенид	Нитрид	Карбид	Гидрид
K	KF	K_2O	K_2S	K_3N	K_2C_2	KH
Na						
Ca						
Al						

71. Укажите верные утверждения:

а) оксиды металлов, проявляющих в соединениях степень окисления +1 или +2, являются основными оксидами;

б) кислотные оксиды в одних случаях являются оксидами неметаллов, в других — металлов;

в) металлы с переменной валентностью могут образовывать основные, амфотерные и кислотные оксиды;

г) кислоты бывают одноосновные, двухосновные, трёхосновные, кислородсодержащими и бескислородными;

д) ионы водорода образуются только при диссоциации кислот;

е) гидроксид-ионы образуются только при диссоциации оснований.

72. Какие из указанных кислот могут образовывать кислые соли: H_2SO_3 , HCl , H_2SO_4 , CH_3COOH , HNO_3 , H_3PO_4 , H_2CO_3 ? Приведите по одному примеру средней и кислой соли этих кислот.

73. Какие из указанных оксидов, реагируя со щелочами, могут образовать кислые соли: CO , SO_3 , P_2O_5 , NO , CO_2 , CuO , ZnO ? Для выбранных оксидов составьте по одному уравнению химической реакции, в которой образуется кислая соль.

74. Укажите основания, образующие основные соли: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, NaOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Для выбранных оснований составьте по одному уравнению химической реакции, в которой образуется основная соль. Назовите эти соли.

75. С какими из указанных веществ реагирует оксид натрия: H_2S , H_2O , O_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, MgO , N_2O , N_2 , ZnO , KOH , HCl , KCl ? Составьте уравнения протекающих химических реакций и назовите образующиеся вещества.

76. С какими из указанных веществ реагирует оксид серы(VI): H_2O , BaO , O_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Mg , HCl , Na_2SO_4 ? Составьте уравнения протекающих химических реакций и назовите образующиеся вещества.

77. Выберите пары веществ, между которыми возможны химические реакции:

- | | |
|---|---|
| а) CaO и H_2O ; | н) CuO и HCl ; |
| б) CuSO_4 и Fe ; | о) Na_2S и H_2S ; |
| в) CO и H_2O ; | п) NaHS и KOH ; |
| г) Cu и FeSO_4 ; | р) BaHPO_4 и H_3PO_4 ; |
| д) KI и Br_2 ; | с) FeOHCl_2 и NaOH ; |
| е) FeCl_2 и Cl_2 ; | т) NaHSO_4 и H_2SO_4 ; |
| ж) ZnO и NaOH ; | у) Li_2SO_4 и H_2SO_4 ; |
| з) Fe_2O_3 и O_2 ; | ф) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ и H_2SO_4 ; |
| и) AgNO_3 и HF ; | х) MgOHCl и HCl ; |
| к) SiO_2 и H_2O ; | ц) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и HCl ; |
| л) FeCl_3 и Cl_2 ; | ч) AlCl_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$; |
| м) P_2O_5 и KOH ; | ш) BaSO_4 и CaSO_4 . |

Составьте уравнения возможных химических реакций.

78. Составьте молекулярные уравнения химических реакций, соответствующие указанным схемам:

- а) металл + неметалл \rightarrow соль;
- б) металл + кислота \rightarrow соль + водород;
- в) неметалл + неметалл \rightarrow кислота;
- г) металл + вода \rightarrow основание + водород;
- д) неметалл + кислород \rightarrow кислотный оксид;
- е) металл + кислород \rightarrow основной оксид;
- ж) основной оксид + кислотный оксид \rightarrow соль;
- з) основной оксид + кислота \rightarrow соль + вода;
- и) кислотный оксид + основание \rightarrow кислая соль;
- к) кислота¹ + соль¹ \rightarrow кислота² + соль²;
- л) металл¹ + соль¹ \rightarrow металл² + соль².

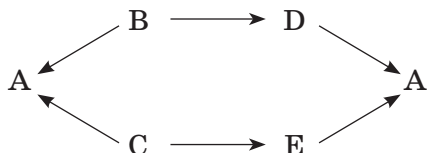
79. Приведите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения (там, где необходимо, замените X и Y на формулы подходящих веществ):

- а) $\text{NaH} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2$;
- б) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}_2$;
- в) $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{CaCl}_2$;
- г) $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2$;
- д) $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;
- е) $\text{X} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{CuCl}_2$;
- ж) $\text{ZnO} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Zn}$.

80. Вставьте вместо знаков вопроса формулы веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах:

- а) $? + ? = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $? + \text{NaOH} = \text{Fe(OH)}_2 + ?$;
- в) $\text{HCl} + ? = ? + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $? + ? = ? + \text{HNO}_3$;
- д) $\text{Zn} + ? = \text{H}_2 + ?$;
- е) $\text{Fe} + \text{AgNO}_3 = ? + ?$;
- ж) $\text{SO}_2 + ? = \text{K}_2\text{SO}_3 + ?$;
- з) $? + ? = \text{HCl} + ?$.

81. Вставьте в схему вместо букв формулы веществ, для которых обозначенные стрелками превращения могут быть осуществлены в одну стадию.



Приведите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их протекания.

82. Укажите число формульных единиц, которое содержится в образце моногидрата гидроксида натрия массой 120 мкг.

83. Рассчитайте массовую долю серы в смеси, состоящей из декагидрата сульфата натрия массой 460 мг и пентагидрата сульфата меди(II) массой 2,46 г.

84. Массовая доля кислорода в смеси оксида цинка и сульфата цинка составляет 28,35 %. Рассчитайте массовую долю оксида цинка в смеси.

85. В воде массой 250 г осторожно растворили натрий массой 6,88 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе.

86. Рассчитайте суммарное химическое количество ионов, образующихся при растворении бария массой 5,76 г в избытке воды.

87. Амигдалин ($C_{20}H_{27}NO_{11}$) содержится в косточках горького миндаля, персика, абрикоса, вишни, яблони и некоторых других растений. При разложении в организме одной молекулы амигдалина образуется одна молекула цианистого водорода HCN, который является сильнейшим ядом. Приём внутрь примерно 50–60 г ядрышек растений, содержащих амигдалин, может привести к тяжёлому и даже смертельному отравлению человека. Содержание амигдалина в горьком миндале может достигать до 3,5 % по массе. Цианистый водород какой максимальной массы может образоваться в результате разложения амигдалина, содержащегося в горьком миндале массой 60 г?

88. *Медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ какой массы следует растворить в $50,8 \text{ см}^3$ воды, чтобы получить раствор с массовой долей сульфата меди 5,46 % ?

89. *В состав химического вещества входят азот, водород, кислород и углерод. Массовая доля кислорода в составе вещества равна 0,6071. Отношение числа атомов водорода к числу атомов кислорода в веществе равно 5 : 3. В веществе содержатся равные числа атомов углерода и азота. Установите вещество, если его молярная масса меньше 85 г/моль.

90. *При сжигании метана в недостатке кислорода образовалась газовая смесь, имеющая плотность при н. у. $1,760 \text{ г/дм}^3$. Составьте уравнение реакции, протекающей при сжигании метана.

91. *Карбонат щелочного металла массой 6,36 г обрабатывали избытком раствора серной кислоты. Выделившийся газ пропустили через раствор массой 20,0 г с массовой долей гидроксида натрия 16,0 %. В результате реакции образовались кислая и средняя соли. Химическое количество кислой соли в растворе в 2 раза больше химического количества средней соли. Установите металл.

92. *Желудочный сок вырабатывается клетками слизистой оболочки желудка и имеет сложный химический состав. Его основное назначение — переваривание пищи. В состав желудочного сока входит соляная кислота. Она поддерживает определённый уровень кислотности в желудке и способствует денатурации белков, что облегчает их последующее расщепление, активизирует пищеварительные ферменты, обеспечивает антибактериальное действие желудочного сока. В 1 дм^3 желудочного сока в среднем содержится 0,160 моль HCl . В течение суток в желудке взрослого человека вырабатывается около 2 литров желудочного сока. Рассчитайте массовую долю хлороводорода в желудочном соке, приняв плотность желудочного сока равной $1,005 \text{ г/см}^3$. Какая масса соляной кислоты вырабатывается в желудке взрослого человека в течение одного года? Для растворения железа какой массы достаточно такого количества кислоты?

§ 3.1–3.5. *Оксиды. Кислоты. Основания.
Соли. Взаимосвязь между классами
неорганических соединений

93. *В четыре столбца выпишите средние, кислые, основные и комплексные соли: $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, Na_2SO_4 , BaHPO_4 , NaNO_3 , FeOHSO_4 , CuSO_4 , FeCl_3 , $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$, $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$, CuOHNO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$, NaHCO_3 . Назовите их.

94. *Укажите формулы солей, составленные неверно: NaHSO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{SO}_4$, FeOHSO_4 , $(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$, Li_2HPO_4 , CuOHSO_4 , Na_2HS , CuOHCl , BaHSO_3 , $(\text{CuOH})_2\text{NO}_3$, KHCO_3 ? Исправьте ошибки и запишите в тетради верные формулы.

95. *Число молекул воды в систематическом названии кристаллогидратов обозначают с помощью латинских названий числительных: 1 — моно, 2 — ди, 3 — три, 4 — тетра, 5 — пента, 6 — гекса, 7 — гепта, 8 — окта, 9 — нано, 10 — дека. Например, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ называется дигидрат хлорида меди(II), $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — гексагидрат хлорида никеля(II). Назовите по систематической номенклатуре следующие кристаллогидраты: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

96. *Укажите, в каких случаях образуется кислая соль, средняя соль или смесь кислой и средней солей:

- а) 2 моль KOH и 1 моль H_2SO_4 ;
- б) 1 моль LiOH и 0,5 моль H_3PO_4 ;
- в) 2 моль RbOH и 1,5 моль HF ;
- г) 0,1 моль KOH и 0,2 моль H_2SO_3 ;
- д) 1 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и 1 моль H_2S ;
- е) 2 моль NaOH и 3 моль H_2S ;
- ж) 3 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 2 моль H_3PO_4 ;
- з) 3 моль NaOH и 2 моль H_2SO_3 ;
- и) 2 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и 3 моль H_2S ;
- к) 0,3 моль KOH и 0,1 моль H_2S ;
- л) 1,5 моль LiOH и 1 моль H_3PO_4 ;
- м) 1 моль RbOH и 2 моль HNO_3 .

97. *Какие продукты образуются при взаимодействии:

- а) 0,4 моль NaHSO_4 и 0,2 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$;

- б) 0,2 моль NaHSO_4 и 0,2 моль Ba(OH)_2 ;
- в) 0,6 моль NaHSO_4 и 0,2 моль Ba(OH)_2 ;
- г) 0,3 моль NaHSO_4 и 0,2 моль Ba(OH)_2 ;
- д) 0,8 моль NaHSO_4 и 0,2 моль Ba(OH)_2 ?

Составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций.

98. *Приведите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения (там, где необходимо, замените X и Y на формулы подходящих веществ):

- а) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$;
- б) $\text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$;
- в) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuOHCl} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2$;
- г) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{(FeOH)}_2\text{SO}_4$;
- д) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Ca(HSO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$;
- е) $\text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Na[Al(OH)}_4] \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3$.

§ 4. Количественные характеристики вещества

99. Укажите верные утверждения:

- а) относительная плотность по аргону газовой смеси, содержащей углекислый и угарный газы, не может превышать 1,10;
- б) плотность жидкого при н. у. вещества может быть равна 1,24 г/дм³;
- в) относительная молекулярная и молярная массы вещества имеют одинаковое численное значение;
- г) молярный объём азотной кислоты при н. у. равен 22,4 дм³/моль;
- д) масса одной молекулы вещества равна его молярной массе;
- е) в состав жидких и газообразных веществ химическим количеством 1 моль входит разное число структурных элементов;

ж) при увеличении объема газа в 2 раза, его молярный объем тоже увеличивается в 2 раза;

з) порции азота и гелия по 0,25 моль содержат разное число атомов;

и) при н. у. молярный объем всех жидких веществ одинаков.

100. Какое число формульных единиц фторида натрия содержится в его навеске массой 256 мкг?

101. Рассчитайте массу:

а) 1 молекулы глюкозы;

б) 3 молекул озона;

в) 50 молекул серной кислоты;

г) 15 молекул аммиака.

102. Рассчитайте суммарное число атомов в порции, содержащей:

а) 68,8 г тригидрата нитрата меди(II);

б) 240 мг медного купороса;

в) 12,6 кмоль декагидрата сульфата натрия;

г) $1,24 \cdot 10^3$ т малахита;

д) 450 кг гептагидрата сульфата железа(II).

103. Какое химическое количество оксида кальция содержится в его порции массой 224 кг?

104. Чему равна длина ребра кубика льда, содержащего воду химическим количеством 10 моль? Плотность льда равна $0,92 \text{ г/см}^3$.

105. Какое число формульных единиц ортофосфата кальция имеет такую же массу, как и $30 \cdot 10^4$ атомов фосфора?

106. Какое общее число всех атомов содержится в кубике льда с длиной ребра 2,56 см? Плотность льда равна $0,92 \text{ г/см}^3$.

107. Какое химическое количество каждого из указанных веществ содержится в его порции массой 100 г: пентагидрат сульфата меди(II), хлороводород, магний, уксусная кислота?

108. Химическое количество ионов SO_4^{2-} в некоторой порции сульфата железа(III) равно 0,48 моль. Чему равна масса такой порции соли?

109. В сплаве содержатся медь и серебро химическим количеством 2,44 и 5,12 моль соответственно. Рассчитайте массовую долю серебра в сплаве.

110. Масса $1,0 \cdot 10^{21}$ молекул органического вещества равна 0,432 г. Чему равна молярная масса этого вещества?

111. Какое число атомов содержится при н. у. в порции воды объёмом 22,4 дм³?

112. Какой объём при н. у. занимает хлороводород массой 32,8 кг?

113. Вычислите массовую долю:

- а) фосфора и калия в ортофосфате калия;
- б) азота в нитрате аммония;
- в) кремния в силикате кальция;
- г) кислорода в гидроксиде магния;
- д) кислорода в нитрате железа(III);
- е) углерода в глюкозе.

114. Серу массой 25,0 г смешали с железом массой 25,0 г и нагрели. Рассчитайте массу продукта реакции.

115. Газовая смесь, состоящая из гелия и водорода, занимает при н. у. объём 2,24 дм³ и имеет массу 0,24 г. Рассчитайте массовую долю водорода в смеси.

116. Выведите математическое выражение, связывающее величину атомной единицы массы 1u с постоянной Авогадро N_A .

117. Смесь цинка и оксида цинка массой 15,0 г растворили в разбавленной серной кислоте. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) 2,60 дм³. Рассчитайте объём соляной кислоты с массовой долей HCl 6,42 % и плотностью 1024 г/дм³, которая потребуется для растворения такой же смеси массой 3,44 кг.

118. Чему равна массовая доля железа в веществе, полученном при нагревании железа с серой, если по данным анализа на каждые 100 атомов железа приходится 109 атомов серы? Приведите химическую формулу этого вещества.

119. Какое число атомов серы содержится в молекуле соединения с относительной молекулярной массой 346, если массовая доля серы в нём составляет 37,0 %?

120. В состав молекулы органического вещества входит 4 атома кислорода, а его массовая доля в этом веществе составляет 10,0 %. Какую массу имеет порция этого вещества химическим количеством 5,64 ммоль?

121. Массовая доля кислорода в оксиде химического элемента, в котором его валентность равна четырём, составляет 72,71 %. Установите формулу этого оксида и приведите его тривиальное и систематическое название.

122. По данным количественного химического анализа массовая доля химических элементов в исследованных веществах равна:

- а) калия 26,58 %, хрома 35,35 %, кислорода 38,07 %;
- б) кальция 28,03 %, хлора 49,59 %, кислорода 22,38 %;
- в) меди 25,45 %, серы 12,84 %, кислорода 57,67 %, водорода 4,04 %;
- г) азота 21,21 %, водорода 6,87 %, фосфора 23,46 %, кислорода 48,46 %.

Установите эмпирические формулы указанных веществ.

123. Для получения сульфида алюминия смешали 20 г алюминия и 20 г серы и подожгли. Какие вещества и в каких химических количествах будут присутствовать в смеси после окончания реакции?

124. Калиевая соль содержит атомы серы и кислорода. Массовая доля калия в этой соли составляет 49,41 %, а массовая доля кислорода в 1,497 раза больше массовой доли в ней серы. Установите эмпирическую формулу этой соли калия.

125. В воде массой 320 г растворили 10,0 г мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Рассчитайте массовую долю азота в полученном растворе. Приготовленный раствор какой массы необходимо взять для того, чтобы внести в почву 500 мг азота?

126. *Массовая доля углерода в составе карбоната равна 0,1250. Установите химическую формулу соли.

127. *В смеси сульфата и сульфита щелочного металла массовые доли серы и кислорода соответственно равны 0,2388 и 0,4179. Установите металл.

128. *Смесь оксида кальция и нитрата кальция содержит $6,02 \cdot 10^{22}$ атомов кальция и $1,204 \cdot 10^{23}$ атомов кислорода. Рассчитайте массовую долю нитрата кальция в смеси.

129. *В состав образца соли входят кислород, водород, углерод и барий. Массовая доля кислорода в составе вещества равна 0,3701. Число атомов кислорода в 3 раза больше числа атомов водорода в этой соли, а число атомов углерода в 2 раза больше числа атомов бария. Молярная масса соли меньше 270 г/моль. Рассчитайте химическое количество ионов бария в растворе массой 530 г с массовой долей данной соли 15,0 %.

§ 5. Основные законы химии. Закон постоянства состава вещества. Закон сохранения массы веществ

Пример 2. При полном сгорании 1,00 г водорода в кислороде выделяется 143 кДж тепловой энергии. Рассчитайте, на сколько молекул воды меньше образуется в этой реакции при сгорании 2,50 моль водорода, чем это следует из закона сохранения массы.

Дано:

$$m_1(\text{H}_2) = 1,00 \text{ г}$$

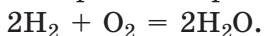
$$E_1 = 143 \text{ кДж}$$

$$n_2(\text{H}_2) = 2,50 \text{ моль}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) - ?$$

Решение

Протекает реакция:



$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}.$$

$$n_1(\text{H}_2) = \frac{m_1(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{1,00 \text{ г}}{2 \text{ г/моль}} = 0,50 \text{ моль}.$$

$$\begin{aligned} &\text{При сгорании } n_2(\text{H}_2) \text{ моль } \text{H}_2 \text{ выделится } \frac{n_2(\text{H}_2)}{n_1(\text{H}_2)} \cdot E_1 = \\ &= \frac{2,50 \text{ моль}}{0,50 \text{ моль}} \cdot 143 \text{ кДж} = 715 \text{ кДж}. \end{aligned}$$

Согласно уравнению Эйнштейна, выделение энергии означает убыль массы. Рассчитаем с помощью уравнения Эйнштейна $E = mc^2$, убыли какой массы соответствует выделение 715 кДж энергии ($c = 300\,000 \text{ км/с} = 300 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ — скорость света в вакууме).

$$E = 715 \text{ кДж} = 715 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$$

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{715 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{(300 \cdot 10^6 \text{ м/с})^2} = 7,94 \cdot 10^{-12} \text{ кг} = 7,94 \cdot 10^{-9} \text{ г.}$$

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

Масса одной молекулы H_2O равна:

$$m(1\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{N_A} = \frac{18 \text{ г/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

Следовательно, число «исчезнувших» молекул воды равно:

$$N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{m(1\text{H}_2\text{O})} = \frac{7,94 \cdot 10^{-9} \text{ г}}{2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 2,66 \cdot 10^{14}.$$

$$\text{О т в е т: } N(\text{H}_2\text{O}) = 2,66 \cdot 10^{14}.$$

130. Какие процессы сопровождаются протеканием химической реакции:

- а) выделение газа при открывании бутылки с газированной водой;
- б) образование творога при добавлении уксуса к свежему молоку;
- в) почернение серебряной цепочки при длительном ношении;
- г) превращение зелёного яблока в красное в процессе созревания;
- д) исчезновение кристаллов йода, оставленного на открытом воздухе;
- е) появление отвратительного запаха при гниении продуктов питания?

131. Какие из приведённых веществ подчиняются закону постоянства состава:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| а) серная кислота; | д) оксид серы(VI); |
| б) гидроксид бария; | е) аммиак; |
| в) сульфат аммония; | ж) сульфид свинца; |
| г) хлорид цинка; | з) этан? |

132. Чему равно число атомов в молекуле вещества с простейшей формулой CH_2O , если его относительная молекулярная масса равна 180?

133. В эксперименте было установлено, что эмпирическая формула органического вещества — CH , а его молекула состоит из 12 атомов. Рассчитайте плотность паров этого вещества при н. у.

134. Рассчитайте массовую долю меди в нестехиометрическом сульфиде меди(I), состав которого выражается формулой $\text{Cu}_{1,04}\text{S}$.

135. Рассчитайте максимальную массу раствора с массовой долей HNO_3 65,8 %, которую можно получить из азота, содержащегося в воздухе объёмом (н. у.) 100 м^3 , если его объёмная доля составляет 79,4 %.

136. Массовые доли водорода и кислорода в органическом веществе равны соответственно 6,714 и 52,29 %, а плотность его паров при н. у. равна $2,681 \text{ г/дм}^3$. Установите формулу вещества и приведите его название.

137. Какой объём газа (н. у.) выделится при взаимодействии гидрида кальция массой 120 мг с избытком воды?

138. Смесь гидроксидов натрия и калия массой 15,6 г растворили в воде. На нейтрализацию полученного раствора потребовался раствор массой 100 г с массовой долей HCl 10,95 %. Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в исходной смеси.

139. При прокаливании карбоната кальция масса навески уменьшилась на 34,0 %. Рассчитайте массовую долю оксида кальция в полученном твёрдом остатке.

140. Смесь цинка и сульфида цинка массой 22,7 г полностью растворили в избытке соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) $6,72 \text{ дм}^3$. Рассчитайте массовую долю цинка в смеси.

141. Считая, что исходные вещества прореагировали полностью, установите формулы нестехиометрических соединений, полученных при взаимодействии:

- а) меди массой 1,207 г с серой массой 0,321 г;
- б) титана массой 4,79 г с кислородом массой 3,52 г;
- в) галлия массой 6,97 г с фосфором массой 2,85 г.

142. Массовые доли натрия, хлора и кислорода в составе соли соответственно равны 21,60; 33,31; 45,09 %. Установите формулу соли.

143. Массовая доля кислорода в составе кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ равна 57,67 %. Установите формулу кристаллогидрата.

144. При сплавлении натрия массой 4,60 г с серой образовалась смесь продуктов реакции, содержащая персульфиды натрия Na_2S_x массой 9,80 г. Рассчитайте массу серы, вступившей в реакцию.

145. При взаимодействии углерода массой 1,20 г с серой массой 6,40 г образовалось новое вещество. Чему равна плотность паров этого вещества при н. у.?

146. Соль, образовавшаяся при взаимодействии железа массой 567 мг с избытком хлора, растворили в воде. Затем к раствору добавили гидроксид калия химическим количеством 0,025 моль. Образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили. Рассчитайте его массу.

147. *К раствору карбоната и сульфида щелочного металла, в котором их массовые доли равны, добавили избыток раствора серной кислоты. Образовалась газовая смесь объемом (н. у.) $1,00 \text{ дм}^3$ и массой 1,707 г. Установите металл.

148. *Оксид углерода(IV) какой массы нужно пропустить через раствор гидроксида натрия массой 52,8 г с массовой долей 6,24 %, чтобы массовые доли кислой и средней солей в полученном растворе были равны?

149. *В растворе массой 100 г с массовой долей КОН 5,60 % растворили оксид серы(VI) химическим количеством 70 ммоль. Рассчитайте массы образовавшихся солей.

150. *При полном сгорании водорода массой 1,00 г в кислороде выделяется 143 кДж теплоты. Водород какого объема (н. у.) должен «исчезнуть», согласно уравнению Эйнштейна $E = mc^2$, чтобы выделилось такое же количество энергии?

151. *При сжигании смеси метана с этаном была получена газовая смесь CO и CO_2 объемом (н. у.) $35,68 \text{ дм}^3$ с объемной долей углекислого газа 46,8 %. Рассчитайте

объём (н. у.) кислорода, затраченный на сжигание смеси метана с этаном.

152. *Рассчитайте, какое количество энергии должно выделиться в химической реакции, если в результате образуется на $2,46 \cdot 10^{13}$ молекул углекислого газа меньше, чем это следует из закона сохранения массы.

§ 6. Закон Авогадро **как один из основных законов химии**

153. Переход между какими агрегатными состояниями вещества происходит при указанных процессах? Какие из них приводят к значительному повышению плотности вещества:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| а) сублимация; | г) испарение; |
| б) дистилляция; | д) кристаллизация; |
| в) конденсация; | е) плавление? |

154. Как изменится объём, занимаемый порцией азота, при:

- а) увеличении давления в 2 раза при той же температуре;
- б) понижении температуры с 400 К до 320 К при неизменном давлении;
- в) одновременном повышении температуры с 350 К до 490 К и уменьшении давления в 2 раза?

155. Железо какой массы следует растворить в избытке соляной кислоты для получения водорода объёмом (н. у.) 200 м^3 ?

156. Какой объём при н. у. занимает газовая смесь из $3,01 \cdot 10^{25}$ молекул метана и $12,04 \cdot 10^{24}$ молекул этана? Чему равна молярная масса такой газовой смеси?

157. Углекислый газ какого объёма выделится при действии 200 г раствора с массовой долей азотной кислоты 12,8 % на 920 г мела, содержащего 8,44 % по массе нерастворимых в кислоте примесей?

158. Чему равна масса смеси водорода с аммиаком объёмом (н. у.) 100 дм^3 , если в ней на каждую молекулу водорода приходится три молекулы аммиака?

159. Какой объём при н. у. имеет газовая смесь массой 544 г на выходе из озонатора, в которой число молекул кислорода в 20 раз превышает число молекул озона?

160. При н. у. плотность газовой смеси кислорода и водорода равна $0,834 \text{ г/дм}^3$. Рассчитайте массовую долю водорода в смеси.

161. В газовой смеси с молярной массой $12,0 \text{ г/моль}$ массовая доля азота равна $34,0 \%$. Рассчитайте объёмную долю азота в этой смеси.

162. Кислород какого объёма (н. у.) потребуется для полного сгорания смеси метана и угарного газа массой $42,8 \text{ г}$ с объёмной долей метана $24,6 \%$?

163. Какое число молекул содержится в порции газа массой 210 г , имеющего относительную плотность по воздуху $1,520$?

164. Рассчитайте относительную плотность углекислого газа по газовой смеси, в которой на каждую молекулу азота приходится две молекулы кислорода.

165. Порция неизвестного газа массой $1,20 \text{ кг}$ содержит $12,04 \cdot 10^{24}$ молекул. Чему равна относительная плотность этого газа по аргону?

166. Относительная плотность газообразного оксида трёхвалентного химического элемента по воздуху равна $2,621$. Установите формулу оксида.

167. Рассчитайте относительную плотность по водороду газовой смеси, состоящей из азота массой $4,12 \text{ г}$, водорода массой $1,88 \text{ г}$ и гелия массой $2,42 \text{ г}$.

168. Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из кислорода и азота, равна $14,7$. Рассчитайте массовую долю кислорода в смеси.

169. Масса газовой смеси, состоящей из смеси оксида углерода(II) и водорода объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$, равна $1,60 \text{ г}$. Рассчитайте объёмную долю водорода в смеси.

170. Массовая доля кислорода и углерода в органическом веществе составляет $16,84$ и $37,89 \%$ соответственно, а относительная плотность его паров по воздуху равна $13,10$.

Какое число атомов водорода входит в состав молекулы этого вещества?

171. *По мнению учёных, на дне некоторых океанов могут находиться огромные запасы вещества, представляющего интерес для энергетики будущего. По внешнему виду оно напоминает снег или рыхлый лёд. Горение этого вещества производит сильное впечатление: кажется, что горит снег. При полном сгорании навески этого вещества массой 1,86 г в кислороде образуется 0,66 г углекислого газа и 2,16 см³ воды, а его относительная плотность по гелию равна 31. Установите молекулярную формулу описанного вещества. Приведите уравнение реакции его горения.

172. *Смесь метана и угарного газа массой 2,00 г занимает объём (н. у.) 2,240 дм³. К этой смеси добавили неизвестный газ химическим количеством, равным химическому количеству метана в исходной смеси. В результате этого молярная масса смеси выросла на 48,0 % по сравнению с исходной. Рассчитайте относительную плотность неизвестного газа по водороду.

173. *Молярная масса газовой смеси, состоящей из гелия и углекислого газа, равна 32,0 г/моль. После пропускания смеси над раскалённым углеродом объёмная доля СО₂ в полученной смеси стала равной 25,0 %. Рассчитайте объёмную долю гелия в конечной газовой смеси.

174. *Смесь карбоната магния и сульфида щелочного металла массой 24,6 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции образовался раствор, содержащий хлориды общей массой 30,7 г, и выделился газ плотностью 1,8155 г/дм³. Установите металл и рассчитайте массовую долю карбоната магния в исходной смеси.

175. *Углекислый газ какого объёма (н. у.) следует пропустить через раствор массой 156 г с массовой долей КОН 15,4 %, чтобы в полученном растворе массовые доли кислот и средней солей были равны?

176. *При сгорании смеси метана с этаном объёмом (н. у.) 13,6 дм³ в недостатке кислорода образовалась смесь двух газов объёмом (н. у.) 22,63 дм³. Рассчитайте относительную плотность исходной газовой смеси по гелию.

§ 6.1. *Молярная концентрация газа

177. *В сосуде объёмом 48 дм^3 содержится аргон массой 12 г . Во сколько раз увеличится молярная концентрация аргона при добавлении в этот сосуд 60 г аргона?

178. *Массовая доля азота в газовой смеси, состоящей из аммиака и водорода, равна $50,0 \%$. Рассчитайте молярную концентрацию водорода в этой смеси при н. у.

179. *Массовая доля углерода в газовой смеси, состоящей из углекислого и угарного газов, равна $0,36$. Чему равна при н. у. молярная концентрация угарного газа в смеси и относительная плотность этой газовой смеси по воздуху?

180. *В воздухе комнаты размером $4,5 \text{ м} \times 3,2 \text{ м} \times 2,5 \text{ м}$ молярная концентрация сероводорода составляет 18 мкмоль/дм^3 . Какое число молекул сероводорода содержится в воздухе этой комнаты при н. у.?

181. *Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) аммиака в атмосферном воздухе составляет $0,040 \text{ мг/м}^3$. Рассчитайте молярную концентрацию аммиака в воздухе, в котором ПДК превышена в 5 раз по сравнению с допустимой.

182. *Объём порции газа зависит от температуры и давления. Так, например, при увеличении температуры (термодинамической, выраженной в Кельвинах) в 2 раза по сравнению с нормальной (0°C или 273 K) объём газа увеличивается в 2 раза. Увеличение давления в 3 раза приводит к уменьшению объёма газа в 3 раза. Рассчитайте молярную концентрацию кислорода в воздухе (по объёму 21% кислорода и 79% азота) при 20°C и давлении 100 кПа .

183. *Сосуд объёмом $6,72 \text{ дм}^3$ заполнили при н. у. кислородом и герметично закрыли. Затем в этом сосуде сожгли углерод массой $4,80 \text{ г}$, при этом после реакции не осталось твёрдого остатка. Рассчитайте молярную концентрацию и объёмную долю углекислого газа в сосуде после завершения реакции.



ГЛАВА 2.

СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН

§ 7. Строение атома

184. Укажите верные утверждения:

- а) число электронов в атоме равно числу нейтронов в его ядре;
- б) в ядре любого атома содержатся нейтроны;
- в) число протонов в ядре любого атома всегда больше числа нейтронов в нём;
- г) ядра некоторых атомов состоят из протонов и электронов;
- д) заряд ядра атома определяется числом протонов в нём;
- е) число электронов в катионе кальция меньше числа протонов в его ядре;
- ж) в двух анионах NO_3^- содержится 62 протона;
- з) масса любого атома равна сумме масс протонов и электронов;
- и) нейтроны не имеют электрического заряда и массы.

185. Укажите верные утверждения:

- а) азот-14 и хлор-35 являются изотопами;
- б) нуклиды — это атомы одного химического элемента;
- в) все химические элементы в природе представлены несколькими изотопами;
- г) у всех химических элементов существуют изотопы;
- д) нуклиды разных химических элементов не могут иметь одинаковую относительную атомную массу;
- е) изотопы всегда имеют разную относительную атомную массу;
- ж) только у одного нуклида в ядре нет нейтронов;
- з) изотопы могут иметь разное число протонов;
- и) существуют нуклиды, в ядрах которых отсутствуют протоны.

186. Чему равно число элементарных частиц в составе следующих нуклидов: азота-15, неона-20, серы-33, кальция-41?

187. Чему равна относительная атомная масса нуклида, в ядре которого содержится 22 нейтрона, а вокруг ядра вращаются 18 электронов?

188. Рассчитайте суммарное число всех элементарных частиц в составе ионов: $^{56}\text{Fe}^{3+}$, $^{19}\text{F}^-$, $^{32}\text{S}^{2-}$.

189. Рассчитайте массу:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| а) 12 анионов O^{2-} ; | в) 8 катионов NH_4^+ ; |
| б) 5 катионов Fe^{3+} ; | г) 9 анионов SO_4^{2-} . |

190. Вычислите массу протонов, содержащихся в ядрах всех атомов в образце газообразного азота объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$.

191. Рассчитайте массовую долю нейтронов в нуклиде криптона-84. Чему равна мольная доля протонов в атоме этого нуклида?

192. Рассчитайте массу катионов алюминия, имеющих такой же суммарный заряд, как и $0,25$ моль протонов.

193. Рассчитайте химическое количество сульфат-анионов, содержащих столько же электронов, сколько все атомы в порции серы массой 100 г .

194. Установите атомный номер и назовите элемент, если его массовое число равно 63 , а количество нейтронов в ядре равно 34 .

195. Чему равна разность между числом нейтронов и числом электронов для нуклидов: урана-235, стронция-90, йода-131?

196. Назовите химический элемент, массовое число которого равно 40 , а число нейтронов в его ядре равно 20 .

197. Образец кислорода содержит два нуклида: ^{16}O и ^{18}O , массы которых соответственно равны $4,0$ и $9,0 \text{ г}$. Рассчитайте относительную атомную массу кислорода в данном образце.

198. Образец фосфора содержит два нуклида: фосфор-31 и фосфор-33. Мольная доля фосфора-33 в образце равна 36

10 %. Рассчитайте относительную атомную массу фосфора в данном образце.

199. В природной смеси хлор представлен двумя изотопами ^{35}Cl и ^{37}Cl . Рассчитайте мольную долю хлора-35 в природной смеси.

200. Может ли молекула воды иметь относительную молекулярную массу 20 или 21? Кратко поясните свой ответ.

201. Рассчитайте общее число элементарных частиц, которые содержатся во всех атомах в образце $^{63}\text{Cu}^{16}\text{O}$ массой 386 кг.

202. В порции простого вещества химическим количеством 0,05 моль содержится 1,70 моль протонов. Назовите это простое вещество и приведите его формулу, если известно, что его молекула двухатомна.

203. Массовая доля хлора в составе его оксида равна 0,3877. Установите эмпирическую формулу этого оксида.

204. *В составе нуклида массой 2,40 г содержится $6,02 \cdot 10^{23}$ электронов. Массовое число нуклида равно 120. Назовите нуклид.

205. *Образец бора содержит нуклиды бор-10 и бор-11. Относительная атомная масса бора в этом образце равна 10,80. Рассчитайте массовую долю нуклида бора-10 в этом образце.

206. *Газообразный водород, содержащий нуклиды ^1H и ^2H , сожгли в избытке кислорода $^{17}\text{O}_2$. Мольная доля нуклида ^1H в исходном водороде составляет 20 %. Рассчитайте мольные доли всех видов молекул воды, образовавшихся в результате реакции.

207. *В газовой смеси $^{12}\text{CH}_4$ и $^{14}\text{CH}_4$ массовая доля водорода равна 24,0 %. Рассчитайте массовую долю $^{12}\text{CH}_4$ в этой смеси.

§ 8. Явление радиоактивности

208. Укажите верные утверждения:

а) любой химический элемент имеет как стабильные, так и радиоактивные нуклиды;

б) все радиоактивные нуклиды получены только искусственным путём;

в) в природе нет радиоактивных нуклидов;

г) при α -распаде образуется элемент с меньшим атомным номером, чем исходный;

д) число электронов в атоме при β -распаде уменьшается;

е) γ -излучение представляет собой поток электронов;

ж) за время, равное двум периодам полураспада, все радиоактивные атомы исчезают полностью;

з) в обозначении нуклида стронций-90 число означает период полураспада 90 дней;

и) при радиоактивном распаде образуются только стабильные нуклиды;

к) все химические элементы начиная с полония не имеют стабильных нуклидов.

209. Какой нуклид образуется в результате α -распада:

а) платины-190;

в) тория-229;

б) полония-210;

г) плутония-236?

210. Какой нуклид образуется в результате β -распада:

а) циркония-93;

в) кремния-32;

б) мышьяка-77;

г) серы-35?

211. Установите массовое число нуклида, образовавшегося в результате α -распада ^{259}Md . Составьте уравнение этой ядерной реакции.

212. Установите заряд ядра и массовое число химического элемента, образовавшегося в результате β -распада нуклида ^{23}Na . Составьте уравнение ядерной реакции.

213. Какие частицы испускаются в результате превращения тория-241 в протактиний-232?

214. Вставьте вместо знаков вопроса необходимые частицы:

а) $^{32}\text{S} + ^4\text{He} = ? + ^2\text{H}$;

в) $^{238}\text{U} + ^1_0\text{n} = ?$;

б) $^{14}\text{N} + ^1_0\text{n} = ? + ^1_1\text{H}$;

г) $^{239}\text{Np} = ? + \text{e}$.

215. Период полураспада нуклида ^{131}I равен 8 суток. Какая доля атомов этого нуклида распадётся через 24 суток?

216. Период полураспада нуклида ^{131}I составляет 8 суток. Какое число атомов ^{131}I останется в образце, содержащем атомы йода-131 массой 800 мг, через 40 суток?

217. В образце содержится $12,04 \cdot 10^{21}$ атомов нуклида ^{137}Cs , имеющего период полураспада 30,2 года. Через какое время в образце останется $3,01 \cdot 10^{21}$ атомов ^{137}Cs ?

218. Какая масса алюминия-28 превратится в атомы другого химического элемента в результате радиоактивного распада за 11 минут в образце, содержащем 200 мг нуклида ^{28}Al , если период его полураспада равен 2,2 минуты?

219. *Установите химический элемент, который образуется в результате последовательных β -распада и α -распада ядра ^{16}O , а также его массовое число и порядковый номер.

220. *Установите химический элемент, который образуется из тория ^{232}Th после трёх α - и двух β -распадов, а также его массовое число и порядковый номер.

221. *Какое число α - и β -распадов потребуется для превращения ^{238}U в ^{198}Pb ?

222. *Относительная плотность газовой смеси, состоящей из H_2 и D_2 , по гелию равна 0,682. Рассчитайте массовую долю D_2 в этой смеси.

223. *Вследствие выделения энергии в экзотермических реакциях масса продуктов реакции несколько меньше массы исходных веществ. Например, при полном сгорании метана массой 16,0 г в кислороде выделяется 882 кДж энергии. Рассчитайте, на сколько масса исходных веществ больше массы полученных продуктов при полном сгорании в кислороде метана химическим количеством 100 моль. Какое число молекул воды имеет такую же массу, как рассчитанная вами разница масс? Какой энергии эквивалентна такая масса?

§ 9. Состояние электрона в атоме

224. Укажите верные утверждения:

а) на четвёртом энергетическом уровне максимально может находиться 16 электронов;

б) энергия электрона на $4s$ -орбитали ниже, чем на $3d$ -орбитали;

в) p -орбитали имеют форму вытянутой гантели;

г) форма s -орбиталей не зависит от номера энергетического уровня;

д) число различных по форме d -орбиталей равно шести;

е) на втором энергетическом уровне имеется четыре орбитали;

ж) число s -орбиталей в атоме натрия равно трём;

з) на третьем энергетическом уровне имеются s -, p - и d -подуровни;

и) d -подуровень максимально вмещает 8 электронов;

к) для размещения 16 электронов достаточно двух энергетических уровней.

225. В классической (Ньютоновской) механике для описания движения частицы в пространстве достаточно задать её координаты в каждый момент времени. Какая величина вместо координаты используется в квантовой механике для описания электрона в атоме?

226. Какое число подуровней имеется на четвёртом энергетическом уровне? Какое максимальное число электронов может разместиться на этом уровне?

227. Как изменяется энергия электрона и сила притяжения к ядру — увеличивается или уменьшается — при увеличении расстояния между электроном и ядром?

228. Какую форму имеют:

а) s -орбитали первого энергетического уровня;

б) p -орбитали второго энергетического уровня?

229. Приведите примеры трёх атомов третьего периода, в которых в невозбуждённом состоянии имеются неспаренные электроны.

230. В каком случае правильно указан порядок заполнения подуровней электронами в невозбуждённом атоме:

а) $3p, 3s, 2p, 2s, 1s$;

в) $1s, 2p, 2s, 3p, 3s$;

б) $1s, 2s, 2p, 3s, 3p$;

г) $1s, 2s, 3s, 2p, 3p$?

231. Укажите, в каком случае верно указано соотношение между энергией электрона, расположенного на соответствующей орбитали:

- | | |
|----------------|----------------|
| а) $2s > 2p$; | г) $3p < 2s$; |
| б) $3s > 2p$; | д) $3d < 4s$; |
| в) $3p > 3d$; | е) $4p < 3d$. |

232. Число энергетических уровней в невозбуждённом атоме равно номеру периода, в котором находится соответствующий химический элемент. Можно ли, затратив энергию, поместить внешний электрон атома кислорода на третий энергетический уровень? Поясните свой ответ.

233. Какие из атомов, электронные формулы внешнего электронного уровня которых приведены ниже, находятся в возбуждённом состоянии:

- | | |
|---------------------|------------------|
| а) $3s^1 3p^1$; | г) $3s^1 3p^3$; |
| б) $3d^{10} 4s^2$; | д) $3d^1 4s^2$; |
| в) $2s^2 2p^1$; | е) $5s^2$? |

234. Образец простого вещества, содержащий атомы химическим количеством 0,1 моль, содержит 1 моль электронов. Установите химический элемент.

235. В порции ионов Y^- химическим количеством 0,20 моль содержатся электроны химическим количеством 3,60 моль. Установите ион.

236. Какое число электронов содержится в образце массой 5,60 мг, состоящем из нуклида железа-56?

237. В образце металла химическим количеством 0,10 моль химическое количество электронов равно 1,20 моль. Установите металл.

238. Число электронов всех атомов в составе формульной единицы карбоната щелочного металла равно 36. Установите щелочной металл.

239. Навеску алкана массой 34,6 кг полностью сожгли на воздухе. Рассчитайте объём (н. у.) воздуха, затраченный на сжигание, если известно, что во всех атомах молекулы алкана содержится 34 электрона, а объёмная доля кислорода в воздухе равна 21,0 %.

240. *Число электронов в составе формульной единицы некоторого сульфата равно 70. Установите формулу этой соли.

241. *Образец сплава железа-56 и меди-63 содержит электроны и нейтроны химическим количеством 5,50 моль и 6,40 моль соответственно. Рассчитайте массовую долю железа в сплаве.

242. *При нагревании навески гидрокарбоната натрия её масса уменьшилась на 25,4 % по сравнению с исходной. Какая часть соли разложилась в процессе нагревания?

243. *В оксиде массовая доля кислорода в 1,579 раза больше массовой доли неметалла. Установите формулу оксида и назовите его по систематической номенклатуре.

§ 10. Периодический закон в свете теории строения атома

244. Укажите верные утверждения:

а) номер группы равен числу энергетических уровней в атоме;

б) $3p$ -орбитали заполняются электронами после $3s$ -орбиталей;

в) в атоме кислорода в невозбуждённом состоянии имеется 2 неспаренных электрона;

г) в возбуждённом состоянии число неспаренных электронов в атоме углерода может быть больше, чем в атоме азота;

д) число свободных орбиталей в атоме серы в невозбуждённом состоянии равно пяти;

е) высший оксид элемента четвёртого периода имеет формулу RO_2 ;

ж) у элементов, расположенных в одном периоде, одинаковая конфигурация внешнего электронного слоя;

з) элементы группы IVA образуют водородные соединения состава RH_4 ;

и) первый период состоит только из s -элементов.

245. Какая характеристика атома является самой главной, определяющей все остальные свойства атома?

246. Элементы какой группы имеют общую формулу внешнего электронного слоя:

- а) ns^1 ; в) ns^2np^5 ,
б) ns^2np^3 ; где n — номер периода?

247. Составьте электронные формулы и электронно-графические схемы:

- а) атомов Mg, Si, P;
б) ионов F^- , K^+ , Mg^{2+} .

248. В атомах только двух химических элементов второго периода в невозбуждённом состоянии отсутствуют неспаренные электроны. Назовите эти элементы.

249. Составьте электронные формулы атомов, находящихся в соответствующих валентных состояниях: сера(VI), магний(II), фосфор(V), хлор(VII), бериллий(II).

250. Выпишите формулы частиц, имеющих одинаковое число электронов: S, Ar, Cl, Ca, Cl^- , Ar^+ , S^{2-} , K^+ , Ca^{2+} .

251. Приведите примеры трёх частиц, имеющих разный заряд ядра, но одинаковое число электронов.

252. Атом какого химического элемента имеет такую же электронную формулу, как и катион калия? Ответ подтвердите электронной формулой.

253. Какие ионы имеют такую же электронную формулу, как и атом аргона? Ответ подтвердите электронной формулой.

254. Среди приведённых частиц выберите те, которые имеют одинаковую электронную формулу: Ca^{2+} , Cl^- , O^{2-} , S^{2-} , K^+ , Ar , Na , Mg^{2+} , Ne .

255. В каких группах периодической системы располагаются p -элементы? Какое число электронов на внешнем электронном слое имеют p -элементы в каждой из них?

256. Из приведённого перечня выпишите символы s-элементов: В, Na, Ba, F, Cs, Be, O, Sc, Cu.

257. Из приведённого перечня выпишите символы *p*-элементов: H, Li, Al, Fe, Ag, S, Ar, Zn, Hg.

258. Приведите по три символа химических элементов, относящихся к d - и f -элементам.

259. Может ли указанный атом, входящий в состав соединения, иметь следующую электронную формулу:

а) кислород — $1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$;

б) сера — $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^1$;

в) фтор — $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$;

г) хлор — $1s^2 2s^1 2p^3 3s^1 3p^3 3d^3$?

Кратко поясните почему.

260. Составьте формулы высшего оксида, гидроксида и водородного соединения:

а) селена;

в) бериллия;

б) углерода;

г) мышьяка.

261. Электронная формула химического элемента $1s^2 2s^1$. Какое химическое количество электронов содержится в образце простого вещества, образованного этим элементом, массой 1,40 г?

262. Электронная формула внешнего электронного слоя атома $3s^2 3p^5$. Рассчитайте объём (н. у.), который займёт простое вещество массой 3,55 г, образованное данным химическим элементом.

263. Электронная формула химического элемента $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Рассчитайте число атомов этого элемента, которое содержится в образце массой 4,60 г.

264. Для какого химического элемента третьего периода номер группы не равен числу электронов, которые могут участвовать в образовании химической связи? Поясните свой ответ.

265. В составе молекулы водородного соединения элемента VIA-группы содержится 36 электронов. Какой это элемент?

266. У иона X^{2+} на втором энергетическом уровне находятся 8 электронов, на третьем — электроны отсутствуют. Составьте электронную формулу этого иона и назовите его.

267. Ион X^- на третьем энергетическом уровне имеет 8 электронов, на четвёртом — электроны отсутствуют. Составьте электронную формулу иона. Установите этот ион.

268. Химическое количество атомов химического элемента в порции простого вещества массой 4,0 г равно 0,10 моль. Установите химический элемент и составьте его электронную формулу.

269. *При растворении в 48,2 см³ воды навески массой 244 мг оксида химического элемента, расположенного в группе VA, образовался раствор, в котором массовая доля растворённого вещества равна 0,695 %. Установите формулу этого оксида.

270. *При взаимодействии кислотного оксида XO₂ массой 12,8 г с раствором гидроксида калия получили равные количества кислой и средней солей общей массой 27,8 г. Установите X.

271. *Газообразная (при н. у.) смесь двух водородных соединений, образованных соседними химическими элементами второго периода, имеет относительную плотность по воздуху 0,5776. Чему равна мольная доля более лёгкого соединения в исходной смеси?

272. *Рассчитайте объём (н. у.) углекислого газа, образовавшегося в результате сгорания метана в избытке кислорода, если объём смеси после завершения реакции и приведения к нормальным условиям уменьшился в 1,5 раза и составил 90,0 дм³.

§ 11. Периодичность изменения свойств атомов химических элементов и образуемых ими веществ

273. Укажите верные утверждения:

- а) размер атома является условной величиной;
- б) радиус атома кремния больше радиуса атома фосфора;
- в) в группе с уменьшением заряда ядра радиус атомов уменьшается;
- г) радиусы всех атомов одного периода одинаковы;
- д) электроотрицательность элементов одной группы с ростом заряда ядра уменьшается;
- е) максимальная степень окисления всех элементов группы VIA равна +6;

ж) самый маленький радиус имеет атом водорода;
з) радиус атомов в периоде снижается из-за увеличения заряда ядра.

274. У какой из частиц радиус больше:

- а) атома бериллия или атома серы;
- б) атома бора или атома алюминия;
- в) атома кальция или катиона кальция;
- г) атома брома или аниона брома?

275. Расположите следующие частицы в порядке увеличения их радиусов:

- | | |
|--|---|
| а) Na , Na^+ , Cl ; | г) Na^+ , Mg^{2+} , Na ; |
| б) Cl , Cl^+ , Cl^- ; | д) F^- , Ne , Na ; |
| в) Al^{3+} , Mg^{2+} , Al ; | е) Li^+ , F , Na . |

276. У атомов металлов или неметаллов, расположенных в одном и том же периоде периодической таблицы, электроотрицательность больше?

277. К какому атому — кислороду или водороду — будут смещены общие электроны в молекуле воды? Поясните почему.

278. На каком из двух указанных атомов, связанных ковалентной полярной связью, будет частичный положительный заряд:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| а) азот — водород; | г) хлор — фтор; |
| б) фтор — кислород; | д) селен — кислород; |
| в) сера — азот; | е) фосфор — хлор? |

279. На каком из двух указанных атомов, связанных ковалентной полярной связью, будет частичный отрицательный заряд:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| а) кремний — кислород; | г) сера — фтор; |
| б) углерод — фтор; | д) селен — бром; |
| в) бор — азот; | е) углерод — кислород? |

280. Расположите атомы химических элементов в порядке увеличения их электроотрицательности: азот, фтор, кислород, натрий, сера, кальций, калий.

281. Перечислите химические элементы третьего периода, у атомов которых металлические свойства выражены более ярко, чем у кремния. Ответ поясните.

282. В каждой паре укажите оксид с более выраженными кислотными свойствами:

- | | |
|---|---|
| а) CO_2 или SiO_2 ; | в) SO_3 или P_2O_5 ; |
| б) CO_2 или N_2O_5 ; | г) SiO_2 или SO_3 . |

283. В каждой паре укажите гидроксид с более выраженными кислотными свойствами:

- а) $\text{Be}(\text{OH})_2$ или $\text{Mg}(\text{OH})_2$;
б) $\text{B}(\text{OH})_3$ или $\text{CO}(\text{OH})_2$;
в) CsOH или KOH ;
г) $\text{CO}(\text{OH})_2$ или $\text{NO}_2(\text{OH})$;
д) $\text{SO}_2(\text{OH})_2$ или $\text{PO}(\text{OH})_3$;
е) NaOH или $\text{Al}(\text{OH})_3$.

284. Укажите ряды, в которых металлические свойства атомов химических элементов слева направо постепенно усиливаются:

- | | |
|---------------|----------------|
| а) Be, Mg, K; | в) Na, K, Al; |
| б) Cs, K, Na; | г) Ca, Na, Mg. |

285. Рассчитайте массовую долю кремния в его водородном соединении и высшем оксиде.

286. Рассчитайте массовую долю хлора в его водородном соединении и высшем оксиде.

287. Йод образует высший гидроксид, в котором массовые доли йода, водорода и кислорода соответственно равны 55,68; 2,21; 42,11 %. Установите эмпирическую формулу гидроксида. Какие свойства — кислотные или основные — должны быть более выражены у этого вещества? Приведите в качестве подтверждения уравнение химической реакции.

288. Какую массу высшего оксида серы нужно растворить в воде, чтобы получить раствор массой 54,4 г с массовой долей серной кислоты 4,92 %?

289. Какую массу раствора с массовой долей гидроксида калия 14,8 % нужно взять для полной нейтрализации соляной кислоты массой 30,6 г с массовой долей хлороводорода 7,34 %?

290. Рассчитайте массовую долю:

- а) кислорода в высшем оксиде фосфора;
- б) азота в его водородном соединении;
- в) кислорода в высшем гидроксиде хлора.

291. Массовая доля кислорода в составе гидроксида щёлочноземельного металла равна 18,67 %. Установите металл.

292. *Массовая доля водорода в летучем водородном соединении равна 0,1255. Установите формулу соединения.

293. *Массовая доля кислорода в оксиде неизвестного химического элемента равна 47,07 %. Установите химический элемент.

294. *Растворимость сульфата натрия при 20 °С равна 42,8. Декагидрат сульфата натрия какой массы следует добавить к раствору массой 4,68 кг с массовой долей сульфата натрия 6,44 %, чтобы приготовить насыщенный при 20 °С раствор?

295. *Рассчитайте массовую долю азота в его смеси с кислородом, в которой мольная доля последнего равна 20,0 %.

296. *На горение углеводорода химическим количеством 0,010 моль был затрачен кислород объёмом (н. у.) 2,016 дм³. Образовавшийся углекислый газ пропустили через раствор гидроксида кальция, в результате образовался осадок массой 5,80 г. Масса одной молекулы углеводорода не превышает $1,49 \cdot 10^{-22}$ г. Установите формулу углеводорода.

§ 12. Значение периодического закона и периодической системы Д. И. Менделеева для развития науки

297. Укажите верные утверждения:

- а) высший гидроксид индия имеет формулу $\text{In}(\text{OH})_4$;
- б) высший оксид германия имеет формулу GeO_2 ;
- в) водородное соединение теллура имеет формулу TeH_4 ;
- г) высший гидроксид йода имеет формулу $\text{IO}(\text{OH})_5$;
- д) водородное соединение германия имеет формулу GeH_3 .

298. Охарактеризуйте следующие химические элементы на основании их положения в периодической таблице:

- [illegible]

299. Охарактеризуйте химические элементы, атомы которых имеют следующую электронную формулу внешнего электронного слоя:

- a) $3s^2$; б) $3s^2 3p^3$.

300. Составьте формулы высшего оксида, гидроксида и водородного соединения для йода.

301. Формулы каких из указанных высших оксидов составлены неверно: SeO_2 , I_2O_5 , CaO_2 , NO_2 , B_2O_3 , As_2O_5 , TeO_3 ? Запишите верные формулы этих оксидов.

302. Формулы каких из указанных водородных соединений составлены неверно: SiH_2 , NH_4 , BeH_2 , H_2Br , SbH_3 , AlH_3 , HSe ? Запишите верные формулы этих соединений.

303. Составьте электронные формулы:

- а) аргона; в) катиона кальция;
б) калия; г) аниона фтора.

304. Рассчитайте относительную плотность летучего водородного соединения мышьяка по воздуху.

305. Какой объём при н. у. займёт водородное соединение селена массой 460 кг?

306. Приведите химическую формулу высшего гидроксида мышьяка. Каких кислотно-основных свойств следует ожидать у этого вещества? Приведите уравнения трёх химических реакций, подтверждающих это.

307. С какими из перечисленных веществ будет реагировать высший гидроксид радия: соляная кислота, гидроксид калия, оксид серы(VI), хлорид меди(II), сульфат железа(III), углекислый газ? Приведите уравнения протекающих химических реакций.

308. Какую максимальную массу ортофосфорной кислоты можно получить из порции высшего оксида фосфора, содержащего суммарно $1,24 \cdot 10^{25}$ атомов?

309. Какое химическое количество гидроксида щелочного металла потребуется для полной нейтрализации раствора массой 708 г с массовой долей фосфорной кислоты 19,6 %?

310. Соль какой массы образуется при взаимодействии высшего оксида кальция массой 6,00 г с высшим оксидом углерода объёмом (н. у.) 2,24 дм³?

311. Относительная плотность водородного соединения химического элемента по водороду равна 17. Установите химический элемент, если его степень окисления в этом соединении равна -2.

312. Массовая доля кислорода в оксиде щелочного металла равна 25,81 %. Установите металл.

313. На нейтрализацию гидроксида щёлочноземельного металла массой 12,2 г потребовался хлороводород химическим количеством 0,20 моль. Установите металл.

314. *К газообразной смеси пропана и этана добавили углекислый газ объёмом, равным объёму исходной смеси. При этом относительная плотность полученной смеси газов увеличилась на 5,556 % по сравнению с исходной. Рассчитайте массовую долю пропана в исходной смеси.

315. *При взаимодействии магния со смесью хлороводородной, бромоводородной и йодоводородной кислот выделился газ объёмом (н. у.) 4,48 дм³. Рассчитайте массу магния, вступившего в реакцию.

316. *Высший гидроксид теллура имеет состав, отличный от подобных соединений его соседей по группе VIA. Мольные доли водорода и кислорода в его высшем гидроксиде равны, а мольная доля теллура в 6 раз меньше, чем у кислорода. Установите формулу высшего гидроксида теллура и рассчитайте массовую долю кислорода в нём.

317. *Первый и последний из *d*-металлов четвёртого периода в соединениях проявляют только постоянную валентность. Рассчитайте массовую долю кислорода в соединении, которое образуется при сплавлении их оксидов.



ГЛАВА 3.

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

§ 13. Природа и типы химической связи

318. Могут ли существовать одноатомные молекулы? Приведите примеры трёх одноатомных молекул.

319. Приведите по одному примеру веществ, молекулы которых состоят из:

- а) одного атома;
- б) двух атомов;
- в) трёх атомов;
- г) четырёх атомов.

320. Какая из систем — два отдельных атома кислорода или молекула кислорода — является более энергетически устойчивой? Поясните почему.

321. Какие из приведённых утверждений верны:

- а) энергия молекулы меньше суммы энергий составляющих её атомов;
- б) разрыв химической связи всегда сопровождается выделением энергии;
- в) при образовании общей пары электронов они должны иметь одинаковые спины;
- г) образование молекулы водорода из атомов является эндотермическим процессом;
- д) энергия отталкивания атомов в молекуле кислорода превышает энергию их притяжения?

322. Приведите электронные формулы атомов водорода и хлора. Укажите, какие из электронов участвуют в образовании химической связи между атомами водорода и хлора в молекуле HCl .

323. Какую природу имеют силы, удерживающие атомы в составе молекул?

324. Какое максимальное число электронов может находиться на внешнем энергетическом уровне атомов различных химических элементов?

325. Укажите число электронов, которых не хватает каждому из перечисленных атомов для завершения внешнего энергетического уровня до октета: азот, хлор, фосфор, фтор, германий.

326. Определите число электронов, которые следует удалить с внешнего энергетического уровня атомов кальция, натрия, алюминия, бария для того, чтобы остался завершённый энергетический уровень.

327. Как называются электроны, которые участвуют в образовании химической связи между атомами? На каких электронных слоях атома они располагаются?

328. При высокой температуре в газообразном состоянии существуют молекулы Li_2 . Укажите тип химической связи между атомами лития в этой молекуле. Приведите её электронную формулу.

329. В каких молекулах ковалентная связь образована перекрыванием только p -орбиталей обоих атомов: H_2 , HF , HCl , F_2 , I_2 , HBr ?

330. Укажите число связывающих и неподелённых электронных пар в каждой из молекул: H_2O , Cl_2 , HF , Br_2 , ClF .

331. В составе каких из указанных частиц имеются неспаренные электроны: CO , H_3O^+ , NO , CO , H_2S ?

332. Какое число ковалентных связей по обменному механизму может образовывать атом с электронной конфигурацией: $1s^2 2s^2 2p^3$, $1s^2 2s^2 2p^2$, $1s^2 2s^1 2p^3$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$?

333. Какие из атомов могут выступать в качестве доноров электронных пар: натрий, фтор, литий, азот, кислород? Приведите электронно-графические схемы этих атомов и укажите на них соответствующие электроны.

334. Какие из атомов могут выступать акцепторами электронных пар: водород, калий, фтор, сера? Приведите электронно-графические схемы этих атомов и укажите на них соответствующие орбитали.

335. Какие из перечисленных атомов не могут образовывать ковалентную связь по обменному механизму: N , Ne , Ca , H , Be , C , Ar , Xe , He ?

336. Какие из приведённых утверждений неверны:

а) для перевода электронов с $2s$ - на $2p$ -подуровень необходима дополнительная энергия;

б) при образовании ковалентной связи по обменному механизму энергия поглощается;

в) атом фтора может образовывать две ковалентные связи — одну по обменному, вторую по донорно-акцепторному механизму, и поэтому может проявлять валентность, равную двум;

г) при образовании ковалентной связи по донорно-акцепторному механизму энергия выделяется;

д) максимальное число ковалентных связей, которые может образовывать атом кислорода по обменному механизму, равно трём;

е) распаривание электронов возможно только между разными энергетическими уровнями;

ж) максимальная валентность азота равна пяти;

з) в атомах гелия и неона распаривание электронов невозможно из-за отсутствия свободных орбиталей?

337. Отметьте верные варианты ответа. В составе иона аммония:

а) одна ковалентная связь образована по обменному механизму, а три — по донорно-акцепторному;

б) три ковалентные связи образованы по обменному механизму, а одна — по донорно-акцепторному;

в) имеется всего четыре ковалентные связи;

г) все четыре ковалентные связи имеют одинаковые характеристики;

д) имеется всего три ковалентные связи.

338. Отметьте верные варианты ответа. В составе иона гидроксония:

а) две ковалентные связи;

б) три ковалентные связи;

в) две связи образованы по обменному механизму, а одна — по донорно-акцепторному;

г) одна связь образована по обменному механизму, а две — по донорно-акцепторному;

д) все три ковалентные связи имеют одинаковые характеристики.

339. Отметьте верные варианты ответа. В молекуле фторида бора(III):

- а) три ковалентные связи;
- б) две ковалентные связи;
- в) две связи образованы по обменному механизму, а одна — по донорно-акцепторному;
- г) одна связь образована по обменному механизму, две — по донорно-акцепторному;
- д) все три ковалентные связи имеют одинаковые характеристики.

340. Составьте формулы всех возможных бинарных соединений между атомами следующих химических элементов: азот, кислород, водород.

341. К какому атому смещается общая электронная пара при образовании ковалентной полярной и ионной связей?

342. Отметьте верные варианты ответа. Ионные кристаллы:

- а) при комнатной температуре плохо проводят электрический ток;
- б) обладают резким запахом;
- в) имеют высокую температуру плавления;
- г) являются веществами немолекулярного строения;
- д) при растворении в воде образуют раствор, который хорошо проводит электрический ток.

343. Между какими из атомов может существовать ионная связь:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| а) натрий и сера; | д) магний и йод; |
| б) хлор и кислород; | е) ксенон и кислород; |
| в) селен и фтор; | ж) алюминий и водород; |
| г) кальций и кислород; | з) литий и азот? |

344. Приведите три примера соединений, в кристаллической решётке которых на каждые два катиона приходится три аниона.

345. Укажите неверные утверждения:

- а) для образования ионной связи между атомами они должны иметь примерно одинаковую электроотрицательность;
- б) типичные металлы с типичными неметаллами образуют ковалентные связи;

в) между собой неметаллы образуют ковалентные связи;
г) атомы металлов между собой образуют ионные связи;
д) ионная связь возникает между одноимёнными ионами;
е) противоположно заряженные ионы отталкиваются;
ж) при отрыве электрона от атома он превращается в анион;

з) при присоединении электрона к катиону его заряд уменьшается.

346. Из приведённого перечня веществ выпишите отдельно вещества с ковалентной неполярной, ковалентной полярной и ионной связями: O_3 , HF , XeF_4 , Cu_2O , CaS , AlF_3 , N_2 , Br_2O , ICl , K_2O_2 , S_8 , HBr , Fe_3O_4 , P_4 , Cl_2O_7 .

347. Какие структурные единицы — атомы, ионы или молекулы — находятся в узлах кристаллических решёток следующих веществ в твёрдом агрегатном состоянии: кислород, нитрат натрия, сера, алмаз, белый фосфор, графит, карбонат кальция, азот, гелий, метан, алюминий, оксид меди(II)?

348. Какие химические связи присутствуют при н. у. в сульфате натрия, серной кислоте, оксиде кальция, гидроксиде бария, оксиде углерода(II)?

349. Отметьте верные утверждения:

а) в узлах кристаллической решётки металлов находятся атомы и катионы металлов;

б) металлическая связь возникает между атомами металлов и неметаллов;

в) металлическая связь является ненаправленной;

г) в кристаллах металлов часть электронов свободно перемещается по всему объёму;

д) металлическая связь сходна с ковалентной, так как при образовании и той и другой связей электроны обобществляются.

350. В летучем водородном соединении какого химического элемента 4 из 18 электронов в составе атома участвуют в образовании ковалентных связей? Укажите формулу водородного соединения.

351. Массовая доля йода и фтора в веществе составляет 69,00 и 31,00 % соответственно. Относительная плотность

паров вещества по кислороду равна 5,749. Установите формулу соединения. Укажите тип химической связи между атомами в этом веществе.

352. Чему равно суммарное число электронов в каждом из ионов: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NH_4^+ ?

353. Вычислите массу $3,01 \cdot 10^{20}$ сульфат-ионов.

354. Какое суммарное число ионов содержится в образце карбоната калия массой 24 г?

355. Чему равна масса навески фосфата лития, в которой содержится суммарно $2,408 \cdot 10^{24}$ катионов и анионов?

356. Рассчитайте массу образца сульфата калия, химическое количество ионов калия в котором равно 0,342 моль.

357. Рассчитайте суммарное число катионов и анионов, содержащихся в образце фосфата кальция массой 24,85 кг.

358. Массовая доля меди в соединении с золотом равна 13,89 %. Установите простейшую формулу этого соединения. Укажите тип химической связи между атомами в этом веществе.

359. *Образец сульфата массой 28,4 г содержит ионы химическим количеством 0,60 моль. Установите химическую формулу сульфата.

360. *На горение углеводорода объёмом (н. у.) 448 см³ был затрачен кислород массой 5,12 г. Образовавшийся углекислый газ пропустили через раствор гидроксида кальция, в результате образовался осадок массой 9,0 г. Относительная плотность углеводорода по водороду меньше 37. Установите формулу углеводорода и рассчитайте массу гидроксида кальция в растворе. Укажите тип химической связи между атомами в углеводороде.

361. *Масса катиона равна $2,99 \cdot 10^{-23}$ г, в его составе содержится 10 электронов. Установите катион. Какие химические связи присутствуют в его составе? Каковы механизмы их образования? Какое число неподелённых и связывающих электронных пар содержится в составе катиона?

362. *Масса сложного аниона равна $1,595 \cdot 10^{-22}$ г. Число электронов в его составе равно 50. Установите анион. Какие химические связи присутствуют в его составе?

§ 14. Свойства химических связей

363. Приведите электронно-графическую схему атома кислорода. Какое число общих электронных пар образуется при возникновении химической связи между атомами кислорода в молекуле кислорода? Приведите графическую схему молекулы кислорода.

364. Между какими атомами могут образовываться кратные ковалентные связи: азот, водород, кислород, натрий, хлор, сера?

365. В молекулах каких веществ все ковалентные связи только σ -типа: H_2O , CH_4 , N_2 , CO_2 , H_2 ?

366. В каких двухатомных молекулах имеются кратные связи: H_2 , N_2 , Na_2 , O_2 , Br_2 , S_2 ?

367. Какие из приведённых утверждений неверны:

а) σ -связь может быть образована перекрыванием s - и p -орбиталей;

б) при образовании химической связи каждый атом стремится занять секстет (т. е. 6) электронов;

в) разрыв кратной связи между атомами углерода протекает с меньшей затратой энергии, чем разрыв одинарной связи между ними;

г) π -связь может образоваться при перекрывании s - и p -орбиталей;

д) между двумя атомами в молекуле может образоваться две σ -связи;

е) два атома в молекуле могут быть связаны только двумя π -связями;

ж) тройная связь в молекуле может состоять из трёх σ -связей?

368. При образовании ковалентных химических связей s -, p - и d -электронные орбитали могут перекрываться между собой. Приведите все возможные комбинации типов перекрываний указанных орбиталей. Какие из них могут образовывать σ -связи, а какие — π -связи?

369. При образовании ковалентной химической связи между двумя атомами её полярность определяется:

а) электроотрицательностью атомов;

- б) относительной атомной массой;
- в) относительными размерами атомов;
- г) валентностями атомов;
- д) степенями окисления атомов.

370. Какое число связывающих и неподелённых электронных пар имеется в молекулах азота, воды, серной кислоты, хлороводорода?

371. Какие из приведённых утверждений неверны:

- а) ковалентная связь между двумя атомами одного химического элемента является неполярной;
- б) ковалентная связь между атомами разных химических элементов в большинстве случаев является полярной;
- в) двухатомная молекула с полярной связью обладает дипольным моментом, т. е. является диполем;
- г) для образования полярной связи необходимо образование трёх общих электронных пар;
- д) общая электронная пара смещается к более электроотрицательному атому?

372. В молекулах каких веществ связи ковалентные полярные, а в каких — ковалентные неполярные: H_2O , HCl , Cl_2 , CH_4 , N_2 , H_2 , N_2 , CO_2 , HF ?

373. В молекулах каких веществ все связи ковалентные полярные: SO_3 , H_2O_2 , NH_3 , ClF , HBr , N_2 , CH_4 ?

374. Для каждой из бинарных молекул укажите, на каком атоме будет частичный положительный заряд, а на каком — отрицательный: NO , ClF , HBr , CO , HI .

375. Приведите электронную формулу и электронно-графическую схему атома углерода в невозбуждённом и возбуждённом состояниях. Какое число химических связей и какого типа может образовывать атом углерода в возбуждённом состоянии с другими атомами?

376. Приведите электронную формулу и электронно-графическую схему атома азота. Какое число химических связей и какого типа может образовывать атом азота с атомами водорода?

377. Приведите структурную формулу соединения азота с водородом. Укажите число связывающих и неподелённых электронных пар в этой молекуле.

378. Сера образует с фтором вещество SF_4 . Изобразите графическую формулу молекулы этого вещества. Ковалентными связями какого типа связаны атомы серы и фтора? Перекрыванием каких орбиталей они образованы?

379. Как изменяется прочность связи и её длина в ряду: $\text{C}-\text{C}$, $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{C}$? Почему?

380. Как изменяется длина и прочность связи в ряду соединений: HI , HBr , HCl , HF ?

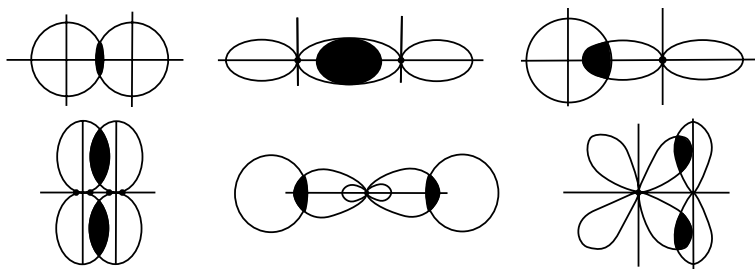
381. Как последовательно изменяется — увеличивается или уменьшается — расстояние между центрами соседних атомов углерода в молекуле винилацетилена $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$?

382. Что является причиной уменьшения термической устойчивости водородных соединений химических элементов VA-группы с увеличением порядкового номера?

383. Какое число ковалентных связей могут образовывать атомы бора, кремния, углерода, азота, фосфора, серы, кислорода, фтора, брома?

384. Атомы каких химических элементов могут образовывать по обменному механизму только по одной ковалентной связи? Почему? Приведите примеры.

385. Перекрывание каких орбиталей представлено на приведённых рисунках? В каждом случае укажите, к возникновению какой связи — π - или σ - — приводит такое перекрывание.



386. Приведите по одному примеру молекул, имеющих в пространстве форму треугольной пирамиды, тетраэдра.

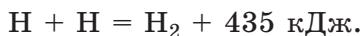
387. Всегда ли молекула, в которой все химические связи являются ковалентными полярными, сама будет

полярной? Приведите пример и поясните, от чего это зависит.

388. Укажите, в чём сходство и различие в строении в каждой паре частиц:

- а) молекула BeF_2 и молекула CO_2 ;
- б) молекула BCl_3 и ион CO_3^{2-} ;
- в) молекула POCl_3 и ион NH_4^+ .

389. Образование молекулы водорода протекает согласно уравнению:



Рассчитайте энергию, которую следует затратить, чтобы разорвать все ковалентные связи между атомами водорода в молекулах в порции водорода массой 12,4 г.

390. При образовании одной химической связи $\text{F}-\text{F}$ выделяется $2,64 \cdot 10^{-19}$ Дж энергии. Рассчитайте химическое количество молекул фтора, которые должны образоваться для того, чтобы выделилось 42,6 кДж энергии.

391. Для превращения молекулы водорода в два изолированных атома необходимо затратить 435 кДж энергии на 1 моль молекул водорода. Какое количество энергии выделится при превращении атомов водорода массой 46,8 г в молекулы?

392. Сульфид натрия массой 8,64 г опустили в раствор массой 180 г с массовой долей фосфорной кислоты 10,5 %. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора сульфата меди. Рассчитайте массу образовавшегося при этом осадка.

393. Газовая смесь состоит из азота и гелия. Объёмная доля гелия равна 70 %. Рассчитайте массовую долю азота и относительную плотность газовой смеси по воздуху.

394. *Относительная плотность углеводорода по водороду равна 13. Установите число химических связей в его молекуле. Укажите число σ - и π -связей, а также число неподелённых электронных пар в молекуле этого углеводорода.

395. *Какую массу метана можно полностью окислить смесью озона и кислорода объёмом (н. у.) $67,2 \text{ см}^3$, в которой массовая доля кислорода в 5 раз больше массовой доли озона?

396. *Оцените, во сколько раз длина связи в молекуле F_2 (0,142 нм) меньше расстояния между молекулами фтора при н. у.

397. *Массовая доля кислорода в газовой смеси, состоящей из оксидов азота(I) и азота(IV), равна 0,50. Рассчитайте относительную плотность этой газовой смеси по воздуху.

§ 14.1. *Гибридизация атомных орбиталей

398. *Укажите верные утверждения:

- а) гибридизация между $1s$ - и $2s$ -орбиталями невозможна;
- б) частица AB_2 , в которой центральный атом А находится в sp -гибридном состоянии, имеет угловую форму;
- в) атомы азота в нитрат-ионе находятся в sp^2 -гибридном состоянии;
- г) молекула метана имеет форму тетраэдра, в вершинах которого расположены атомы углерода, а в центре — атом водорода;
- д) гибридизация атомов, расположенных в третьем периоде и далее, затруднена;
- е) частица, центральный атом которой находится в sp^2 -гибридном состоянии, имеет форму плоского треугольника;
- ж) в молекулах органических соединений атомы углерода могут быть только в sp^3 -гибридном состоянии;
- з) все атомы в молекуле этилена расположены в одной плоскости.

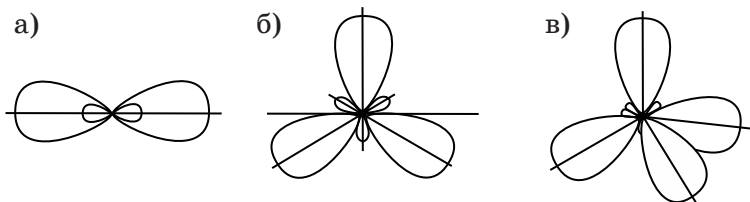
399. *Рассмотрите строение ионов NH_4^+ , SO_3^{2-} . Для каждого из них укажите:

- тип гибридизации орбиталей центрального атома;
- орбитали, которые перекрываются при образовании химических связей;
- число неподелённых и связывающих электронных пар в ионе;
- пространственную конфигурацию иона;
- тип химической связи в ионе;
- полярен ион или нет;
- чему равен угол между связями.

400. *Рассмотрите строение молекул BeCl_2 , BCl_3 , CH_4 , CCl_4 , AsH_3 , H_2O , COF_2 . Для каждой из них укажите:

- тип гибридизации орбиталей центрального атома;
- какие орбитали перекрываются при образовании химических связей;
- какое число неподелённых и связывающих электронных пар имеется в молекуле;
- какую пространственную конфигурацию имеет молекула;
- какой тип химической связи в молекуле;
- полярна молекула или нет;
- чему равен угол между связями.

401. *Какая из предложенных схем соответствует sp -, sp^2 - и sp^3 -гибридизации атомных орбиталей?



402. *Укажите число гибридных орбиталей, участвующих в образовании ковалентных связей в молекулах BeCl_2 , BCl_3 , CH_4 , H_2O , NH_3 .

§ 15. Валентность и степень окисления

403. Укажите верные утверждения:

- а) все химические элементы в соединениях могут проявлять как положительные, так и отрицательные степени окисления;
- б) степень окисления — это условный заряд атома в химическом соединении, если предположить, что оно состоит из ионов;
- в) металлы в соединениях проявляют только отрицательные степени окисления;
- г) все химические элементы имеют постоянную валентность;

д) валентность химического элемента имеет только целочисленные значения;

е) валентность всегда численно равна степени окисления;

ж) щелочные металлы в соединениях проявляют постоянную степень окисления +1;

з) степень окисления не всегда численно равна валентности;

и) валентность водорода во всех соединениях равна единице;

к) валентность элементов второго периода не может быть больше четырёх.

404. Определите степень окисления атомов в следующих соединениях: $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, CuOHCl , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, Na_2Se , Cl_2O , NaClO_4 , Na_2SO_3 , H_3PO_3 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$.

405. Определите степень окисления атомов в следующих соединениях: $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, SnF_4 , I_3N , SiBr_4 , $\text{Ba}(\text{MnO}_4)_2$, PtCl_4 , RaI_2 , $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$.

406. Определите степень окисления атомов в соединениях: NH_4NO_3 , Na_2Te , $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$, PbI_2 , AlPO_4 , CrO_2Cl_2 , Mn_3O_4 , BrF , INO_3 . В каких из них имеется ионная связь?

407. Определите степень окисления атома азота в соединениях: N_2H_4 , NH_2OH , KNH_2 , $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$, NH_3 , NF_3 , NOCl , CH_3NH_2 , NH_4NO_2 .

408. Определите степень окисления атомов кислорода в соединениях: H_2O_2 , K_2O , OF_2 , Cl_2O_7 , CH_3OH , CO , COS , XeO_3 , NaO_3 .

409. Определите степень окисления атомов в ионах: NH_4^+ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, NO_3^- , PO_4^{3-} , ClO_3^- , FeOH^{2+} , OH^- , ClO^- , CO_3^{2-} .

410. Какие из приведённых соединений имеют молекулярное строение: CuS , LiH , NH_3 , Na_3N , FeCl_2 , SO_3 , H_3PO_4 , Al_2O_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$? Для каких атомов, входящих в состав этих соединений, можно говорить о валентности? Кратко поясните свой ответ.

411. Кислород, сера и селен расположены в VIA-группе периодической таблицы. Какие из элементов будут проявлять одинаковые валентности — кислород и сера, сера и селен или кислород и селен — и почему?

412. Может ли степень окисления каких-либо атомов в составе вещества быть дробным числом? Поясните свой ответ.

413. Чем отличаются элементы металлы и неметаллы с точки зрения проявляемых в соединениях степеней окисления?

414. Какие химические элементы из перечисленных всегда проявляют постоянную степень окисления: калий, сера, водород, хлор, фтор, кальций, мышьяк? Для каждого из них укажите какую.

415. Определите степень окисления всех атомов в органических соединениях:

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| а) этин; | з) этановая кислота; |
| б) бутадимен-1,3; | и) метиламин; |
| в) циклобутен; | к) глюкоза; |
| г) 1,2-диметилциклобутан; | л) глицерин; |
| д) этанол; | м) 3-аминобутановая кислота. |
| е) фенол; | |
| ж) этаналь; | |

416. Укажите число ковалентных связей, которые образует атом кислорода в ионе гидроксония. Чему равна валентность и степень окисления атомов кислорода в этом ионе и какое пространственное строение он имеет?

417. Какие из приведённых утверждений неверны:

- а) атомы щелочных металлов всегда проявляют постоянную валентность;
- б) атомы щёлочноземельных металлов всегда проявляют переменную валентность;
- в) атомы азота и фосфора расположены в одной группе периодической таблицы, поэтому они во всех соединениях проявляют одинаковые степени окисления;
- г) максимальная валентность кислорода равна четырём;
- д) минимальная степень окисления равна -8 , а максимальная — $+8$?

418. Какой характеристикой атома — качественной или количественной — является валентность?

419. *Неизвестный металл массой 6,4 г растворили в избытке концентрированной кислоты. В результате реакции

получили соль металла, степень окисления металла в которой равна +2, и газ объёмом (н. у.) $4,48 \text{ дм}^3$, массовая доля азота в котором составляет 30,45 %, а кислорода — 69,55 %. Относительная плотность газа по воздуху равна 1,586. Установите неизвестный металл.

420. *Смесь неизвестного двухвалентного металла с его карбонатом общей массой 2,76 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) $0,896 \text{ дм}^3$. Газ пропустили через избыток водного раствора гидроксида кальция, в результате чего объём газа уменьшился на $0,672 \text{ дм}^3$. Установите неизвестный металл.

§ 16. Типы кристаллических структур

421. Назовите раздел химии, изучающий пространственное строение молекул.

422. Какое пространственное строение имеют все двухатомные молекулы?

423. Составьте схему образования химических связей в молекуле сероводорода. σ - или π -связи образуются между атомами серы и водорода? Какое число неподелённых и связывающих электронных пар содержится в молекуле? Какую пространственную форму она имеет?

424. Составьте схему образования химических связей в молекуле фосфина PH_3 . σ - или π -связи образуются между атомами фосфора и водорода? Сколько неподелённых и связывающих электронных пар содержится в составе молекулы? Форму какой геометрической фигуры она имеет?

425. Укажите число соседних атомов, с которыми связан каждый атом кремния в кристаллической решётке.

426. Для каждого из перечисленных веществ запишите формулу и укажите тип его кристаллической решётки при н. у.: водород, серная кислота, никель, глюкоза, сульфат бария, гидроксид кальция, сера, метан, оксид кремния(IV), хлорид фосфора(III), азотная кислота.

427. Укажите, молекулярное или немолекулярное строение имеют следующие вещества при н. у.: Na_2S , SiC , алмаз, SiO_2 , HBr , CO_2 , NH_3 , Mg_3N_2 .

428. Отметьте вещества с атомной кристаллической решёткой: алмаз, SiO_2 , CO_2 , H_2O , NaCl , HCl , CH_4 , SiC , Si , CH_4 , NH_3 .

429. Приведите примеры двух твёрдых при н. у. веществ, в узлах кристаллической решётки которых находятся атомы, связанные друг с другом ковалентными связями. Какое строение — молекулярное или немолекулярное — имеют эти вещества?

430. Для каждого из перечисленных веществ укажите тип кристаллической решётки при н. у. и приведите его физические свойства: железо, кварц, графит, сероводород, хлорид калия, этанол, серебро.

431. Отметьте верные варианты ответа. Вещества с атомной кристаллической решёткой характеризуются:

- а) высокой температурой плавления;
- б) высокой твёрдостью;
- в) низкой температурой кипения;
- г) высокой летучестью;
- д) низкой электропроводностью;
- е) низкой твёрдостью.

432. Почему вещества с атомной кристаллической решёткой плохо проводят электрический ток?

433. Что является причиной того, что вещества с атомной кристаллической решёткой обладают высокой твёрдостью?

434. Объясните, почему вещества с атомной кристаллической решёткой обычно имеют высокие температуры плавления и кипения.

435. При полном сгорании в избытке кислорода навески массой 10 г какого вещества — графита или фуллерена — образуется больше углекислого газа?

436. Определите число атомов, содержащихся в карбиде кальция массой 540 кг.

437. Массовая доля кремния в смеси карбида кремния и кварца равна 57,9 %. Рассчитайте массовую долю кварца в этой смеси.

438. При взаимодействии высшего оксида элемента VIA-группы массой 10,16 г с избытком воды образуется кислота массой 11,6 г. Установите элемент.

439. *Золото в твёрдом состоянии имеет кубическую гранецентрированную элементарную ячейку, изображённую на рисунке 37 учебного пособия «Химия. 11 класс». Атомы золота в ней располагаются в вершинах куба, а также в середине каждой грани. Внимательно рассмотрите рисунок и установите, какому числу соседних элементарных ячеек одновременно принадлежит каждый атом золота, расположенный: а) в вершине куба; б) в середине каждой грани. Рассчитайте, какое число атомов золота принадлежит одной элементарной ячейке.

440. *Установите химическую формулу газообразного соединения бора с водородом, если при н. у. его плотность примерно равна плотности азота, а массовая доля бора в нём составляет 78,14 %.

441. *Мольная доля пирита в его смеси с сульфидом железа(II) равна 20,0 %. Рассчитайте массовую долю пирита в этой смеси.

442. *Массовая доля кислорода в оксиде, имеющем немолекулярное строение, равна 53,26 %. Установите эмпирическую формулу оксида. Какое тривиальное название он имеет?

443. *Относительная плотность по воздуху соединения, молекула которого состоит из атомов водорода и азота, такая же, как и у кислорода. Массовая доля водорода составляет в нём 12,58 %. Установите химическую формулу этого соединения.

444. *Внимательно рассмотрите элементарную ячейку алмаза на рисунке 38 учебного пособия «Химия. 11 класс». Какое число атомов углерода полностью принадлежит одной элементарной ячейке? Длина ребра кубической элементарной ячейки, изображённой на рисунке, составляет 0,357 нм. Рассчитайте плотность алмаза.

445. *Одним из промышленных способов получения алмазных плёнок является пиролиз углеводородов. Газовую смесь водорода с метаном объёмом (н. у.) $25,2 \text{ дм}^3$ и относительной плотностью по гелию 2,66 подвергли пиролизу на нагретой поверхности площадью $1,46 \text{ м}^2$. Рассчитайте массу алмазной плёнки, образовавшейся на 1 см^2 поверхности, если разложению подверглось 5,26 % исходного количества метана.

§ 17. Межмолекулярное взаимодействие и водородная связь

446. Какую природу имеет межмолекулярное взаимодействие?

447. Как иначе называются силы межмолекулярного взаимодействия? В честь кого они названы?

448. Какие силы — притяжения или отталкивания — преобладают при комнатных условиях между молекулами воды? Поясните свой ответ.

449. Между молекулами какого вещества — жидкого или газообразного — при одинаковых условиях межмолекулярное взаимодействие более сильное?

450. Как зависит сила межмолекулярного взаимодействия от массы молекул? Приведите примеры веществ, подтверждающих это.

451. Как зависит сила межмолекулярного взаимодействия от полярности молекул?

452. Какие физические свойства вещества зависят от силы межмолекулярного взаимодействия? Приведите соответствующие примеры.

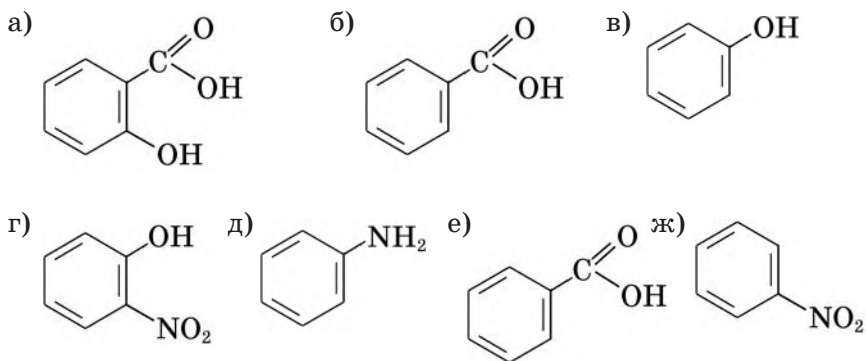
453. Между какими из указанных частиц следует ожидать наиболее сильного взаимодействия:

- а) две полярные молекулы;
- б) две неполярные молекулы;
- в) полярная и неполярная молекулы?

454. Чем можно объяснить более высокую температуру кипения фтороводорода HF по сравнению с хлороводородом HCl, несмотря на то что последняя молекула имеет большую массу?

455. Может ли внутри молекулы образоваться водородная связь? Приведите пример такого соединения.

456. В каких молекулах может образовываться внутри-молекулярная водородная связь:



457. Укажите в каждой паре вещество, температура кипения которого выше, ответ поясните:

а) CH_4 или SiH_4 ;

б) NH_3 или PH_3 .

458. Отметьте верные утверждения:

а) обычно чем больше масса молекул, тем сильнее межмолекулярное взаимодействие;

б) межмолекулярное взаимодействие имеет электростатическую природу;

в) межмолекулярное взаимодействие может осуществляться как между полярными, так и между неполярными молекулами;

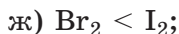
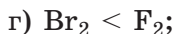
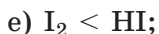
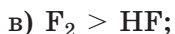
г) межмолекулярное взаимодействие, как правило, усиливается с увеличением полярности молекул;

д) межмолекулярное взаимодействие может осуществляться только между полярными молекулами.

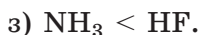
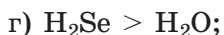
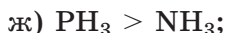
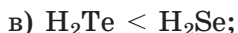
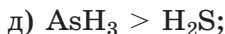
459. Укажите верное соотношение между температурами кипения для каждой пары веществ:

а) $\text{HF} > \text{HBr}$;

б) $\text{HI} > \text{HF}$;



460. Укажите верное соотношение между температурами кипения для каждой пары веществ:



461. В твёрдых телах с каким типом кристаллической решётки между частицами существует межмолекулярное взаимодействие? Приведите три примера таких веществ.

462. В узлах кристаллической решётки твёрдого гелия находятся атомы гелия. Какой тип кристаллической решётки у твёрдого гелия? Каких температур плавления и кипения следует ожидать у гелия? Поясните свой ответ.

463. У веществ с каким типом кристаллической решётки — атомной, молекулярной, ионной или металлической — следует ожидать высокой электропроводности?

464. Какая особенность воды является причиной того, что в зимний период времени в водоёмах продолжается жизнь?

465. Между молекулами каких из перечисленных веществ возникает водородная связь: метанол, серная кислота, уксусный альдегид, фенол, стирол, азотная кислота, метановая кислота, формальдегид, пропанол-2, этилен, бутадиен-1,3, глицерин, диметиловый эфир, метиламин, бензойная кислота?

466. *Оцените среднее расстояние между молекулами воды при н. у. и при температуре $125^\circ C$ и давлении $101,3$ кПа.



ГЛАВА 4.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

§ 18. Классификация и общие характеристики химических реакций

467. Укажите верные утверждения:

а) в окислительно-восстановительных реакциях изменяется электроотрицательность атомов;

б) в реакции замещения реагентами являются два сложных вещества;

в) при разложении сложного вещества может образоваться много простых и сложных веществ;

г) под действием MnO_2 вода разлагается на водород и кислород;

д) реакции между твёрдыми веществами всегда являются гетерогенными;

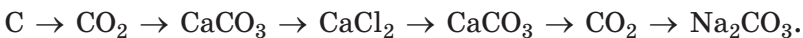
е) электронный баланс — это равенство числа электронов в исходных веществах и продуктах;

ж) реакции обмена не являются окислительно-восстановительными;

з) все реакции разложения являются экзотермическими.

468. Назовите частицы, которые могут участвовать в химических реакциях. Приведите по три примера каждого вида таких частиц.

469. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Для каждой реакции укажите её тип.

470. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые соответствуют следующим уравнениям в сокращённой ионной форме:



- б) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$;
 в) $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{PO}_4^-$;
 г) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$;
 д) $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$;
 е) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

471. Закончите химические реакции и укажите, к какому типу по признаку соотношения числа исходных веществ и продуктов они относятся:

- а) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; в) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow$;
 б) $\text{CO}_2 + \text{CaO} \rightarrow$; г) $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow$.

472. Определите степень окисления атомов всех химических элементов в веществах: Mg , Cl_2 , O_3 , HCl , FeCl_3 , H_2O , H_2SO_3 , HNO_2 , Na_2SiO_3 , NH_3 , NaOH , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Mg_3N_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KH_2PO_4 .

473. Определите степень окисления атомов всех химических элементов в ионах: Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , ClO_4^- , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, NH_4^+ .

474. Определите окислитель и восстановитель в следующих химических реакциях:

- а) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$;
 б) $\text{H}_2\text{S} + 8\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$.

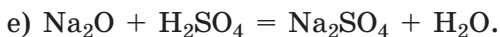
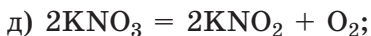
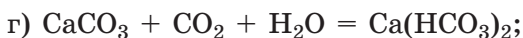
475. Какие из приведённых реакций являются окислительно-восстановительными:

- а) $2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 = 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$;
 б) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
 в) $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
 г) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$;
 д) $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
 е) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 = \text{S} + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$?

Укажите окислитель и восстановитель.

476. Определите, какие из приведённых реакций являются окислительно-восстановительными:

- а) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;
 б) $3\text{HNO}_2 = \text{HNO}_3 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
 в) $2\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2$;

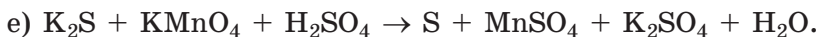
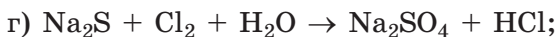
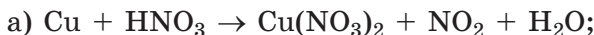


477. В каких из указанных веществ сера может проявлять только окислительные, только восстановительные, как окислительные, так и восстановительные свойства: CaS , SO_2 , SO_3 , S , H_2SO_4 , H_2S ?

478. Какие из перечисленных ионов могут проявлять только окислительные свойства, а какие — только восстановительные: Cl^- , Cu^{2+} , S^{2-} , I^- , Ca^{2+} , Br^- , Al^{3+} ?

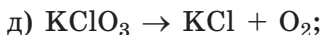
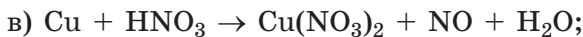
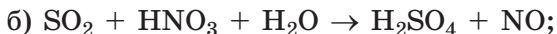
479. По отношению к каким металлам ионы водорода могут выступать в качестве окислителя: магний, золото, цинк, ртуть, серебро, алюминий, платина, хром?

480. Методом электронного баланса расставьте коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций:



В каждой из реакций укажите окислитель и восстановитель.

481. Методом электронного баланса расставьте коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций:



В каждой из реакций укажите окислитель и восстановитель.

482. Приведите по три примера уравнений химических реакций:

- а) с положительным тепловым эффектом;
- б) с отрицательным тепловым эффектом.

Есть ли среди них окислительно-восстановительные реакции?

483. Поставьте знак равенства или знак обратимости вместо знака вопроса в следующих уравнениях химических реакций:

- а) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 ? \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 ? 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 ? 2\text{NH}_3$.

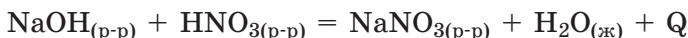
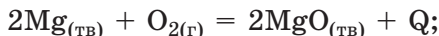
484. Какие из следующих реакций являются каталитическими:

- а) $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$;
- г) $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2?$

485. Выберите из приведённых химических реакций гетерогенные:

- а) $2\text{Cu}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{CuO}_{(\text{тв})}$;
- б) $\text{CH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$;
- в) $\text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{NaOH}_{(\text{р-р})} = \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{р-р})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$;
- г) $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{р-р})} + 2\text{HCl}_{(\text{р-р})} = 2\text{NaCl}_{(\text{р-р})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$.

486. Охарактеризуйте следующие химические реакции:



а) по признаку соотношения числа исходных веществ и продуктов;

б) по признаку изменения степени окисления атомов;

в) по признаку выделения или поглощения тепловой энергии в ходе химической реакции;

г) по признаку обратимости;

- д) по признаку участия катализатора;
- е) по агрегатному состоянию реагирующих веществ.

487. Какой объём (н. у.) водорода потребуется для получения 5,40 кг аммиака из азота?

488. Какую массу углекислого газа можно получить при прокаливании мела массой 460 г, массовая доля карбоната кальция в котором составляет 96,8 %, а остальное приходится на не разлагающиеся при нагревании примеси?

489. Осадок какой массы образуется при сливании раствора массой 95 г с массовой долей раствора нитрата серебра 4,0 % и раствора массой 10 г с массовой долей хлороводорода 14 %?

490. Сульфид калия массой 12,3 г обработали раствором массой 80 г с массовой долей HCl 12,0 %. Выделившийся сероводород H_2S пропустили через избыток водного раствора сульфата меди(II). Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

491. Объём (н. у.) смеси водорода и кислорода равен 30 см³. После реакции между компонентами смеси оказалось, что кислород прореагировал не полностью. Объём (н. у.) непрореагировавшего кислорода равен 7,5 см³. Рассчитайте объёмную долю кислорода в исходной смеси.

492. Серу массой 3,20 г сплавляли с цинком массой 13,0 г. Затем полученный твёрдый продукт полностью растворили в избытке соляной кислоты. Рассчитайте объём (н. у.) выделившихся при этом газов.

493. Рассчитайте объём раствора с массовой долей серной кислоты 15,0 % и плотностью 1,10 г/см³, который потребуется для полного растворения цинка массой 5,0 г.

494. Смесь оксида углерода(II) и оксида углерода(IV) объёмом (н. у.) 5,0 дм³ пропустили через избыток раствора гидроксида натрия. В результате реакции объём (н. у.) газа уменьшился до 2,0 дм³. Рассчитайте массу образовавшегося карбоната натрия.

495. Запишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

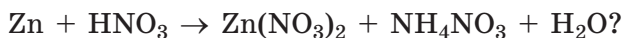


Рассчитайте максимальную массу фосфата натрия, который можно получить из фосфора массой 5,60 т описанным способом.

496. Рассчитайте объём раствора с массовой долей хлороводорода 36,5 % и плотностью 1,18 г/см³ и массу оксида марганца(IV), которые потребуются для получения хлора объёмом (н. у.) 112 см³.

497. Никель может быть получен восстановлением оксида никеля(II) углеродом по реакции: $\text{NiO} + \text{C} = \text{Ni} + \text{CO}$. Какую массу кокса нужно взять для получения никеля массой 130 г, если массовая доля углерода в коксе составляет 95,8 %?

498. Какое химическое количество HNO_3 расходуется на окисление цинка химическим количеством 1 моль в реакции, протекающей по схеме:



499. В результате взаимодействия смеси магния и цинка массой 8,90 г с избытком соляной кислоты выделилось 4,48 дм³ (н. у.) газа. Рассчитайте массовую долю цинка в смеси.

500. Рассчитайте число электронов, перешедших от цинка к ионам меди Cu^{2+} к окончанию реакции, после того как цинковую пластину массой 345 мг опустили в избыток водного раствора сульфата меди(II).

501*. При взаимодействии серы с концентрированной азотной кислотой образуется серная кислота, оксид азота(IV) и вода. Какое число электронов перейдёт от восстановителя к окислителю при взаимодействии серы массой 156 г с избытком концентрированной азотной кислоты?

502*. Какую максимальную массу этана можно окислить смесью озона и кислорода объёмом (н. у.) 14,3 дм³, в которой массовая доля кислорода больше массовой доли озона в 7 раз?

503*. При разложении пероксида водорода одни атомы кислорода отдают электроны и являются восстановителями, а другие — присоединяют и являются окислителями. Каким числом электронов обменялись атомы кислорода, если

полностью разложилось $1,50 \text{ дм}^3$ раствора с массовой долей пероксида водорода 30 % и плотностью $1,08 \text{ г/см}^3$?

§ 18.1. *Окислительно-восстановительные реакции.

Важнейшие окислители и восстановители.

Окислительно-восстановительные процессы в природе, технике, быту

504. *Укажите верные утверждения:

а) за счёт атомов кислорода пероксид водорода может быть в химических реакциях только окислителем;

б) при растворении цинка в соляной кислоте окислителем являются хлорид-ионы;

в) разбавленный водный раствор серной кислоты является окислителем за счёт ионов водорода;

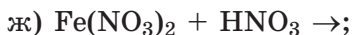
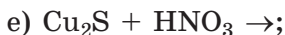
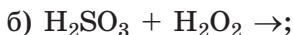
г) соединения, содержащие атомы галогенов в положительных степенях окисления, часто проявляют сильные окислительные свойства;

д) в химических реакциях цинк всегда выступает в качестве восстановителя, а серебро — в качестве окислителя;

е) железо является и окислителем, и восстановителем в реакции между железом и хлоридом железа(III);

ж) вода в химических реакциях может выступать и окислителем, и восстановителем.

505. *Предложите продукты, которые могут образоваться при взаимодействии указанных реагентов, и составьте уравнения соответствующих реакций:



506. *Между бромом и нагретым водным раствором гидроксида калия протекает реакция:



а) Определите степени окисления атомов всех элементов в реагентах и продуктах.

б) Укажите окислитель и восстановитель.

в) Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты.

г) Составьте полное и сокращённое ионные уравнения.

507. *При восстановлении азотной кислоты химическим количеством 0,025 моль атомы азота присоединили $6,02 \cdot 10^{22}$ электронов. Какое вещество может выделяться в данной реакции в качестве продукта восстановления азотной кислоты?

508. *Перманганат калия KMnO_4 является сильным окислителем в кислой среде. Марганец в таких условиях восстанавливается до степени окисления +2. Рассчитайте, какой объём (н. у.) сернистого газа может прореагировать с подкисленным серной кислотой раствором, содержащим перманганат калия массой 0,84 г, если сера(IV) в этих условиях окисляется до соединения, в котором её степень окисления равна +6.

509. *При каталитическом разложении бертолетовой соли степень окисления атомов хлора изменяется с +5 до -1. Рассчитайте число электронов, которые перейдут от атомов кислорода к атомам хлора при полном разложении бертолетовой соли массой 286 г. Какой объём (н. у.) газа выделится при этом?

510. *Часто применяемый в аналитической химии водный раствор перманганата калия нельзя хранить продолжительное время из-за взаимодействия растворителя и растворённого вещества. При стоянии такого раствора из него выпадает бурый осадок оксида марганца(IV) и выделяется газ, а в растворе образуется гидроксид калия. При хранении 500 г водного раствора с массовой долей перманганата калия 0,58 % из него выделился газ объёмом (н. у.) 106 см^3 . Рассчитайте, какая часть соли, содержащейся в растворе, разложилась за это время.

§ 19. Тепловые эффекты химических реакций

511. Укажите верные утверждения:

а) для того чтобы реакция водорода с кислородом началась, газообразную смесь следует нагреть, поэтому эта реакция является эндотермической;

б) получение негашёной извести из мела является эндотермической реакцией;

в) при превращении молекулы азота в три атома азота выделяется 945 кДж теплоты;

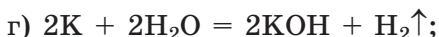
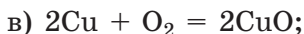
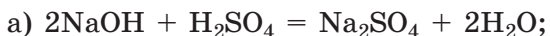
г) для превращения жидкой воды в пар следует затратить энергию, поэтому это эндотермический процесс;

д) тепловой эффект реакции равен количеству теплоты, которая выделяется или поглощается при образовании химических связей;

е) химическая реакция, протекающая под действием света, является эндотермической;

ж) в термохимическом уравнении $C + O_2 = CO_2 + 394 \text{ кДж}$ величина 394 кДж означает количество теплоты, которая выделится при сгорании 1 г углерода.

512. Какие из приведённых ниже уравнений реакций являются термохимическими:



513. В эндотермической химической реакции количество теплоты, затраченной на разрыв химических связей, больше или меньше количества теплоты, выделяющейся при образовании связей?

514. При полном сгорании в кислороде метана химическим количеством 1 моль выделяется 802 кДж тепла,

а при сгорании 1 моль глюкозы — 2803 кДж. При сгорании какого из этих веществ массой 1 г выделится больше тепловой энергии? Подтвердите свой ответ расчётом.

515. Взаимодействие оксида серы(VI) с водой протекает согласно термохимическому уравнению:



Навеску оксида серы(VI) растворили в 50 см³ воды. При этом выделилось 1,95 кДж теплоты. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

516. При взаимодействии водорода объёмом (н. у.) 224 см³ с фтором массой 304 мг выделилось 4,32 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции водорода с фтором.

517. При сгорании смеси водорода с кислородом объёмом (н. у.) 240 дм³ выделился 1021 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение протекающей реакции, если в сгоревшей смеси объёмная доля кислорода была в 2 раза больше объёмной доли водорода.

518. Составьте термохимическое уравнение горения водорода в кислороде, если при сгорании водорода массой 1,00 г выделяется 143 кДж теплоты.

519. Рассчитайте количество теплоты, которая поглотится при окислении азота массой 10 г до оксида азота(II). Известно, что при окислении азота химическим количеством 1 моль поглощается 90,4 кДж теплоты.

520. Какой объём (н. у.) водорода следует сжечь, чтобы выделилось 30 МДж теплоты? Известно, что при сгорании водорода массой 2,0 г выделяется 286 кДж теплоты.

521. Примерная энергетическая ценность (калорийность) 1 г белков, жиров и углеводов соответственно равна 17, 37 и 17 кДж. Рекомендованная суточная норма потребления для взрослого человека составляет примерно 2500 ккал (1 кал = 4,19 Дж). На упаковке каждого пищевого продукта должно быть указано, какая масса белков, жиров и углеводов содержится в 100 г этого продукта. Запишите в тетради содержание белков, жиров и углеводов в 100 г хлеба, который вы употребляете на завтрак. Рассчитайте,

какую долю суточной потребности в энергии вы получите, если съедите на завтрак такой хлеб массой 100 г.

522. Используя численные данные по калорийности из предыдущей задачи и данные с упаковки соответствующего продукта, определите энергетическую ценность и долю суточной потребности в энергии при употреблении:

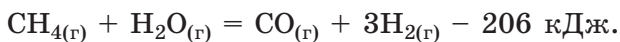
- а) одного стакана молока жирностью 2,5 %;
- б) 50 г молочного шоколада;
- в) упаковки (75 г) картофельных чипсов;
- г) бутылки кока-колы (500 г) с сахаром.

523. Какую массу угля, массовая доля углерода в котором равна 96,0 %, а остальное — инертные примеси, нужно сжечь, чтобы получить 5700 кДж теплоты? Известно, что при сгорании углерода химическим количеством 1 моль выделяется 396 кДж теплоты.

524. *При полном сгорании 1 кг пропана и бутана в кислороде выделяется 47,54 МДж и 47,20 МДж теплоты соответственно. Рассчитайте, какое количество теплоты выделится при полном сгорании в кислороде смеси пропана и бутана объёмом (н. у.) 140 м³, в которой объёмная доля пропана в 3 раза больше объёмной доли бутана.

525. *При сгорании водорода массой 8 г выделяется 1144 кДж теплоты, при сгорании 1 моль метана — 802 кДж. Рассчитайте, какое количество теплоты выделится при сгорании 24 г смеси водорода и метана, в которой химическое количество H₂ в 4 раза больше химического количества CH₄.

526. *При сгорании 1 моль метана в кислороде выделяется 802 кДж теплоты. Рассчитайте объём (н. у.) метана, который необходимо сжечь, чтобы выделившейся энергии хватило для получения угарного газа и водорода общей массой 3,40 т по реакции:



527. *Термитная смесь, или термит, используется при ремонте изделий из железа и его сплавов в полевых условиях, когда электро- или газовая сварка недоступны. Термит представляет собой стехиометрическую смесь оксида

железа(III) и порошкообразного алюминия. Приведите уравнение реакции, протекающей при поджигании термитной смеси. Рассчитайте массы оксида железа(III) и алюминия, которые необходимы для приготовления 500 г термитной смеси.

528. *Для старшеклассника средней комплекции суточная потребность в энергии составляет 2400 ккал (1 кал = 4,19 Дж). Приняв, что вся суточная потребность в энергии выделяется в результате полного окисления глюкозы кислородом, рассчитайте, какой объём (н. у.) воздуха необходим старшекласснику в сутки для получения необходимого количества энергии. При полном окислении глюкозы массой 18,0 г кислородом выделяется 280 кДж, а объёмная доля кислорода в воздухе равна 21,0 %.

529. *Расход теплоэнергии для подогрева воды на одного человека в месяц составляет 0,252 Гкал, расход теплоэнергии на отопление 1 м² площади — 0,0435 Гкал. Считая, что тепловая энергия вырабатывается путём сжигания природного газа, рассчитайте, какой суммарный объём (н. у.) газа необходим для подогрева горячей воды семье из трёх человек и отопления квартиры площадью 64 м² в течение одного месяца, если до потребителя доходит только 70 % произведённой тепловой энергии (1 кал = 4,19 Дж). Природный газ состоит на 97 % по объёму из метана и на 3 % из негорючих примесей, а при сгорании 1 г метана выделяется 50,1 кДж теплоты. Какой объём (н. у.) воздуха, содержащего 21 % кислорода по объёму, понадобится для сжигания необходимого количества метана?

§ 20. Скорость химических реакций

Пример 3. В реакторе объёмом 560 см³ в присутствии катализатора протекает реакция между водородом и азотом. Через 10 минут после начала реакции в сосуде содержалось 0,44 моль N₂ и 2,12 моль H₂, а через 25 минут от начала реакции химическое количество N₂ уменьшилось до 0,32 моль. Рассчитайте средние скорости реакции по

азоту и по водороду. Какое химическое количество водорода останется в реакторе через 25 минут после начала реакции?

Дано:

$$V = 560 \text{ см}^3$$

$$t_1 = 10 \text{ мин}$$

$$t_2 = 25 \text{ мин}$$

$$n_1(\text{N}_2) = 0,44 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{N}_2) = 0,32 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{H}_2) = 2,12 \text{ моль}$$

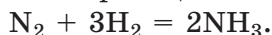
$$v(\text{N}_2) = ?$$

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

$$n_2(\text{H}_2) = ?$$

Решение

Протекает реакция:



Изменение химического количества азота за время $\Delta t = t_2 - t_1 = 25 \text{ мин} - 10 \text{ мин} = 15 \text{ мин}$ составило $\Delta n(\text{N}_2) = n_2(\text{N}_2) - n_1(\text{N}_2) = 0,32 \text{ моль} - 0,44 \text{ моль} = -0,12 \text{ моль}$ (знак минуса означает, что химическое количество уменьшилось по сравнению с начальным).

Следовательно, за 15 минут прореагировало 0,12 моль N_2 . В соответствии с уравнением реакции химическое количество H_2 , вступившего в реакцию за это же время, будет в 3 раза больше:

$$\Delta n(\text{H}_2) = 3 \cdot \Delta n(\text{N}_2) = 3 \cdot (-0,12 \text{ моль}) = -0,36 \text{ моль}.$$

Следовательно, химическое количество H_2 уменьшится (на это указывает знак минуса) на 0,36 моль и через 25 минут после начала реакции станет равным:

$$n_2(\text{H}_2) = n_1(\text{H}_2) + \Delta n(\text{H}_2) = 2,12 \text{ моль} + (-0,36 \text{ моль}) = 1,76 \text{ моль}.$$

В момент времени t_1 молярная концентрация N_2 была равна:

$$c_1(\text{N}_2) = \frac{n_1(\text{N}_2)}{V} = \frac{0,44 \text{ моль}}{0,560 \text{ дм}^3} = 0,786 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

В момент времени t_2 она стала равна:

$$c_2(\text{N}_2) = \frac{n_2(\text{N}_2)}{V} = \frac{0,32 \text{ моль}}{0,560 \text{ дм}^3} = 0,571 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

Изменение молярной концентрации N_2 за время Δt будет равно:

$$\Delta c(\text{N}_2) = c_2(\text{N}_2) - c_1(\text{N}_2) = 0,571 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} - 0,786 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} = -0,215 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} \text{ (знак минуса указывает на убыль концентрации соответствующего вещества).}$$

Поскольку мы определяем скорость по исходному веществу (изменение молярной концентрации которого отрицательно), то следует использовать формулу со знаком минус перед выражением для расчёта скорости:

$$v(\text{N}_2) = - \frac{\Delta c(\text{N}_2)}{\Delta t} = - \frac{-0,215 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}}{15 \text{ мин}} = 0,0143 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}}.$$

В момент времени t_1 молярная концентрация H_2 была равна:

$$c_1(\text{H}_2) = \frac{n_1(\text{H}_2)}{V} = \frac{2,12 \text{ моль}}{0,560 \text{ дм}^3} = 3,786 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

В момент времени t_2 она стала равна:

$$c_2(\text{H}_2) = \frac{n_2(\text{H}_2)}{V} = \frac{1,76 \text{ моль}}{0,560 \text{ дм}^3} = 3,143 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

Изменение молярной концентрации H_2 за время Δt будет равно:

$$\Delta c(\text{H}_2) = c_2(\text{H}_2) - c_1(\text{H}_2) = 3,143 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} - 3,786 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} = -0,643 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} \text{ (знак минуса указывает на убыль концентрации соответствующего вещества).}$$

Поскольку мы определяем скорость по исходному веществу (изменение молярной концентрации которого отрицательно), то следует использовать формулу со знаком минус перед выражением для расчёта скорости:

$$v(\text{H}_2) = - \frac{\Delta c(\text{H}_2)}{\Delta t} = - \frac{-0,643 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}}{15 \text{ мин}} = 0,0429 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}}.$$

Этот же результат для скорости по водороду мы могли получить более простым путём.

Из уравнения реакции следует, что коэффициент перед H_2 в 3 раза больше коэффициента перед N_2 . Это означает,

что убыль концентрации H_2 (а значит, и скорость реакции по H_2) будет в 3 раза больше, чем убыль концентрации N_2 (а значит, и скорость реакции по N_2).

$$v(H_2) = 3 \cdot v(N_2) = 3 \cdot 0,0143 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}} = 0,0429 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}}.$$

О т в е т: $v(N_2) = 0,0143 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}}$, $v(H_2) = 0,0429 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}}$, $n_2(H_2) = 1,76 \text{ моль}$.

530. Укажите верные утверждения:

- а) скорость химической реакции измеряется в моль/с;
- б) скорость химической реакции, определённая по любому исходному веществу или продукту, может быть одинаковой для некоторых реакций;
- в) скорость любой гомогенной химической реакции по мере её протекания увеличивается;
- г) число активных молекул зависит от температуры;
- д) катализатор химической реакции повышает энергию активации;
- е) чем выше температура, тем большее число молекул имеют энергию, превышающую энергию активации;
- ж) для протекания реакции между двумя веществами как минимум необходимо столкновение частиц этих веществ;
- з) для гомогенной реакции скорость можно выражать в $\frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{мин}}$.

531. Каждое ли столкновение молекул реагирующих веществ приводит к химическим превращениям? Поясните свой ответ.

532. Как скорость протекания химической реакции качественно зависит от величины энергии активации этой реакции?

533. Отметьте верные утверждения. Скорость гомогенной химической реакции определяется:

- а) химическим количеством вещества, прореагировавшего (или образовавшегося) в единице объёма системы;

б) массой вещества, прореагировавшего (или образовавшегося) в единицу времени в единице объёма системы;

в) химическим количеством вещества, прореагировавшего (или образовавшегося) в единицу времени;

г) объёмом вещества, прореагировавшего (или образовавшегося) в единицу времени в единице объёма системы.

534. Реакция нейтрализации или реакция окисления железа воздухом при комнатной температуре будет протекать с большей скоростью? Ответ обоснуйте.

535. Приведите пять примеров химических реакций, протекающих с различной скоростью.

536. Объясните, как изменяется химическое количество исходных веществ и продуктов реакции при протекании химической реакции.

537. Можно ли определить скорость химической реакции по изменению молярной концентрации исходных веществ или продуктов реакции?

538. В каких единицах измеряется скорость гомогенной химической реакции?

539. В воде растворили хлороводород объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$, затем объём раствора довели до 450 см^3 . Рассчитайте молярную концентрацию HCl в полученном растворе.

540. Массовая доля H_2SO_4 в растворе равна $3,22 \%$, плотность раствора составляет $1,02 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте молярную концентрацию серной кислоты в растворе.

541. В водном растворе вещество A_2B разлагается по уравнению: $\text{A}_2\text{B} = \text{C} + 2\text{D}$. Через 5 секунд концентрация вещества D в растворе стала равной $0,4 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте среднюю скорость реакции разложения A_2B .

542. В сосуде объёмом 4 дм^3 протекает реакция окисления угарного газа кислородом. Через 2 минуты после начала реакции химическое количество углекислого газа увеличилось на $2,40 \text{ моль}$. Рассчитайте среднюю скорость образования оксида углерода(IV).

543. В сосуде объёмом 4 дм^3 через 3 секунды после начала реакции образовалось $16,8 \text{ г NH}_3$. Рассчитайте среднюю

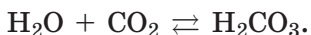
скорость образования аммиака и скорость расходования водорода в этой реакции.

544. При взаимодействии фтора, хлора, брома, йода по отдельности с водородом в сосудах с одинаковым объёмом через равные промежутки времени образовались продукты реакции равной массы. В каком сосуде скорость реакции была наибольшей?

545. В растворе вещество АВ распадается по уравнению: $AB = C + D$. При $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сосуде объёмом $4,0\text{ дм}^3$ за 10 секунд химическое количество АВ уменьшилось на $0,20$ моль, а при $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сосуде объёмом $1,0\text{ дм}^3$ за 6 секунд — на $0,15$ моль. Во сколько раз скорость этой реакции при $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$?

546*. В герметичном реакторе объёмом $2,60\text{ дм}^3$, имеющем кран, находится 860 см^3 раствора гидроксида калия при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. В сосуд через кран ввели хлор, в результате чего давление в реакторе повысилось от 0 до $101,3\text{ кПа}$. Кран закрыли. Через 12 минут давление в сосуде уменьшилось на 68% по сравнению с исходным, а температура осталась прежней. Приведите уравнение реакции, протекающей в реакторе, и рассчитайте её скорость.

547*. Карбоангидраза катализирует обратимую реакцию гидратации CO_2 :



Карбоангидраза эритроцитов обеспечивает в тканях связывание углекислого газа кровью и быстрое освобождение последней от CO_2 в лёгких, тем самым обеспечивает удаление углекислого газа из организма. Было установлено, что при $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ навеска чистой карбоангидразы массой 20 мкг за 1 минуту катализирует гидратацию $0,60\text{ г CO}_2$. Молярная масса карбоангидразы равна 30 000 г/моль . Рассчитайте число оборотов карбоангидразы. Числом оборотов фермента называется число молекул субстрата, претерпевающих превращение за 1 минуту в расчёте на 1 молекулу фермента.

548*. В клетке в процессе её жизнедеятельности образуются так называемые активные формы кислорода, обладающие повышенной реакционной способностью.

Их избыточная продукция является причиной нарушения некоторых биологических структур и функций. В то же время в клетке существуют системы, разрушающие активные формы кислорода, тем самым нормализуя внутриклеточные процессы. Одной из активных форм кислорода является пероксид водорода. Его избыточное содержание в клетке оказывает на неё токсическое действие, поэтому избыток образовавшегося пероксида водорода в клетке разрушается. Этот процесс катализирует особый фермент — каталаза. Под его действием пероксид водорода распадается на воду и кислород:



Каталаза является одним из наиболее эффективно работающих ферментов: одна молекула каталазы за одну секунду разлагает 200 тыс. молекул пероксида водорода. Рассчитайте скорость химической реакции, протекающей при участии каталазы, в среде объёмом 5 см³, содержащей 1 мг каталазы и избыток пероксида водорода. Молярная масса каталазы равна 250 000 г/моль.

§ 21. Факторы, влияющие на скорость химических реакций

Пример 4. На сколько градусов следует увеличить температуру, чтобы скорость химической реакции возросла в 16 раз, если при увеличении температуры на 10 °С скорость данной реакции возрастает в 2 раза?

Дано:

$$\frac{v_2}{v_1} = 16$$

$$\gamma = 2$$

$$\Delta t \text{ — ?}$$

Решение

Зависимость скорости химической реакции от температуры выражает уравнение Вант-Гоффа:

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \quad \text{или} \quad \frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}},$$

где γ — температурный коэффициент скорости реакции, v_2 — скорость реакции при температуре t_2 , v_1 — скорость реакции при температуре t_1 .

Подставим известные значения из условия:

$$16 = 2^{\frac{\Delta t}{10}}, \text{ поскольку } 16 = 2^4, \text{ имеем } 2^4 = 2^{\frac{\Delta t}{10}}.$$

Откуда $4 = \frac{\Delta t}{10}$ и $\Delta t = 4 \cdot 10 = 40$.

О т в е т: $\Delta t = 40$ °С.

549. Укажите верные утверждения:

а) для протекания любой химической реакции нужен катализатор;

б) скорость гомогенной реакции зависит от площади соприкосновения реагирующих частиц;

в) для большинства реакций повышение температуры приводит к повышению скорости реакции;

г) скорость реакции между твёрдым и газообразным веществами зависит от молярной концентрации только одного из веществ;

д) для каждой химической реакции существует только один катализатор;

е) известны химические реакции, которые протекают без катализатора;

ж) согласно правилу Вант-Гоффа, для большинства химических реакций повышение температуры на 2–4 °С приводит к увеличению её скорости в 10 раз.

550. Перечислите факторы, влияющие на скорость химической реакции. Для каждого из них укажите, как он влияет на скорость.

551. Скорость химической реакции между цинком и водным раствором серной кислоты зависит от молярной концентрации только одного из этих веществ. Какого? Кратко поясните свой ответ.

552. Поясните, почему скорость химической реакции цинка с водным раствором серной кислоты выше, чем с раствором уксусной кислоты, при одинаковой молярной концентрации кислот в растворе.

553. В одной пробирке находится одноосновная кислота, в другой — двухосновная. Обе кислоты являются сильными, и их молярные концентрации в растворе равны. В обе пробирки поместили одинаковые кусочки цинка. В какой

пробирке более интенсивно будет выделяться водород? Кратко поясните свой ответ.

554. Как называются вещества, замедляющие химическую реакцию? Для каких целей их используют на практике?

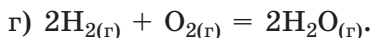
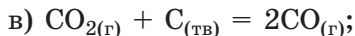
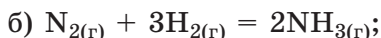
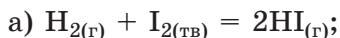
555. При какой температуре — высокой или низкой — в системе будет больше активных молекул?

556. Чем активные молекулы отличаются от неактивных? Как изменяется число активных молекул с ростом температуры?

557. Как площадь поверхности соприкосновения реагирующих веществ влияет на скорость химической реакции? Приведите пример использования этого фактора в повседневной жизни.

558. Смесь из 10 моль сернистого газа и 10 моль кислорода пропустили над катализатором. В смеси образовалось 4 моль оксида серы(VI). Какое химическое количество SO_2 и O_2 осталось в смеси?

559. Запишите математическое выражение зависимости скорости следующих реакций от молярной концентрации реагирующих веществ:



560. На сколько градусов нужно увеличить температуру, чтобы скорость химической реакции возросла в 27 раз, если при увеличении температуры на 10°C скорость реакции возрастает в 3 раза?

561. *Рассчитайте температурный коэффициент скорости химической реакции, если известно, что при 80°C скорость реакции равна $1 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$, а при 110°C — $27 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.

562. *При повышении температуры на 40°C скорость химической реакции увеличилась в 46 раз. Чему равен температурный коэффициент скорости этой реакции?

563. *Температурный коэффициент скорости химической реакции равен 3,12. Во сколько раз увеличится скорость реакции, если температуру повысить на 50 °С?

564. *Скорость химической реакции при 40 °С равна $2 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$. Рассчитайте скорость химической реакции при 60 °С, если известно, что температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

565. Какую массу оксида азота(IV) следует добавить к эквимолярной (т. е. содержащей одинаковые химические количества компонентов) газовой смеси азота и водорода массой 100 г, чтобы увеличить её молярную массу на 20 %?

566. *Срок хранения пищевых продуктов зависит от протекания в них химических реакций, приводящих к разрушению полезных или накоплению вредных веществ. На упаковке пищевого продукта указано, что срок его хранения при 4 °С составляет четверо суток, а при 20 °С — 12 часов. Рассчитайте срок хранения продукта при 0 °С.

567. *При растворении меди в растворе азотной кислоты выделился газ, относительная плотность которого по воздуху равна 1,402. Составьте молекулярное уравнение химической реакции, протекающей в этом эксперименте.

568. *При пропускании углекислого газа над раскалённым углём образовалась смесь угарного и углекислого газов. К полученной смеси газов добавили кислород, объём которого был в 2 раза меньше объёма угарного газа в смеси, что не изменило относительную плотность образовавшейся газовой смеси по воздуху по сравнению с исходной. Полученную после добавления кислорода смесь подожгли. Рассчитайте массовую долю угарного газа в исходной газовой смеси и относительную плотность газа по водороду после окончания химической реакции горения.

§ 21.1. *Закон действующих масс

Пример 5. Во сколько раз возрастёт скорость химической реакции между газообразными веществами, реагирующими по уравнению:



если в 4 раза увеличить давление в системе?

Д а н о :

$$p_2 = 4 \cdot p_1$$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

Р е ш е н и е

Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов описывает закон действующих масс: скорость гомогенной химической реакции прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции. Пусть исходные молярные концентрации А и В были равны $c_1(A)$ и $c_1(B)$.

Скорость реакции при обычном давлении равна:

$$v_1 = k \cdot c_1^2(A) \cdot c_1(B),$$

где k — константа скорости реакции, $c_1(A)$ и $c_1(B)$ — молярные концентрации реагирующих веществ А и В.

Увеличить давление в системе можно за счёт уменьшения её объёма. В данном случае, чтобы увеличить давление в системе в 4 раза, следует уменьшить объём системы в 4 раза. Если объём системы уменьшить в 4 раза, то молярные концентрации всех компонентов увеличатся в 4 раза:

$$c_2(A) = 4 \cdot c_1(A) \text{ и } c_2(B) = 4 \cdot c_1(B).$$

Скорость реакции при повышенном давлении будет равна:

$$\begin{aligned} v_2 &= k \cdot c_2^2(A) \cdot c_2(B) = k \cdot (4 \cdot c_1(A))^2 \cdot 4 \cdot c_1(B) = \\ &= k \cdot 16 \cdot c_1^2(A) \cdot 4 \cdot c_1(B) = 64 \cdot k \cdot c_1^2(A) \cdot c_1(B). \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } \frac{v_2}{v_1} = \frac{64 \cdot k \cdot c_1^2(A) \cdot c_1(B)}{k \cdot c_1^2(A) \cdot c_1(B)} = 64. \text{ Скорость реакции}$$

увеличится в 64 раза.

$$\text{О т в е т: } \frac{v_2}{v_1} = 64.$$

Пример 6. В системе протекает реакция между газообразными веществами: $A + B = C$.

Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если молярную концентрацию вещества А увеличить в 3 раза?

Дано:

$$c_2(A) = 3 \cdot c_1(A)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

Решение

Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов описывает закон действующих масс: скорость гомогенной химической реакции прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.

Скорость рассматриваемой реакции в исходном состоянии системы равна:

$$v_1 = k \cdot c_1(A) \cdot c_1(B).$$

Скорость реакции после увеличения молярной концентрации вещества А:

$$v_2 = k \cdot c_2(A) \cdot c_2(B).$$

Согласно условию: $c_2(A) = 3 \cdot c_1(A)$, а концентрация В не изменилась: $c_2(B) = c_1(B)$. Подставим эти значения в выражение для v_2 :

$$v_2 = k \cdot c_2(A) \cdot c_2(B) = k \cdot 3 \cdot c_1(A) \cdot c_1(B).$$

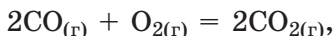
Рассчитаем, во сколько раз возрастёт скорость реакции при увеличении молярной концентрации вещества А:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot 3 \cdot c_1(A) \cdot c_1(B)}{k \cdot c_1(A) \cdot c_1(B)} = 3.$$

О т в е т: $\frac{v_2}{v_1} = 3.$

569. *В сосуде объёмом 350 см³, содержащем катализатор, смешали азот и водород химическим количеством по 5 моль и нагрели. Через 10 секунд химическое количество водорода уменьшилось на 2,1 моль. Во сколько раз изменилась молярная концентрация азота за это время?

570. *Как изменится скорость реакции



если концентрацию CO увеличить в 4 раза, а концентрацию O_2 уменьшить в 8 раз?

571. *В растворе протекает реакция:



Как изменится скорость реакции, если увеличить молярную концентрацию вещества A в 2 раза, а молярную концентрацию вещества B — в 1,5 раза?

572. *Во сколько раз возрастёт скорость химической реакции $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$, если концентрацию водорода увеличить в 2 раза, а азота — в 3 раза?

573. *Во сколько раз возрастёт скорость химической реакции между газообразными веществами, реагирующими в герметичном сосуде по уравнению $\text{A} + \text{B} = 2\text{C} + \text{D}$, если увеличить давление в сосуде в 4 раза?

574. *Как изменится скорость химической реакции между газообразными веществами, реагирующими в герметичном сосуде по уравнению $2\text{CO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{CO}_{2(\text{r})}$, если уменьшить давление в сосуде в 3 раза?

575. *Концентрацию водорода в реакции $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ увеличили в 3 раза. Как нужно изменить концентрацию азота, чтобы скорость реакции возросла в 2 раза?

576. *В сосуде между газообразными веществами протекает реакция:



Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если концентрацию A в сосуде увеличить в 3 раза, концентрацию B — в 2 раза и одновременно повысить температуру на 30°C по сравнению с исходной? Температурный коэффициент скорости этой реакции равен 3.

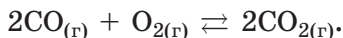
577. *В сосуде между газообразными веществами протекает реакция:



Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если увеличить давление в 3 раза и повысить температуру на 20°C по сравнению с исходной? Температурный коэффициент скорости этой реакции равен 3.

§ 22. Химическое равновесие

Пример 7. В системе установилось равновесие:



Равновесная молярная концентрация оксида углерода(II) равна $2,50 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте начальную и равновесную молярную концентрацию кислорода, если известно, что к моменту установления равновесия прореагировало 30 % начального химического количества кислорода, а исходные вещества были взяты в стехиометрических количествах.

Дано:

$$c(\text{CO}_2) = 2,50 \text{ моль/дм}^3$$

$$\eta(\text{O}_2) = 30 \%$$

$$c_0(\text{O}_2) = ?$$

$$c(\text{O}_2) = ?$$

Решение

В начальный момент продуктов реакции в системе не было. Согласно уравнению реакции, чтобы в 1 дм^3 системы образовалось $2,50 \text{ моль CO}_2$ в реакцию должен вступить кислород химическим

количеством в 2 раза меньше, т. е. $\frac{2,50 \text{ моль}}{2} = 1,25 \text{ моль}$.

Согласно условию задачи к моменту наступления равновесия прореагировало 30 % исходного количества кислорода, следовательно, в 1 дм^3 системы в начальный момент кислорода содержалось $\frac{1,25 \text{ моль}}{0,30} = 4,17 \text{ моль}$ и его начальная

концентрация была равна $c_0(\text{O}_2) = 4,17 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}$.

Если к моменту наступления равновесия прореагировало 30 % кислорода, то в 1 дм^3 системы его равновесное количество равно 70 % от начального, что составляет $0,7 \cdot 4,17 \text{ моль} = 2,92 \text{ моль}$.

$$\text{Тогда: } c(\text{O}_2) = 2,92 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

$$\text{О т в е т: } c_0(\text{O}_2) = 4,17 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}, c(\text{O}_2) = 2,92 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

578. Укажите верные утверждения:

- а) все реакции между газами являются необратимыми;
- б) обратимыми могут быть гетерогенные реакции;
- в) в состоянии химического равновесия концентрации реагентов и продуктов равны;

г) любое внешнее воздействие влияет на положение равновесия (т. е. равновесные концентрации всех веществ);

д) если равновесие достигается с участием только твёрдых реагентов и продуктов, то давление не оказывает влияния на состояние равновесия;

е) если систему, находящуюся в равновесии, нагреть (охладить), то она переходит в новое состояние равновесия;

ж) в равновесной системе в ответ на повышение давления происходит уменьшение числа газообразных частиц;

з) повышение температуры ускоряет как прямую, так и обратную реакции, но в разной степени;

и) при добавлении в равновесную систему реагентов или продуктов их равновесные концентрации не изменяются.

579. Как называются реакции, в которых исходные вещества не полностью превращаются в продукты реакции? Приведите два примера таких реакций.

580. Составьте по три уравнения обратимых и необратимых химических реакций. Охарактеризуйте предложенные вами реакции по различным признакам.

581. Почему необратимые реакции во многих случаях более правильно называть «практически необратимые»?

582. Выберите справедливое утверждение. В состоянии химического равновесия:

а) скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции;

б) концентрация исходных веществ равна концентрации продуктов реакции;

в) превращение веществ не происходит;

г) за единицу времени образуется столько молекул продуктов реакции, сколько их и распадается.

583. Как изменяется скорость прямой и обратной реакций, если система движется к состоянию равновесия:

а) увеличивается скорость прямой и обратной реакций;

б) уменьшается скорость прямой и обратной реакций;

в) увеличивается скорость прямой и уменьшается скорость обратной реакции;

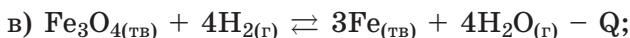
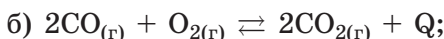
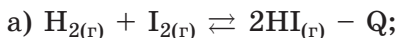
г) уменьшается скорость прямой и увеличивается скорость обратной реакции?

584. Как называют состояние системы, при котором скорости прямой и обратной реакций перестают изменяться и становятся равными друг другу?

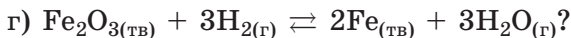
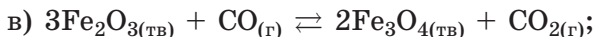
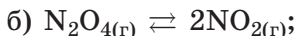
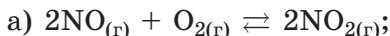
585. Можно ли создать условия, при которых скорость обратной реакции стала бы больше скорости прямой реакции? Приведите пример реакции и условий.

586. Перечислите факторы, влияющие на положение химического равновесия.

587. В каком направлении сместится химическое равновесие при повышении температуры в системе:

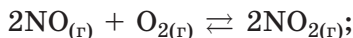


588. В каком направлении сместится химическое равновесие при увеличении давления в системе:

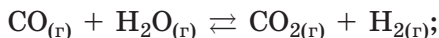


589. Как повлияют на равновесие:

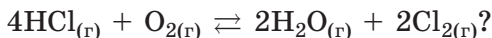
а) увеличение молярной концентрации оксида азота(IV) в системе:



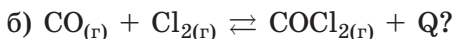
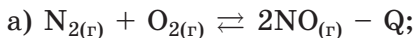
б) уменьшение молярной концентрации водорода в системе:



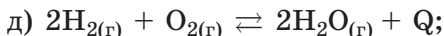
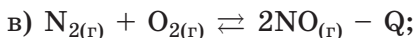
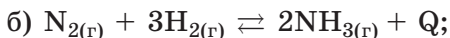
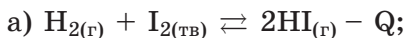
в) увеличение молярной концентрации хлора в системе:



590. Как нужно изменить давление, температуру, молярную концентрацию исходных веществ и продуктов реакции для смещения равновесия вправо:



591. Как следует изменить давление, температуру и концентрации веществ, чтобы сместить равновесие в сторону продуктов реакции:



592. Какое внешнее воздействие оказали на равновесную систему $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})} + 92 \text{ кДж}$, если это не привело к изменению равновесных концентраций всех веществ:

а) добавили N_2 ;

д) охладили;

б) добавили H_2 ;

е) повысили давление;

в) добавили NH_3 ;

ж) понизили давление;

г) нагрели;

з) добавили катализатор?

593. Какие из утверждений верны:

а) катализаторы ускоряют только прямую реакцию;

б) катализаторы ускоряют как прямую, так и обратную реакции;

в) катализаторы ускоряют только обратную реакцию;

г) катализаторы не смещают химическое равновесие;

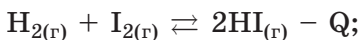
д) катализаторы смещают химическое равновесие влево?

594. Экзотермической или эндотермической является прямая реакция азота с кислородом, если при повышении температуры смеси N_2 , O_2 и NO молярная концентрация NO в ней увеличивается?

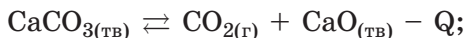
595. Экзотермической или эндотермической является прямая реакция азота с водородом, если при повышении температуры смеси N_2 , H_2 и NH_3 концентрация NH_3 в ней уменьшается?

596. Как повлияют на равновесие:

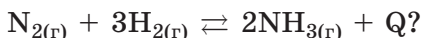
а) одновременное понижение температуры и увеличение молярной концентрации йодоводорода в системе:



б) одновременное понижение давления и повышение температуры в системе:



в) одновременное повышение давления и понижение температуры в системе:



597. Реакция получения аммиака из водорода

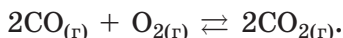


является обратимой и экзотермической.

а) Определите, какое количество теплоты выделится при получении 986 кг аммиака?

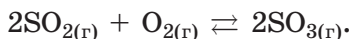
б) Рассчитайте исходные химические количества веществ, если равновесные химические количества аммиака, водорода и азота соответственно равны 5, 1 и 1 моль.

598. В системе установилось равновесие:



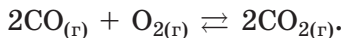
Химические количества CO , O_2 и CO_2 в равновесной системе соответственно равны 2, 1 и 2 моль. Рассчитайте начальные химические количества оксида углерода(II) и кислорода.

599. В системе установилось равновесие:



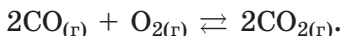
Равновесная молярная концентрация оксида серы(VI) равна 0,20 моль/дм³. Рассчитайте равновесную молярную концентрацию кислорода, если известно, что к моменту установления равновесия прореагировало 60 % начального химического количества кислорода, а исходные вещества были взяты в стехиометрическом количестве.

600. *В системе установилось равновесие:



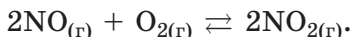
Химические количества CO , O_2 и CO_2 в системе после наступления химического равновесия соответственно равны 1,0, 2,0 и 3,0 моль. Объём системы составляет 45 дм³. Рассчитайте исходные молярные концентрации угарного газа и кислорода.

601. *В герметичный сосуд поместили оксид углерода(II) и кислород. Через некоторое время в системе установилось равновесие:



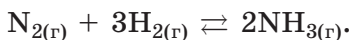
Известно, что исходные молярные концентрации CO и O₂ были одинаковы и равны 0,15 моль/дм³, а равновесная молярная концентрации кислорода — 0,075 моль/дм³. Как изменилось давление в сосуде к моменту установления равновесия?

602. *В системе установилось равновесие:



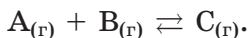
Рассчитайте отношение величины скорости прямой реакции к величине скорости обратной реакции после увеличения концентрации оксида азота(II) в 3 раза и оксида азота(IV) в 2 раза.

603. *В системе установилось равновесие:

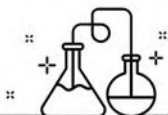


Рассчитайте отношение скорости прямой реакции к скорости обратной реакции после увеличения давления в 3 раза.

604. *В системе установилось равновесие:



Температурный коэффициент скорости прямой реакции равен 2, обратной — 3. Если повысить температуру на 20 °С, то скорости как прямой, так и обратной реакций увеличатся, а через некоторое время они станут одинаковыми — наступит новое химическое равновесие. Рассчитайте отношение величин скорости обратной реакции и прямой реакции в начальный момент после повышения температуры.



ГЛАВА 5.

ХИМИЯ РАСТВОРОВ

§ 23. Растворение как физико-химический процесс

Пример 8. Кристаллогидрат сульфата железа(II) массой 27,8 г растворили в воде массой 172,2 г. Массовая доля сульфата железа(II) в полученном растворе составила 0,0760. Установите формулу кристаллогидрата.

Дано:

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 27,8 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 172,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeSO}_4) = 0,0760$$

x — ?

Решение

Масса образовавшегося раствора равна:

$$\begin{aligned} m(\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}) &= m(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 27,8 \text{ г} + \\ &+ 172,2 \text{ г} = 200 \text{ г}. \end{aligned}$$

Масса FeSO_4 в растворе равна:

$$\begin{aligned} m(\text{FeSO}_4) &= \omega(\text{FeSO}_4) \cdot m(\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = \\ &= 0,076 \cdot 200 \text{ г} = 15,2 \text{ г}. \end{aligned}$$

$$M(\text{FeSO}_4) = 152 \text{ г/моль}.$$

Химическое количество FeSO_4 равно:

$$n(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{M(\text{FeSO}_4)} = \frac{15,2 \text{ г}}{152 \text{ г/моль}} = 0,100 \text{ моль}.$$

Из формулы кристаллогидрата следует, что $n(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeSO}_4) = 0,100 \text{ моль}$.

Следовательно, молярная масса кристаллогидрата $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ равна:

$$\begin{aligned} M(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})}{n(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})} = \frac{27,8 \text{ г}}{0,100 \text{ моль}} = \\ &= 278 \text{ г/моль}. \end{aligned}$$

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

Величина x равна:

$$x = \frac{M(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - M(\text{FeSO}_4)}{M(\text{H}_2\text{O})} =$$

$$= \frac{278 \text{ г/моль} - 152 \text{ г/моль}}{18 \text{ г/моль}} = 7.$$

Формула кристаллогидрата — $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Ответ: $x = 7$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Пример 9. К этанолу массой 20 г добавили воду массой 30 г. Рассчитайте объёмную долю спирта, если плотность спирта равна 0,80 г/см³. Изменением объёма при смешивании пренебечь.

Дано:

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 20 \text{ г}$$

$$\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,80 \text{ г/см}^3$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 30 \text{ г}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ?$$

Решение

Для вычисления объёмной доли необходимо знать объём данного компонента и объём смеси (раствора).

Вычислим объёмы спирта и воды:

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{20 \text{ г}}{0,80 \text{ г/см}^3} = 25 \text{ см}^3.$$

Плотность воды равна 1,00 г/см³.

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{30 \text{ г}}{1,00 \text{ г/см}^3} = 30 \text{ см}^3.$$

В общем случае объём смеси не равен сумме объёмов компонентов, но согласно условию задачи отклонением от этого правила можно пренебечь и считать, что объём смеси равен сумме объёмов компонентов:

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O}) = V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + V(\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 25 \text{ см}^3 + 30 \text{ см}^3 = 55 \text{ см}^3.$$

Рассчитываем объёмную долю спирта:

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O})} = \frac{25 \text{ см}^3}{55 \text{ см}^3} = 0,455 = 45,5 \text{ \%}.$$

Ответ: $\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 45,5 \text{ \%}$.

Пример 10. В растворе объёмом 450 см³ содержится серная кислота массой 38,8 г. Рассчитайте молярную концентрацию H_2SO_4 в растворе.

Д а н о:

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 450 \text{ см}^3$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 38,8 \text{ г}$$

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

Р е ш е н и е

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль.}$$

Химическое количество H_2SO_4 в растворе равно:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{38,8 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,396 \text{ моль.}$$

Тогда молярная концентрация H_2SO_4 в растворе равна:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O})} = \frac{0,396 \text{ моль}}{0,450 \text{ дм}^3} = \\ = 0,880 \text{ моль/дм}^3.$$

$$\text{О т в е т: } c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,880 \text{ моль/дм}^3.$$

605. Укажите верные утверждения:

а) для любого вещества можно приготовить насыщенный при 20 °С раствор;

б) хлорид натрия имеет различную растворимость в воде и этаноле;

в) если приготовить из сульфата натрия и воды насыщенный при 80 °С раствор и затем охладить его до 20 °С, то в осадке будет одно из веществ, из которых этот раствор был приготовлен;

г) растворимость газов не зависит от растворителя, а определяется только давлением;

д) вещество $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ называется тригидрат нитрата меди(II);

е) если к керосину прибавить смесь бензина с водой, то образуется раствор бензина в керосине;

ж) при охлаждении насыщенного водного раствора любой соли в осадок выпадает кристаллогидрат;

з) в растворе может содержаться два растворённых вещества;

и) в растворе может быть два растворителя;

к) у вещества может существовать несколько кристаллогидратов, различающихся по числу молекул воды.

606. Приведите три примера растворов, с которыми вы сталкиваетесь в повседневной жизни.

607. Приведите по одному примеру жидкого, твёрдого и газообразного растворов.

608. Растворение вещества в растворителе рассматривается как физико-химический процесс. Для каждого из перечисленных веществ укажите, какой из процессов — физический или химический — преобладает при растворении в воде: кислород, хлороводород, хлорид натрия, гелий.

609. Зная, что молекула воды представляет собой диполь, т. е. полярную молекулу, предскажите, какие из веществ будут хорошо в ней растворяться: S_8 , HI , I_2 , C_6H_6 , C_2H_6 , HF , CsI , CO . Поясните свой ответ.

610. От чего зависит, какой тепловой эффект — экзотермический или эндотермический — будет наблюдаться при растворении вещества в растворителе? Может ли этот эффект измениться при замене растворителя? Поясните свой ответ.

611. Как называются вещества, в состав которых входят молекулы воды? Приведите три примера формул и названий таких веществ.

612. Кратко поясните, в чём состоит суть процесса гидратации.

613. В процессе гидратации этина происходит присоединение молекулы воды к тройной связи $C\equiv C$. В каких условиях протекает этот процесс? Какое промежуточное неустойчивое вещество образуется при этом и во что оно изомеризуется?

614. Оксид кальция, как и оксид фосфора(V), вступает в реакцию с водой (происходит его гидратация). В чём отличие образующихся в этих реакциях продуктов? Можно ли нагреванием удалить воду из образующихся продуктов и получить исходные вещества?

615. Массовые доли железа, серы и кислорода в составе кристаллогидрата соответственно равны 20,09; 11,53; 63,30 %. Установите эмпирическую формулу кристаллогидрата.

616. Смесь состоит из одинаковых химических количеств алебастра и гипса. Рассчитайте массовую долю воды в этой смеси.

617. Рассчитайте массовую долю кристаллизационной воды в смеси, содержащей равные массы медного купороса и гипса.

618. Какое число атомов содержится в:

- а) 3 формульных единиц медного купороса;
- б) 8 формульных единиц кристаллической соды;
- в) 100 г гипса;
- г) 580 мг дигидрата гидроксида калия;
- д) 2,44 моль гексагидрата хлорида кобальта(II);
- е) 460 ммоль октагидрата гидроксида бария?

619. При определённой температуре при растворении серной кислоты в воде образуется кристаллогидрат, массовая доля кислорода в котором равна 71,58 %. Установите формулу кристаллогидрата серной кислоты.

620. Массовая доля сульфата натрия в кристаллогидрате равна 0,4837. Установите формулу кристаллогидрата.

621. В воде массой 763 г при 20 °С растворяется 125 г соли. Рассчитайте массовую долю соли в насыщенном при 20 °С растворе этой соли.

622. При 20 °С растворимость аммиака составляет примерно 700 объёмов на 1 объём воды. Приняв молярный объём газа при 20 °С и при 0 °С одинаковым, рассчитайте растворимость аммиака при этой температуре.

623. При н. у. в 50,0 г воды растворяется газ объёмом (н. у.) 25,25 дм³. Относительная плотность газа по водороду равна 18,25. Рассчитайте массовую долю газа в насыщенном при н. у. растворе.

624. В воде массой 100 г при 0 °С и давлении 101,3 кПа растворяется хлороводород массой 82,3 г. Какой объём (н. у.) хлороводорода необходим для приготовления насыщенного при н. у. раствора HCl массой 250 г?

625. Растворимость соли при 40 °С равна 50 г, а при 10 °С — 30 г. Какая масса соли выпадет в осадок при охлаждении до 10 °С насыщенного при 40 °С раствора массой 50 г?

626. Для получения насыщенного при 15 °С раствора хлорида стронция в воде массой 50 г необходимо растворить кристаллогидрат $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ массой 42,2 г. Рассчитайте растворимость хлорида стронция при 15 °С.

627. *Растворимость хлорида бария при 10 °С равна 33,7 г, а при 60 °С — 46,4 г. Какая масса дигидрата хлорида бария выпадет в осадок при охлаждении до 10 °С насыщенного при 60 °С раствора хлорида бария массой 150 г?

628. *Растворимость нитрата серебра при 30 °С равна 274,5 г. При охлаждении до 0 °С насыщенного при 30 °С раствора массой 200 г выпал осадок нитрата серебра массой 81,3 г. Рассчитайте растворимость нитрата серебра при 0 °С.

629. *Какая масса медного купороса выкристаллизуется при охлаждении до 30 °С насыщенного при 100 °С раствора сульфата меди(II) массой 1000 г. Растворимость CuSO_4 при 100 °С равна 75 г, при 30 °С — 25 г.

630. *К 240 г насыщенного при 20 °С раствора сульфата натрия прибавили 40,8 г твёрдого сульфата натрия. При этом выпал кристаллический осадок. Рассчитайте массу кристаллического осадка, если растворимость сульфата натрия при 20 °С равна 19,4 г.

631. *Кристаллогидрат карбоната натрия массой 2,86 г растворили в воде. Массовая доля карбоната натрия в растворе при этом составила 2,12 %, а масса раствора — 50,0 г. Установите формулу кристаллогидрата, использованного для приготовления раствора.

§ 24. Приготовление растворов

632. Рассчитайте массы хлорида кальция и воды, необходимые для приготовления раствора массой 95 г с массовой долей хлорида кальция 6,50 %.

633. Какой объём (н. у.) хлороводорода необходим для приготовления соляной кислоты массой 70 г с массовой долей HCl 20 %?

634. Какую массу калия необходимо растворить в воде, чтобы получить 8,00 г раствора с массовой долей гидроксида калия 2,00 % ?

635. Необходимо приготовить раствор объёмом 700 см³ с молярной концентрацией фторида натрия 2,00 моль/дм³. Какая масса фторида натрия необходима для этого?

636. Раствор с массовой долей серной кислоты 40,0 % какой массы следует взять для приготовления раствора объёмом 0,500 дм³ с молярной концентрацией серной кислоты 0,150 моль/дм³?

637. В воде массой 74,6 г растворили оксид серы(VI) массой 16,2 г. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

638. Рассчитайте массу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, которая необходима для приготовления раствора массой 240 г с массовой долей карбоната натрия 6,34 %.

639. Какую массу воды следует добавить к раствору массой 80,0 г с массовой долей сульфата натрия 7,50 %, чтобы получить раствор этой соли с массовой долей 5,00 % ?

640. Какой объём (н. у.) хлороводорода нужно растворить в воде для приготовления соляной кислоты объёмом 200 см³ и плотностью 1,10 г/см³ с массовой долей хлороводорода 21,0 % ?

641. Рассчитайте объём воды и объём раствора с массовой долей азотной кислоты 86,0 % и плотностью 1,48 г/см³, которые необходимы для приготовления раствора объёмом 200 см³ с плотностью 1,20 г/см³ и массовой долей азотной кислоты 32,0 %.

642. Необходимо приготовить раствор массой 150 г с массовой долей соли 20,0 %. Рассчитайте массы растворов этой соли с массовыми долями 5,00 и 25,0 %, которые следует смешать для этого.

643. Какая масса ацетона необходима для приготовления его водного раствора объёмом 950 см³ с объёмной долей ацетона 30,0 % ? Примите, что плотность ацетона равна 0,900 г/см³, а изменением объёма при смешивании можно пренебречь.

644. Какой объём (н. у.) хлороводорода потребуется для приготовления раствора объёмом $3,00 \text{ дм}^3$ с молярной концентрацией хлороводорода $2,00 \text{ моль/дм}^3$?

645. Раствор метанола CH_3OH в воде содержит атомы водорода химическим количеством 120 моль и атомы углерода химическим количеством 1 моль . Рассчитайте массовую долю метанола в этом растворе.

646. Рассчитайте молярную концентрацию гидроксида натрия в растворе с массовой долей NaOH $30,78 \%$ и плотностью $1,34 \text{ г/см}^3$.

647. Для приготовления раствора хлорида кальция юный химик растворил мел массой 40 г , содержащий $3,00 \%$ по массе нерастворимых в кислоте примесей, в соляной кислоте объёмом 400 см^3 с плотностью $1,078 \text{ кг/дм}^3$ и массовой долей HCl $14,0 \%$. Рассчитайте массовые доли хлорида кальция и воды в полученном растворе.

648. Используемая в быту уксусная эссенция представляет собой 70% -ный водный раствор уксусной кислоты плотностью $1,068 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте объём воды, которую следует добавить к 100 см^3 уксусной эссенции, чтобы приготовить раствор с массовой долей уксусной кислоты $9,0 \%$ (так называемый столовый уксус).

649*. Юному химику дали задание приготовить два раствора для подкормки комнатных растений. Питательная ценность первого должна соответствовать $10,0 \text{ г/дм}^3$ калия, а второго — $10,0 \text{ г/дм}^3$ азота. Какие навески поташа и тетрагидрата нитрата кальция необходимы для приготовления каждого из указанных растворов объёмом 400 см^3 ?

650*. К раствору объёмом $35,0 \text{ см}^3$ с массовой долей HCl $10,0 \%$ и плотностью $1,05 \text{ г/см}^3$ добавили раствор массой 100 г с массовой долей NaOH $2,00 \%$. Рассчитайте массовые доли веществ, находящихся в растворе после окончания реакции.

651*. К раствору массой $70,0 \text{ г}$ с массовой долей серной кислоты $18,0 \%$ добавили раствор этой же кислоты с массовой долей $1,0 \%$. В результате массовая доля H_2SO_4 в растворе стала равна $12,0 \%$. Рассчитайте массу конечного раствора.

652*. Медный купорос какой массы нужно добавить к раствору массой 75,0 г с массовой долей сульфата меди 8,00 %, чтобы массовая доля соли в полученном растворе составила 12,0 % ?

653*. Какую массу пищевой соды следует добавить к 148 г раствора с массовой долей серной кислоты 8,86 %, чтобы в полученном растворе массовая доля кислоты составила 4,00 % ?

654*. Раствор какой массы с массовой долей гидроксида калия 10,0 % нужно добавить к раствору массой 70,0 г с массовой долей азотной кислоты 12,0 %, чтобы получить раствор с массовой долей азотной кислоты 4,50 % ?

655*. В сосуде содержится раствор массой 230 г с массовой долей щёлочи 12,0 %. Часть раствора удалили из сосуда и добавили воду, масса которой в 3 раза больше массы удалённого раствора. В результате массовая доля щёлочи в растворе стала равна 5,00 %. Рассчитайте массу полученного раствора.

656*. Необходимо приготовить соляную кислоту с массовой долей HCl 7,00 %. Рассчитайте массу соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 33,0 %, которую следует добавить к воде массой 70,0 г, чтобы получить необходимый раствор.

657*. Масса раствора с массовой долей соли 0,200 равна 60 г. Раствор какой массы с массовой долей этой же соли 4,00 % нужно добавить, чтобы массовая доля соли в растворе составила 8,00 % ?

§ 25. Электролитическая диссоциация веществ в растворах

Пример 11. Рассчитайте химическое количество катионов водорода в растворе массой 42,8 г с массовой долей угольной кислоты 0,12 %, если степень диссоциации кислоты в этом растворе равна 3,12 %.

Д а н о:

$$m(\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 42,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0,12 \%$$

$$\alpha(\text{H}_2\text{CO}_3) = 3,12 \%$$

$$n(\text{H}^+) = ?$$

Р е ш е н и е

Угольная кислота — слабый электролит, диссоциирующий в две стадии. Однако даже по первой стадии степень её диссоциации мала, по второй она значительно меньше.

Поэтому при расчёте следует учитывать диссоциацию только по первой стадии:



Масса угольной кислоты в растворе равна:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{CO}_3) &= m(\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{H}_2\text{CO}_3) = \\ &= 42,8 \text{ г} \cdot \frac{0,12 \text{ \%}}{100 \text{ \%}} = 0,0514 \text{ г}. \end{aligned}$$

$$M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 60 \text{ г/моль}.$$

Химическое количество растворённой угольной кислоты равно:

$$n_0(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{H}_2\text{CO}_3)}{M(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,0514 \text{ г}}{60 \text{ г/моль}} = 8,57 \cdot 10^{-4} \text{ моль}.$$

Химическое количество продиссоциировавшей угольной кислоты равно:

$$\begin{aligned} n(\text{H}_2\text{CO}_3) &= \alpha(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot n_0(\text{H}_2\text{CO}_3) = \\ &= 0,0312 \cdot 8,57 \cdot 10^{-4} \text{ моль} = 2,67 \cdot 10^{-5} \text{ моль}. \end{aligned}$$

Согласно уравнению диссоциации химическое количество образовавшихся катионов водорода равно химическому количеству продиссоциировавшей угольной кислоты:

$$n(\text{H}^+) = n(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2,67 \cdot 10^{-5} \text{ моль}.$$

$$\text{О т в е т: } n(\text{H}^+) = 2,67 \cdot 10^{-5} \text{ моль}.$$

Пример 12. В растворе содержатся ионы NO_2^- химическим количеством 0,20 моль и молекулы HNO_2 химическим количеством 1,10 моль. Рассчитайте степень диссоциации азотистой кислоты в данном растворе.

Д а н о:

$$n_1(\text{NO}_2^-) = 0,20 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{HNO}_2) = 1,10 \text{ моль}$$

$$\alpha(\text{HNO}_2) = ?$$

Р е ш е н и е

Составим уравнение диссоциации азотистой кислоты:



Согласно уравнению при электролитической диссоциации одной молекулы HNO_2 образуется один анион NO_2^- . Следовательно, если в растворе присутствуют анионы NO_2^- химическим количеством 0,20 моль, то продиссоциировала HNO_2 также химическим количеством 0,20 моль:

$$n(\text{HNO}_2) = n_1(\text{NO}_2^-) = 0,20 \text{ моль.}$$

Общее химическое количество HNO_2 до диссоциации в растворе равно:

$$\begin{aligned} n_0(\text{HNO}_2) &= n(\text{HNO}_2) + n_1(\text{HNO}_2) = \\ &= 0,20 \text{ моль} + 1,10 \text{ моль} = 1,30 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Тогда степень диссоциации HNO_2 равна:

$$\alpha(\text{HNO}_2) = \frac{n(\text{HNO}_2)}{n_0(\text{HNO}_2)} = \frac{0,20 \text{ моль}}{1,30 \text{ моль}} = 0,154 = 15,4 \, \%.$$

О т в е т: $\alpha(\text{HNO}_2) = 15,4 \, \%$.

658. Укажите верные утверждения:

- а) все жидкие при н. у. вещества являются электролитами;
- б) к электролитам относятся только вещества, которые в чистом виде при н. у. проводят электрический ток;
- в) все соли являются электролитами;
- г) при прохождении электрического тока через водный раствор электролита электрический заряд переносят ионы;
- д) в водном растворе любого электролита заряд в основном переносят ионы H^+ и OH^- ;
- е) электролитом может быть вещество любого класса неорганических соединений — оксид, кислота, основание и соль;
- ж) все неорганические кислоты являются сильными электролитами, а органические — слабыми;
- з) по составу ионы бывают простые и сложные;
- и) при протекании тока через раствор электролита анионы движутся к катоду, который имеет положительный заряд;
- к) водные растворы органических кислот совершенно не проводят электрический ток.

659. Железо в расплавленном состоянии проводит электрический ток. Можно ли на основании этого отнести железо к электролитам? Поясните свой ответ.

660. Электролитами могут быть только кислоты, основания и соли. Однако если оксид серы(VI) растворить в воде, то полученный раствор будет проводить электрический ток и, следовательно, является электролитом. Можно ли на основании этого экспериментального факта отнести оксид серы(VI) к электролитам? Кратко поясните свой ответ.

661. *Внимательно рассмотрите рис. 56 (с. 137) учебного пособия «Химия. 11 класс». Почему в эксперименте с водным раствором NaOH на электродах пузырьки газа выделяются, а в эксперименте с расплавом — нет? Кратко поясните свой ответ.

662. Вещества с каким типом химической связи могут быть электролитами? Приведите по три примера каждого варианта веществ.

663. Какие частицы являются носителями тока в водном растворе электролита? Приведите три примера электролитов и укажите для каждого из них, какие частицы являются носителями электрического тока в растворе.

664. Среди веществ каких классов неорганических соединений имеются электролиты с ионным типом связи? Приведите по три примера таких веществ каждого из этих классов.

665. Составьте уравнение образования иона гидроксония. Укажите, какая из частиц в этом процессе является донором электронной пары, а какая — акцептором.

666. Чем принципиально отличаются процессы электролитической диссоциации йодида калия и йодоводорода в водном растворе? Кратко поясните свой ответ и приведите уравнения этих процессов.

667. К какому электроду в электрическом поле будут двигаться следующие ионы: NH_4^+ , Br^- , SO_4^{2-} , K^+ , H_3O^+ , Cl^- ?

668. С помощью какой величины можно количественно охарактеризовать процесс распада электролита на ионы?

669. Из перечня веществ выберите сильные, слабые электролиты и неэлектролиты: SO_2 , CuCl_2 , CsOH , HF , H_2SO_3 , Na_3PO_4 , Al , FeCl_3 , AgNO_3 , S_8 , CO_2 .

670. Укажите тип химической связи между атомами в следующих веществах: LiBr , CO , F_2 , H_2SO_4 , NH_3 , Fe_2O_3 , NaNO_3 . Какие из них являются электролитами?

671. Слабые основания, как и слабые кислоты, диссоциируют в несколько стадий. Число стадий равно числу гидроксогрупп в основании. Составьте уравнение постадийной диссоциации гидроксида свинца(II).

672. От каких факторов зависит степень электролитической диссоциации электролита?

673. При диссоциации каких веществ образуются:

- а) катионы водорода;
- б) гидроксид-анионы?

Приведите по два примера соответствующих веществ и составьте уравнения их электролитической диссоциации в водном растворе.

674. Какие из уравнений электролитической диссоциации составлены верно:

- а) $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$;
- б) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$;
- в) $\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$;
- г) $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$;
- д) $\text{HClO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}_4^-$;
- е) $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$?

675. Какие из уравнений электролитической диссоциации составлены верно:

- а) $\text{CH}_3\text{COOK} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+$;
- б) $\text{CuCl}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$;
- в) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$;
- г) $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-}$;
- д) $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{MgOH}^+ + \text{OH}^-$;
- е) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$?

676. Слили водные растворы двух разных солей. В конечном растворе присутствуют следующие ионы: Na^+ , K^+ , Cl^- . Какие соли могли содержаться в исходных растворах?

677. В воде растворили нитрат калия и хлорид лития. Какие ионы будут присутствовать в полученном растворе? Для каждой соли составьте уравнение её электролитической диссоциации в растворе.

678. Могут ли в растворе находиться:

- а) только анионы;
- б) только катионы;
- в) одновременно анионы и катионы?

679. Какие соли можно взять для приготовления раствора, содержащего катионы K^+ и Ca^{2+} и анионы NO_3^- и Cl^- ? Предложите два варианта ответа.

680. Водный раствор вещества проводит электрический ток. К какому классу относится данное вещество, если известно, что оно не окрашивает лакмус ни в красный, ни в синий цвет?

681. Цианид калия KCN является сильнейшим ядом. В водном растворе данная соль диссоциирует на ионы K^+ и CN^- . Какой ион определяет ядовитость этой соли? Будет ли ядовитой соль $NaCN$?

682. Раствор был приготовлен путём растворения уксусной кислоты массой 12,8 г в воде объёмом 240 см³ и имеет плотность 1,02 г/см³. Чему равна молярная концентрация уксусной кислоты в приготовленном растворе?

683. Какое химическое количество ионов SO_4^{2-} присутствует в растворе, содержащем сульфат калия массой 7,20 г?

684. В растворе содержатся только катионы Li^+ и анионы NO_3^- суммарным химическим количеством 566 ммоль. Рассчитайте массу соли в этом растворе.

685. В растворе содержатся ионы меди, натрия и хлора. Химические количества ионов Cu^{2+} и Cl^- соответственно равны 0,10 и 0,30 моль. Рассчитайте химическое количество катионов натрия в растворе.

686. Рассчитайте степень диссоциации одноосновной кислоты, если известно, что в растворе содержатся её анионы химическим количеством 0,20 моль и молекулы химическим количеством 0,60 моль.

687. Рассчитайте степень электролитической диссоциации уксусной кислоты в растворе с молярной концентрацией 0,010 моль/дм³, если число анионов в растворе объёмом 0,10 дм³ составляет $1,204 \cdot 10^{20}$.

688. Необходимо приготовить раствор, содержащий 2 моль ионов Al^{3+} , 3 моль ионов Ba^{2+} , 6 моль ионов NO_3^- и 6 моль ионов Cl^- . Какие соли следует взять для приготовления такого раствора и какова суммарная масса этих солей?

689. *Рассчитайте химическое количество анионов HS^- в растворе, содержащем 0,25 моль сероводородной кислоты. Степень диссоциации сероводородной кислоты по первой ступени равна 0,40 %. Диссоциацией по второй ступени пренебречь.

690. *Рассчитайте химическое количество анионов HA^- в растворе, содержащем кислоту H_2A химическим количеством 0,20 моль. Степень диссоциации двухосновной кислоты H_2A по первой ступени равна 100 %, по второй — 10 %.

691. *Общее число ионов H_3O^+ , CH_3COO^- и молекул CH_3COOH в водном растворе уксусной кислоты массой 112 г равно $6,08 \cdot 10^{22}$. Рассчитайте массовую долю уксусной кислоты в растворе, если степень её диссоциации в этом растворе равна 1,34 %.

692. *После растворения двухосновной кислоты химическим количеством 0,30 моль в растворе образовалось 0,35 моль частиц. Приняв, что диссоциация протекает только по первой ступени, рассчитайте степень диссоциации кислоты.

693. *Молоко является одним из важнейших продуктов питания. В его состав входят такие компоненты пищи, как белки, углеводы, жиры, минеральные вещества, витамины и др. На долю белков в коровьем молоке приходится около 4 %, из них на долю казеина — 80 %. Казеин является пищевым белком, содержащим в своём составе кальций и фосфор. Массовая доля кальция в молоке составляет около 0,12 %. Он присутствует в молоке в трёх формах:

- в виде свободного или ионизированного кальция — 10 % от всего кальция;
- в виде фосфатов и цитратов кальция — около 68 %;
- в виде кальция, прочно связанного с казеином, — около 22 %.

Используя приведённые данные, рассчитайте массовую долю кальция в составе казеина.

§ 26. Понятие о водородном показателе (рН) раствора

Пример 13. Серную кислоту массой 12,2 г растворили в воде объёмом 250 см³. Рассчитайте величину рН приготовленного раствора, если его плотность равна 1,04 г/см³.

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12,2 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ см}^3$$

$$\rho(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 1,04 \text{ г/см}^3$$

рН — ?

Решение

Серная кислота — сильный электролит и диссоциирует полностью:



$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}.$$

Химическое количество серной кислоты в приготовленном растворе:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{12,2 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,124 \text{ моль}.$$

Из уравнения диссоциации следует, что химическое количество образовавшихся при диссоциации ионов H^+ в 2 раза больше химического количества кислоты:

$$n(\text{H}^+) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,124 \text{ моль} = 0,248 \text{ моль}.$$

Для вычисления величины рН следует рассчитать молярную концентрацию ионов H^+ в растворе. Плотность воды равна 1,00 г/см³.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ см}^3 \cdot 1,00 \text{ г/см}^3 = 250 \text{ г}.$$

Рассчитаем массу и объём раствора:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) &= m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 12,2 \text{ г} + 250 \text{ г} = 262,2 \text{ г}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O})} = \frac{262,2 \text{ г}}{1,04 \text{ г/см}^3} = \\ &= 252 \text{ см}^3 = 0,252 \text{ дм}^3. \end{aligned}$$

Молярная концентрация ионов H^+ в растворе равна:

$$c(\text{H}^+) = \frac{n(\text{H}^+)}{V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O})} = \frac{0,248 \text{ моль}}{0,252 \text{ дм}^3} = 0,984 \text{ моль/дм}^3.$$

Величина рН раствора равна:

$$\text{рН} = -\lg(c(\text{H}^+)) = -\lg 0,984 = -(-0,007) = 0,007.$$

Ответ: рН = 0,007.

694. Укажите верные утверждения:

а) если в водном растворе на $2,0 \text{ дм}^3$ воды приходится $0,60$ моль кислоты, то её молярная концентрация равна $0,30 \text{ моль/дм}^3$;

б) величину pH раствора можно определить с помощью фенолфталеина;

в) в любом водном растворе увеличение концентрации ионов H^+ приводит к уменьшению концентрации OH^- ;

г) при постоянной температуре произведение молярных концентраций ионов H^+ и OH^- есть величина постоянная, не зависящая от того, какие вещества присутствуют в растворе;

д) добавление кислоты в водный раствор с $\text{pH} = 10$ приводит к уменьшению величины водородного показателя;

е) величина водородного показателя в растворах фтороводородной и бромоводородной кислот с одинаковой молярной концентрацией будет одинакова;

ж) при сливании одинаковых объёмов водных растворов серной кислоты и гидроксида калия с одинаковой молярной концентрацией получается раствор с $\text{pH} < 7$;

з) при добавлении воды к водному раствору серной кислоты с $\text{pH} = 2$ величина водородного показателя уменьшается.

695. Как называются вещества, изменяющие свою окраску в присутствии кислот и щелочей? Приведите три примера таких веществ и укажите их окраску в воде, в присутствии кислот и щелочей.

696. В раствор фосфорной кислоты добавили хлорид натрия. Какой будет среда раствора — кислой или щелочной? Ответ поясните.

697. В раствор разбавленной серной кислоты добавили избыток кальция. Какой будет среда полученного после окончания реакции раствора? Почему?

698. Приведите три примера биологических жидкостей, содержащихся в организме человека, и укажите, чему примерно равен водородный показатель каждой из них.

699. Какое химическое количество ионов водорода содержится в $2,50 \text{ дм}^3$ раствора, имеющего $\text{pH} = 7$?

700. Какое число молекул распадается на ионы при 25 °С в 50 см³ воды?

701. В воде растворили оксид серы(VI). Каким будет водородный показатель полученного раствора — больше или меньше 7? Ответ обоснуйте.

702. В воду опустили кусочек натрия. Каким будет водородный показатель полученного раствора — больше или меньше 7? Почему?

703. Зная, что степень диссоциации воды при 25 °С примерно равна 10^{-9} , рассчитайте, какое число ионов водорода и гидроксид-ионов содержится в воде объёмом 200 см³.

704. Чему равен водородный показатель, если в растворе объёмом 5,0 дм³ содержатся ионы водорода химическим количеством 0,050 моль?

705. Рассчитайте pH раствора гидроксида натрия, молярная концентрация щёлочи в котором равна 0,10 моль/дм³.

706. Чему равен водородный показатель, если в растворе объёмом 200 см³ содержится $12,04 \cdot 10^{19}$ ионов водорода?

707. Рассчитайте молярную концентрацию хлороводорода в соляной кислоте, если известно, что pH этого раствора равен 2.

708. В растворе объёмом 0,50 дм³ содержится H₂SO₄ массой 2,45 г. Рассчитайте молярную концентрацию ионов водорода в этом растворе и его pH.

709. Какое число ионов водорода содержится в растворе сильной кислоты HА с молярной концентрацией 10^{-5} моль/дм³ и объёмом 100 см³? Чему равен pH этого раствора?

710. Какое химическое количество КОН необходимо добавить к раствору объёмом 600 см³, в котором молярная концентрация ионов водорода равна 0,15 моль/дм³, чтобы раствор стал нейтральным?

711. К раствору массой 20 г с массовой долей NaOH 10 % добавили соляную кислоту массой 10 г с массовой долей HCl 30 %. Какая среда будет у полученного раствора?

712. *К раствору массой 100 г с массовой долей гидроксида натрия 4,0 % добавили соляную кислоту, содержащую

0,11 моль хлороводорода. Объем раствора довели водой до 1,00 дм³. Рассчитайте рН приготовленного раствора.

713. *К раствору массой 50 г с массовой долей азотной кислоты 12,6 % добавили раствор гидроксида калия, содержащего 0,11 моль КОН. Объем раствора довели водой до 100 см³. Рассчитайте рН приготовленного раствора.

714. *Рассчитайте рН раствора, в 4,56 дм³ которого содержится 18,6 г серной кислоты.

715. *В 244 см³ воды растворили навеску гидроксида бария массой 4,68 г. Рассчитайте величину рН приготовленного раствора, если его плотность равна 1,012 г/см³.

716. *Водородный показатель водного раствора азотной кислоты равен 1,18. Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в этом растворе, если его плотность равна 1012 г/дм³.

§ 27. Химические свойства кислот, оснований, солей в свете теории электролитической диссоциации

717. Укажите верные утверждения:

а) условиями необратимости реакции ионного обмена в водном растворе является только образование осадка и выделение газа;

б) реакции ионного обмена протекают без изменения степени окисления всех химических элементов;

в) реакции между любым сильным основанием и любой сильной кислотой в водном растворе описываются одним и тем же сокращённым ионным уравнением;

г) для некоторых реакций ионного обмена полное и сокращённое ионные уравнения совпадают;

д) взаимодействие соли и кислоты в растворе всегда приводит к новой соли и новой кислоте;

е) при электролитической диссоциации гидрокарбоната калия в водном растворе образуются катионы водорода и поэтому это вещество является кислотой;

ж) при электролитической диссоциации соли в водном растворе могут образоваться гидроксид-ионы;

з) кислотно-основные свойства кислот в водных растворах обусловлены катионами водорода.

718. Укажите все частицы, которые присутствуют в разбавленном водном растворе каждого из следующих веществ: H_2S , H_2SO_4 , KOH , CuSO_4 .

719. Какие вещества растворили в воде, если полученный раствор содержит следующие ионы: Na^+ , Cu^{2+} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} ? Однозначен ли ответ на поставленный вопрос?

720. Предложите продукты, которые могут образоваться при взаимодействии веществ:

- | | |
|--|---|
| а) $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$; | д) $\text{CuCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow$; |
| б) $\text{CaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$; | е) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$; |
| в) $\text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; | ж) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{LiOH} \rightarrow$; |
| г) $\text{FeCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$; | з) $\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$. |

Составьте соответствующие молекулярные, полные и сокращённые ионные уравнения.

721. Напишите уравнения реакций ионного обмена, с помощью которых в водном растворе можно получить:

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| а) хлорид натрия; | в) гидроксид железа(II); |
| б) сульфат бария; | г) азотную кислоту. |

722. В трёх пробирках без надписей находятся растворы карбоната калия, нитрата серебра, сульфата натрия. С помощью каких веществ можно определить, в какой из пробирок находится каждая из солей? Приведите соответствующие молекулярные, полные и сокращённые ионные уравнения.

723. К раствору хлорида натрия добавили избыток раствора нитрата серебра. Какие ионы находятся в растворе после протекания реакции? Какое вещество образовалось в результате химической реакции?

724. Какие пары ионов не могут одновременно присутствовать в водном растворе в заметных количествах:

- | | |
|---|--|
| а) Na^+ и F^- ; | г) Ca^{2+} и CO_3^{2-} ; |
| б) Cu^{2+} и S^{2-} ; | д) Ba^{2+} и OH^- ; |
| в) Fe^{3+} и Cl^- ; | е) Ag^+ и Cl^- ? |

725. Выберите из приведённого перечня пары ионов, между которыми возможна химическая реакция: Cu^{2+} , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , OH^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Zn^{2+} . Для тех пар, между которыми

возможна химическая реакция, составьте молекулярные и сокращённые ионные уравнения химических реакций.

726. Приведите по одному примеру реакций обмена в результате которых:

- а) образуется один осадок;
- б) образуются два осадка;
- в) выделяется газ;
- г) выделяется газ и образуется осадок;
- д) не образуется осадок и не выделяется газ.

727. Приведите уравнения электролитической диссоциации следующих электролитов: H_3PO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, HBr , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, H_2CO_3 . Укажите, каким электролитом — сильным или слабым — является каждый из них в водном растворе.

728. Молярная концентрация каких ионов является наибольшей в водном растворе гидрокарбоната кальция?

729. Составьте формулы и назовите вещества, при растворении которых в воде в полученном растворе будут одновременно присутствовать следующие ионы:

- а) H^+ , NO_3^- ;
- б) K^+ , PO_4^{3-} ;
- в) Al^{3+} , Br^- ;
- г) Sr^{2+} , OH^- ;
- д) Cu^{2+} , Cl^- ;
- е) H^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

730. В четырёх пробирках находятся водные растворы нитрата, хлорида, фосфата натрия и аммиака с массовой долей каждого 5 %. С помощью какого одного дополнительного реактива можно распознать, какое вещество содержится в какой пробирке? Кратко поясните ход предлагаемого вами анализа. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде.

731. Запишите формулы всех частиц, которые присутствуют в разбавленном водном растворе фосфорной кислоты. Поясните свой ответ.

732. Для каждого из сокращённых ионных уравнений составьте соответствующее молекулярное уравнение:

- а) $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}^+ = \text{H}_3\text{PO}_4$;
- в) $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3$;
- г) $3\text{OH}^- + \text{Fe}^{3+} = \text{Fe}(\text{OH})_3$.

733. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Уравнения запишите в молекулярной, полной и сокращённой ионных формах.

734. К раствору, содержащему серную кислоту химическим количеством 0,20 моль, добавили раствор, содержащий хлорид бария химическим количеством 0,30 моль. Рассчитайте массу образовавшегося осадка и химические количества каждого из ионов, находящихся в растворе.

735. В раствор хлорида бария массой 70 г с массовой доли соли 7,20 % добавили раствор серной кислоты с молярной концентрацией 0,10 моль/дм³ объёмом 0,30 дм³. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

736. В раствор массой 15,0 г с массовой долей серной кислоты 9,80 % добавили сульфид натрия массой 3,90 г. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора сульфата меди(II). Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

737. Какое химическое количество серной кислоты необходимо добавить к раствору, содержащему гидроксид калия массой 18,6 г, чтобы сделать раствор нейтральным?

738. В воде объёмом 500 см³ растворили 14,8 г хлорида кальция. Рассчитайте молярную концентрацию анионов Cl⁻ в полученном растворе, если его плотность равна 1,034 г/см³.

739. Раствор хлорида двухвалентного металла (массовая доля соли равна 5,55 %) массой 200 г содержит 0,30 моль ионов. Установите металл.

740. *Рассчитайте массы соляной кислоты с массовой долей HCl 30 %, раствора гидроксида натрия с массовой долей NaOH 20 % и воды, которые необходимы для приготовления раствора хлорида натрия массой 60 г с массовой долей NaCl 5,0 %.

741. *К раствору, содержащему серную и азотную кислоты, добавили избыток нитрата бария. В результате реакции выпал осадок массой 4,66 г. На нейтрализацию такого же раствора было затрачено 3,36 г гидроксида калия. Рассчитайте массу азотной кислоты в исходном растворе.

742. *Порцию одноосновной кислоты химическим количеством 1,00 моль растворили в воде и довели объём раствора до 1,00 дм³. Число ионов в полученном растворе равно числу не распавшихся на ионы молекул кислоты. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в растворе.

743. *Образец массой 1,18 г, содержащий калий и кальций, полностью растворили в избытке воды. Полученный раствор нейтрализовали соляной кислотой. На нейтрализацию было затрачено HCl химическим количеством 0,040 моль. Определите массовую долю кальция в исходном образце.

744. *К раствору массой 100 г, содержащему галогенид щелочного металла, добавили нитрат серебра массой 8,50 г. В результате реакции выпал осадок, а массовая доля галогенида в растворе уменьшилась на 0,07752. Установите химическую формулу галогенида.

745. *Через раствор массой 50 г с массовой долей гидроксида натрия 0,20 пропустили сернистый газ. В результате реакции образовались равные массы кислой и средней солей. Рассчитайте массовые доли солей в полученном растворе.

§ 27.1. *Гидролиз солей

746. *Укажите верные утверждения:

- а) в реакцию гидролиза вступают только соли;
- б) поскольку реакция нейтрализации является экзотермической, то гидролиз солей усиливается при повышении температуры;
- в) реакцию гидролиза следует отнести к реакциям разложения;
- г) водный раствор карбоната лития имеет кислую среду;
- д) водный раствор хлорида алюминия имеет кислую среду;

е) хлорид аммония в водном растворе гидролизу не подвергается;

ж) гидролиз сульфида калия протекает по аниону;

з) некоторые соли одновременно подвергаются гидролизу как по катиону, так и по аниону;

и) при сливании водных растворов сульфида натрия и нитрата алюминия выпадает осадок сульфида алюминия.

747. *Приведите по три примера солей, образованных:

а) слабой кислотой и сильным основанием;

б) сильной кислотой и слабым основанием;

в) слабой кислотой и слабым основанием;

г) сильной кислотой и сильным основанием.

748. *Составьте в молекулярной и ионно-молекулярной формах уравнения гидролиза следующих солей в водном растворе: нитрат железа(III), сульфид цезия, ацетат бария, хлорид магния, йодид кальция, фторид калия, сульфат цинка. Укажите реакцию среды в каждом случае.

749. *Запишите формулы солей, подвергающихся гидролизу в водном растворе: хлорид рубидия, нитрат бария, формиат кальция, сульфид аммония, бромид железа(II), сульфат меди(II), гидрофосфат натрия, фторид аммония, карбонат калия. Для каждой соли укажите вид гидролиза (по катиону, по аниону).

750. *Укажите соли, в водном растворе которых будет кислая среда: NaF , CuCl_2 , AlBr_3 , NH_4I , BaCl_2 , MgSO_4 , $\text{Zn(NO}_3)_2$, $\text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2$, $\text{Fe(NO}_3)_2$.

751. *Укажите соли, в водном растворе которых будет щелочная среда: K_3PO_4 , MgI_2 , Li_2S , Cs_2CO_3 , Ba(HCOO)_2 , CoBr_2 , NaNO_3 , AgNO_3 , BeCl_2 .

752. *При полном гидролизе средней соли образовались соединения H_2X и Y(OH)_3 , массовая доля водорода в составе H_2X равна 0,05915, а массовая доля Y в Y(OH)_3 — 0,3459. Установите формулу соли. Составьте уравнение её гидролиза в молекулярной форме.



ГЛАВА 6. НЕМЕТАЛЛЫ

§ 28. Общая характеристика неметаллов

Пример 14. Газовая смесь, состоящая из аргона и гелия, имеет молярную массу 16,0 г/моль. Рассчитайте массу гелия в смеси объёмом (н. у.) 6,34 дм³.

Дано:

$$M(\text{Ar} + \text{He}) = 16,0 \text{ г/моль}$$

$$V(\text{Ar} + \text{He}) = 6,34 \text{ дм}^3$$

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

Решение

Рассчитаем химическое количество газовой смеси:

$$\begin{aligned} n(\text{Ar} + \text{He}) &= \frac{V(\text{Ar} + \text{He})}{V_m} = \\ &= \frac{6,34 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 0,283 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Масса газовой смеси равна:

$$\begin{aligned} m(\text{Ar} + \text{He}) &= n(\text{Ar} + \text{He}) \cdot M(\text{Ar} + \text{He}) = \\ &= 0,283 \text{ моль} \cdot 16,0 \text{ г/моль} = 4,53 \text{ г.} \end{aligned}$$

$$M(\text{Ar}) = 40 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{He}) = 4 \text{ г/моль.}$$

Пусть масса гелия в смеси равна x грамм, тогда его химическое количество в смеси равно $n(\text{He}) = \frac{m(\text{He})}{M(\text{He})} = \frac{x}{4}$ моль.

Масса аргона в смеси равна:

$$m(\text{Ar}) = m(\text{Ar} + \text{He}) - m(\text{He}) = (4,53 - x) \text{ г.}$$

Химическое количество аргона в смеси равно:

$$n(\text{Ar}) = \frac{m(\text{Ar})}{M(\text{Ar})} = \frac{4,53 - x}{40} \text{ моль.}$$

Химическое количество газов в смеси равно 0,283 моль.

Составим уравнение:

$$0,283 = \frac{x}{4} + \frac{4,53 - x}{40}.$$

Решая его, получим $x = 0,754$.

Отв ет: $m(\text{He}) = 0,754$ г.

753. Укажите верные утверждения:

а) во всех группах А периодической системы имеются химические элементы-неметаллы;

б) элементы, расположенные в одной группе, сходны по физическим и химическим свойствам;

в) элементов металлов в периодической системе больше, чем неметаллов;

г) максимальная валентность неметаллов равна восьми, а минимальная — единице;

д) минимальная степень окисления неметаллов равна -8 , а максимальная — $+8$;

е) молекулы простых веществ неметаллов могут состоять из одного атома;

ж) простые вещества неметаллы в твёрдом агрегатном состоянии могут иметь ионную, атомную и молекулярную решётки.

754. На основании чего химические элементы делят на металлы и неметаллы? Поясните свой ответ.

755. Укажите верный порядок распространённости химических элементов в земной коре:

а) $\text{O} > \text{Al} > \text{Si}$;

г) $\text{O} > \text{Si} > \text{Al}$;

б) $\text{Si} > \text{Al} > \text{O}$;

д) $\text{Si} > \text{O} > \text{Al}$;

в) $\text{Al} > \text{O} > \text{Si}$;

е) $\text{Al} > \text{Si} > \text{O}$.

756. Определите степени окисления атомов всех химических элементов в веществах: O_2 , HBr , NO , Cl_2 , H_2SO_4 , HNO_3 , Na_2SiO_3 , K_2FeO_4 , Mg_3N_2 , KH_2PO_4 , NaH , NH_4NO_3 .

757. Определите степени окисления атомов всех химических элементов в веществах: FeS_2 , H_2O_2 , $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, $\text{CH}_3\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$, C_3H_8 , $\text{Fe}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{MnO}_4)_2$, NH_4ClO_4 , PH_3 , NCl_3 .

758. Определите степени окисления атомов всех химических элементов в ионах: Cl^- , H^+ , ClO_4^- , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, NH_4^+ , SO_4^{2-} .

759. Определите степени окисления атомов всех химических элементов в ионах: $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, H_2PO_4^- , C_2H_6^+ , $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, MnO_4^{2-} , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, CuOH^+ .

760. В каждой паре укажите верную формулу и название соединения:

- а) F_2O — оксид фтора или OF_2 — фторид кислорода;
- б) IF_3 — фторид йода(III) или F_3I — йодид фтора;
- в) Cl_3N — нитрид хлора(I) или NCl_3 — хлорид азота(III);
- г) I_3P — фосфид йода(I) или PI_3 — йодид фосфора(III);
- д) $BrCl$ — хлорид брома(I) или $ClBr$ — бромид хлора(I).

761. Расставьте коэффициенты в схеме окислительно-восстановительных реакций, для каждой реакции укажите окислитель и восстановитель:

- а) $C + HNO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + NO$;
- б) $S + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + H_2O$;
- в) $C + Na_2CO_3 \rightarrow Na + CO$;
- г) $P + KOH + H_2O \rightarrow KH_2PO_2 + PH_3$;
- д) $S + Ba(OH)_2 \rightarrow BaS + BaSO_3 + H_2O$;
- е) $Cl_2 + NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$.

762. В организме взрослого человека массой 70 кг содержится примерно 15 мг селена. Рассчитайте, какое число атомов селена приходится на 1 кг веса.

763. Рассчитайте суммарную массовую долю элементов неметаллов в составе полевого шпата $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

764. Рассчитайте число электронов, протонов и нейтронов в атомах следующих нуклидов: ^{79}Se , ^{32}S , ^{35}Cl .

765. Рассчитайте число электронов, протонов и нейтронов в частицах:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| а) $^{35}Cl^-$; | е) NH_4^+ ; |
| б) $^{32}S^{2-}$; | ж) NO_3^- ; |
| в) ^{37}Cl ; | з) ^{238}U ; |
| г) ^{22}Na ; | и) HPO_4^{2-} . |
| д) Al^{3+} ; | |

766. Атом неметалла на третьем электронном слое имеет 5 электронов. Составьте электронную формулу атома этого элемента. Установите неметалл.

767. Какое простое вещество, образованное атомами неметалла, может проявлять только окислительные свойства в химических реакциях? Приведите два примера уравнений химических реакций с участием этого вещества.

768. Простые вещества, образованные атомами неметаллов, в большинстве своём являются диэлектриками, т. е. плохо проводят электрический ток. Однако одно из простых веществ неметаллов используется в качестве материала для изготовления токопроводящих контактов в электродвигателях. Назовите вещество и перечислите его физические свойства.

769. В настоящий момент среди простых веществ неметаллов известно лишь одно, находящееся при н. у. в жидком агрегатном состоянии. Назовите вещество и приведите его формулу. Каким типом химической связи в нём связаны атомы? Какой тип кристаллической решётки имеет это вещество в твёрдом агрегатном состоянии?

770. Молекула неметалла двухатомна. Образец данного неметалла массой 2,80 г занимает объём (н. у.) 2,24 дм³. Установите неметалл.

771. Приведите по пять примеров простых веществ, образованных неметаллами, которые при н. у. находятся в твёрдом и газообразном агрегатном состоянии.

772. Какую массу кокса с массовой долей углерода 0,95 необходимо взять для получения железа массой 5,44 т из оксида железа(III), если в реакции образуется оксид углерода(II)?

773. Назовите следующие бинарные соединения: CaC_2 , Cs_3N , Ba_3P_2 , Cl_2O , Cu_2S , Al_4C_3 , SF_4 , MgH_2 .

774. Из атомов каких химических элементов в основном состоит живая материя? Как называются такие элементы?

775. Какие простые вещества неметаллы используются в качестве восстановителей для получения металлов из оксидов? Приведите уравнения соответствующих химических реакций.

776. Какой объём (н. у.) водорода потребуется для полного восстановления оксида меди(II) массой 2,38 г?

777. Какой объём (н. у.) сероводорода был растворён в воде, если в результате образовался раствор объёмом $0,44 \text{ дм}^3$ и плотностью $1,02 \text{ г/см}^3$ с массовой долей H_2S $0,34 \%$?

778. Массовая доля неметалла в его водородном соединении равна $97,51 \%$. Неметалл в данном соединении имеет степень окисления -2 . Установите неметалл.

779. Объём (н. у.) газовой смеси, состоящей из азота и кислорода, равен $82,8 \text{ дм}^3$, причём объём кислорода в смеси в 3 раза больше объёма азота. Какую массу имеет эта газовая смесь?

780. Какой объём (н. у.) занимают $6,02 \cdot 10^{22}$ молекул азота и какова их масса?

781. Самым распространённым химическим элементом в земной коре является кислород. Его массовая доля в земной коре равна 47% , а фтора — $0,0625 \%$. Рассчитайте, какое число атомов фтора приходится в земной коре на каждый миллион атомов кислорода.

782. *Газовая смесь, состоящая из фтора и гелия, имеет среднюю молярную массу $21,0 \text{ г/моль}$. Рассчитайте объём (н. у.) гелия в такой смеси массой $9,20 \text{ г}$.

783. *Рассчитайте массу газовой смеси объёмом (н. у.) $4,48 \text{ дм}^3$, состоящей из водорода и оксида углерода(IV), массовая доля водорода в которой равна $0,100$.

784. *В воде объёмом 240 см^3 растворили фтороводород массой $0,280 \text{ г}$. Рассчитайте молярную концентрацию фтороводорода в полученном растворе, если его плотность равна $1,01 \text{ г/см}^3$. Какое число ионов водорода содержится в $1,00 \text{ см}^3$ приготовленного раствора, если степень диссоциации HF в этом растворе составляет $9,60 \%$?

785. *Рассчитайте массовую долю водорода в составе смеси, содержащей азот и водород, если известно, что эта смесь объёмом (н. у.) $4,48 \text{ дм}^3$ имеет массу $3,00 \text{ г}$.

§ 29. Водород

786. В природной смеси кислород присутствует в виде нуклидов ^{16}O , ^{17}O и ^{18}O . Какое число различных молекул

воды находится в природной смеси? Приведите формулы всех возможных молекул воды, которые присутствуют в природной смеси.

787. Укажите исходные вещества, которые можно использовать для получения небольших количеств водорода в лабораторных условиях:

- | | |
|---|--|
| а) $\text{Na}_2\text{O} + \text{Zn}$; | е) $\text{LiH} + \text{HCl}$; |
| б) $\text{Zn} + \text{H}_3\text{PO}_4$; | ж) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})}$; |
| в) $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O}$; | з) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Zn} + \text{H}_2\text{O}$; |
| г) $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$; | и) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб})}$; |
| д) $\text{Zn} + \text{HNO}_{3(\text{разб})}$; | к) $\text{ZnO} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$. |

Составьте молекулярные уравнения тех реакций, которые можно использовать для получения водорода в лабораторных условиях.

788. Укажите вещества, с которыми водород вступает в реакции: H_2O , Na_2O , F_2 , Cu_2O , Fe_3O_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, H_2S , CO_2 , C_2H_6 , H_2SO_4 , C_2H_4 , MgH_2 . Приведите в молекулярной форме уравнения протекающих реакций и укажите условия их проведения.

789. Из приведённого перечня выпишите формулы тех веществ, в которых есть атом водорода со степенью окисления -1 : H_2O_2 , BaH_2 , C_2H_6 , CuOHBr , NH_3 , LiH , SiH_4 , H_2Te , NH_4F , HCOOH , HOCl .

790. Укажите вещества, при взаимодействии с которыми водород выступает как окислитель:

- | | |
|---|--|
| а) $\text{HNO}_3 + \text{Cu}$; | е) $\text{N}_2 + \text{H}_2$; |
| б) $\text{Fe} + \text{H}_3\text{PO}_4$; | ж) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2$; |
| в) $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$; | з) $\text{NaOH} + \text{NaH}_2\text{PO}_4$; |
| г) $\text{C} + \text{H}_2\text{O}$; | и) $\text{CuOHCl} + \text{HCl}$; |
| д) $\text{H}_2 + \text{Na}$; | к) $\text{PH}_3 + \text{O}_2$. |

791. В каждой паре укажите вещество, у которого кислотные свойства выражены сильнее:

- | | |
|--|---|
| а) NH_3 и H_2O ; | г) HF и HCl ; |
| б) H_2S и H_2O ; | д) H_2S и PH_3 ; |
| в) HCl и H_2S ; | е) HBr и H_2S . |

792. Определите степень окисления атомов всех элементов в следующих соединениях: HBr , $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, H_2O , H_2SO_3 , NaN , C_2H_6 , CH_3OH , CaH_2 , H_2O_2 , KHCO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})\text{Cl}$.

793. Приведите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) $\text{H}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{LiH}$;

б) $\text{NaN} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{N} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$;

в) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

794. Рассчитайте относительную атомную массу водорода, в образце которого на каждые 100 атомов протия приходится по 10 атомов дейтерия и трития.

795. Какой объём (н. у.) водорода выделится при взаимодействии цинка массой 8,44 г с избытком разбавленной серной кислоты?

796. Какую массу водорода необходимо взять для получения хлороводорода массой 200 кг?

797. Какая масса воды образуется при взрыве смеси, состоящей из водорода объёмом (н. у.) $4,0 \text{ дм}^3$ и кислорода массой 4,0 г?

798. Объёмная доля водорода в смеси с кислородом равна 70 %. Рассчитайте массовую долю водорода в смеси.

799. Над нагретой серой пропустили водород. Полученный газ пропустили через раствор сульфата меди(II). Выпал осадок массой 455 мг. Рассчитайте объём (н. у.) водорода, вступившего в реакцию.

800. Массовая доля водорода в земной коре составляет примерно 1 %. Рассчитайте, какая масса атомов водорода и какое их число содержится в земной коре массой 1 т.

801. Рассчитайте количество теплоты, которая выделится при сгорании водорода массой 32,0 г, если при сгорании водорода химическим количеством 1 моль выделяется 286 кДж теплоты.

802. Во сколько раз водород легче газовой смеси, в которой на каждые 10 атомов гелия приходится 5 атомов аргона?

803. Рассчитайте относительную плотность по водороду газовой смеси, состоящей из водорода и азота, массовые доли которых в смеси соответственно равны 55 и 45 %.

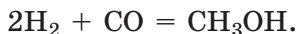
804. Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном при взаимодействии гидрида натрия массой 3,24 г и воды массой 16,6 г.

805. В результате реакции между гидридом неизвестного одновалентного металла массой 4,00 г и воды, взятой в избытке, выделился водород массой 0,200 г. Установите металл.

806. *При 20 °С в 1 дм³ воды растворяется водород объёмом 15 см³. Рассчитайте, какое число молекул воды приходится на 100 молекул водорода в таком растворе.

807. При нагревании гидрид кальция разлагается с образованием водорода. Водород, полученный в результате разложения гидрида кальция массой 7,12 г, пропустили над раскалённым оксидом вольфрама(VI) массой 4,22 г. Рассчитайте массу полученного вольфрама.

808. Водород в промышленности используют для получения метанола по реакции:



Реакция протекает при давлении $300 \cdot 10^5$ Па и температуре 400 °С в присутствии катализаторов (ZnO и Cr₂O₃). Какую максимальную массу метанола можно получить из смеси, содержащей оксид углерода(II) массой 11,0 т и водород массой 1,70 т?

809. Смесь медных и железных опилок массой 10,4 г обработали соляной кислотой. В результате реакции выделился газ объёмом 2,24 дм³ (н. у.). Рассчитайте массовую долю меди в смеси.

810. Водород, необходимый для промышленного синтеза аммиака, можно получить, пропуская пары воды над нагретым коксом, а азот — из воздуха. Рассчитайте, какая масса кокса с массовой долей углерода 86,2 % и какой объём (н. у.) воздуха (79 % N₂ по объёму) необходимы для синтеза 166 т аммиака.

811. *Какой объём (н. у.) воздуха (21 % кислорода по объёму) потребуется для сгорания смеси водорода и пропана

объёмом (н. у.) $44,8 \text{ м}^3$, массовая доля водорода в которой равна 10 % ?

812. *На восстановление оксида неизвестного двухвалентного металла массой 7,18 г был затрачен водород объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$. Установите металл.

813. *Если продукты горения водорода в смеси оксидов азота(II) и азота(IV) охладить до н. у., то останется только одно простое вещество. Рассчитайте объём (н. у.) водорода, который можно сжечь в смеси оксидов азота(II) и азота(IV) массой 200 кг с массовой долей азота 35,6 %.

814. *Энергия химической связи атомов в молекуле водорода равна 436 кДж/моль. Энергия ионизации атома водорода равна 13,6 эВ ($1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$). Какое количество энергии необходимо затратить для превращения в катионы всех атомов, содержащихся в порции газообразного водорода массой 100 мг?

815. *Газовую смесь объёмом (н. у.) 200 дм^3 , содержащую 15 % водорода по объёму и угарный газ, сожгли в необходимом количестве кислорода. Чему равна плотность газообразной смеси при 400 К и 101,3 кПа, полученной в результате сжигания? Какой объём (н. у.) воздуха, содержащего 21 % кислорода по объёму, требуется для полного сжигания исходной смеси объёмом 20 дм^3 ?

816. *Одним из методов получения водорода в промышленности является одностадийный процесс автотермального риформинга природного газа. Для этого природный газ смешивают с кислородом и парами воды, а затем полученную газовую смесь пропускают через колонну с нагретым катализатором. При этом как кислород, так и вода превращают метан в СО. Практический выход водорода повышается, если в исходной смеси содержится большее, чем требуется по стехиометрии реакции, количество воды. Для достижения степени конверсии метана в водород, равной 95,0 % (при 980 К), на каждый 1 моль метана следует брать 4 моль воды. Рассчитайте объёмную долю водорода в газовой смеси на выходе реактора при таком соотношении реагентов.

§ 29.1. *Водородные соединения неметаллов и металлов. Кисотно-основные свойства водных растворов водородных соединений неметаллов

817. *В растворе на каждые 10 молекул фтороводорода приходится 20 ионов (без учёта процесса диссоциации воды). Рассчитайте степень диссоциации HF в этом растворе.

818. *При взаимодействии водорода с литием образовалось 34,5 г твёрдого продукта реакции. Какое число электронов перешло от восстановителя к окислителю в ходе этой реакции?

819. *Массовая доля водорода в составе гидрида неизвестного металла равна 4,789 %. Установите металл.

820. *Смесь гидридов калия и натрия массой 6,20 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) 4,48 дм³. Рассчитайте массовую долю гидрида калия в смеси.

821. *Относительная плотность по водороду смеси двух водородных соединений серы равна 24,5. Рассчитайте массовую долю более лёгких молекул в этой смеси.

822. *Массовая доля водорода в смеси, содержащей три соседних члена гомологического ряда алканов, составляет 20,0 %. Какой объём (н. у.) воздуха (21 % кислорода по объёму) потребуется для полного сгорания такой смеси массой 56,8 кг?

823. *К газовой смеси, состоящей из равных объёмов гелия и водородного соединения азота, добавили алкан объёмом, равным объёму исходной смеси. В результате молярная масса образовавшейся газовой смеси оказалась на 9,75 единиц больше исходной. Установите формулу алкана.

824. *В организме человека при деградации аминокислот образуется аммиак. Аммиак является клеточным ядом и в высоких концентрациях повреждает нервные клетки, поэтому он должен инактивироваться и выводиться из организма. Аммиак через ряд сложных биохимических реакций превращается в мочевины, которая с мочой выводится из организма. Рассчитайте массу обезвреженного аммиака в

организме взрослого мужчины, если известно, что в течение суток он выделил $1,50 \text{ дм}^3$ мочи, плотность которой равна $1,020 \text{ г/см}^3$, а массовая доля мочевины в её составе равна $1,90 \%$.

§ 29.2. *Пероксид водорода

825. *Укажите верные утверждения:

а) все атомы в молекуле пероксида водорода расположены в одной плоскости;

б) самой прочной химической связью в молекуле H_2O_2 является связь O—O ;

в) при н. у. пероксид водорода представляет собой твёрдое вещество;

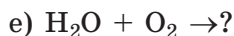
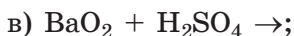
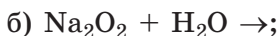
г) при нагревании в присутствии катализатора пероксид водорода разлагается на водород и кислород;

д) за счёт атома кислорода пероксид водорода может быть как окислителем, так и восстановителем;

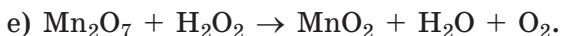
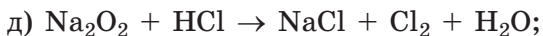
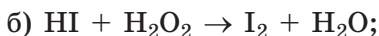
е) в лабораторной практике пероксид водорода используется как сильный окислитель;

ж) пероксид водорода следует хранить в плотно закрытой склянке.

826. *При взаимодействии каких пар веществ можно получить пероксид водорода:



827. *Расставьте коэффициенты в уравнениях химических реакций:



828. *Раствор пероксида водорода объёмом 35,8 см³ и плотностью 1,041 г/см³ длительное время хранился в лаборатории. За время хранения его масса уменьшилась на 366 мг (испарения воды не происходило). Чему была равна массовая доля пероксида водорода в исходном растворе, если в конечном растворе она оказалась равной 3,44 %?

829. *Рассчитайте, во сколько раз за счёт разложения уменьшилась массовая доля пероксида водорода в водном растворе с массовой долей 10,0 %, если масса раствора при хранении уменьшилась на 0,50 % по сравнению с исходной.

830. *К водному раствору с массовой долей серной кислоты 36,8 % прибавили стехиометрическое количество твёрдого пероксида бария. Рассчитайте массовую долю растворённого вещества в полученном растворе.

§ 30. Галогены

Пример 15. Смесь бромида калия и хлорида калия массой 20,00 г растворили в воде. Затем через раствор пропустили избыток хлора. После упаривания масса твёрдого остатка оказалась на 2,225 г меньше исходной массы солей. В результате упаривания галогены были полностью удалены. Рассчитайте массовую долю бромида калия в исходной смеси.

Дано:

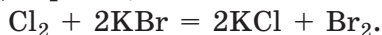
$$m(\text{KBr} + \text{KCl}) = 20,00 \text{ г}$$

$$\Delta m = 2,225 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KBr}) = ?$$

Решение

Составим уравнение протекающей реакции:



$$M(\text{KBr}) = 119 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ г/моль.}$$

Пусть x моль — химическое количество KBr в смеси. Из уравнения следует, что химическое количество образовавшегося из него KCl также будет равно x моль.

Выразим массы KBr и KCl, участвующих в реакции:

$$m(\text{KBr}) = M(\text{KBr}) \cdot n(\text{KBr}) = 119 \cdot x \text{ г.}$$

$$m(\text{KCl}) = M(\text{KCl}) \cdot n(\text{KCl}) = 74,5 \cdot x \text{ г.}$$

Изменение массы в ходе эксперимента равно разнице масс KBr и KCl, участвующих в реакции:

$$\Delta m = m(\text{KBr}) - m(\text{KCl}) = 119 \cdot x - 74,5 \cdot x.$$

По условию задачи эта величина равна 2,225 г.

Можем составить уравнение:

$$119 \cdot x - 74,5 \cdot x = 2,225.$$

Решая его, получим $x = 0,050$ моль.

Масса KBr в смеси равна:

$$m(\text{KBr}) = n(\text{KBr}) \cdot M(\text{KBr}) = 0,050 \text{ моль} \cdot 119 \text{ г/моль} = 5,95 \text{ г}.$$

Рассчитаем массовую долю KBr в исходной смеси:

$$\omega(\text{KBr}) = \frac{m(\text{KBr})}{m(\text{KBr} + \text{KCl})} = \frac{5,95 \text{ г}}{20,00 \text{ г}} = 0,2975 = 29,75 \text{ \%}.$$

О т в е т: $\omega(\text{KBr}) = 29,75 \text{ \%}$.

831. Что означает термин «галогены», закрепившийся за названием химических элементов, входящих в группу VIIA?

832. Какие особенности строения атомов галогенов позволяют отнести их к элементам неметаллам?

833. Приведите электронную конфигурацию внешнего электронного слоя атомов фтора и йода. В чём принципиальное отличие строения внешнего электронного слоя атома фтора от такового для атомов остальных галогенов? В чём проявляется особенность электронного строения атома фтора? Приведите соответствующие примеры.

834. Составьте формулы электронных конфигураций для атомов фтора, хлора и их анионов.

835. На внешнем энергетическом уровне атома фтора и атома хлора содержится по 7 электронов — 2 *s*-электрона и 5 *p*-электронов. Кратко поясните, почему валентные возможности атома фтора резко отличаются от таковых для атома хлора, хотя у элементов одной группы следовало бы ожидать определённого сходства.

836. У фторид-иона конфигурация всех электронных слоёв такая же, как и у атома неона. Можно ли из этого сделать вывод о том, что поведение фторид-иона и атома

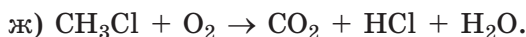
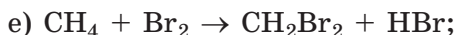
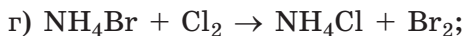
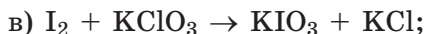
неона по отношению к любым другим частицам в различных процессах будет одинаковым? Кратко поясните свой ответ.

837. Определите степени окисления атомов галогенов в следующих веществах: HCl , FeCl_3 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, HClO_2 , KClO_3 , $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$, OF_2 , ClF , NaBr , HI .

838. Какой химический элемент группы VIIA наиболее распространён в земной коре? Приведите два примера формул минералов, в состав которых входят атомы этого элемента, и их тривиальные названия.

839. Какую роль играют соединения фтора, хлора и брома в организме человека? Поясните свой ответ и приведите необходимые примеры.

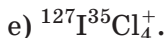
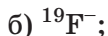
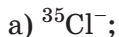
840. Расставьте коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций:



Для каждой реакции укажите окислитель и восстановитель.

841. Приведите химические формулы и названия минералов, в составе которых галогены встречаются в природе.

842. Рассчитайте число электронов, протонов и нейтронов в ионах:



843. Рассчитайте массовую долю фтора в составе криолита.

844. Какой газ легче — хлор или фтор? Подтвердите свой ответ расчётом их плотности при н. у.

845. Какую массу хлора нужно взять для получения йода из технического йодида калия массой 150 г, в котором массовая доля не содержащих йод примесей равна 6,22 %?

846. Рассчитайте объём (н. у.), который займёт хлор массой $3,56 \cdot 10^4$ кг.

847. Рассчитайте относительную плотность паров брома по воздуху.

848. Алюминиевый порошок поместили в сосуд, содержащий хлор. В результате реакции получили хлорид алюминия массой 2,44 г. Рассчитайте массы прореагировавших веществ.

849. Какой объём займут $8,45 \cdot 10^{22}$ молекул фтора при н. у.?

850. Йодированная соль в среднем содержит 3,00 мг йодата калия KIO_3 на 100 г хлорида натрия. Рассчитайте, какое число атомов хлора приходится на один атом йода в йодированной соли.

851. Рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) суточная норма потребления поваренной соли составляет 5 г. Йодированная соль в среднем содержит 3,00 мг йодата калия KIO_3 на 100 г соли. Рассчитайте массу атомов йода, попадающих в организм человека, который за день с продуктами питания потребляет двойную, по сравнению с рекомендованной, норму соли.

852. При комнатных условиях реакция алюминиевого порошка с порошкообразным йодом протекает очень медленно, но резко ускоряется при добавлении к реакционной смеси маленькой капельки воды. Это один из уникальных случаев в неорганической химии, когда вода выполняет необычную для себя роль. Приведите уравнение этой реакции и предположите, какую роль может играть вода в этой реакции.

853. Какова масса йода химическим количеством 15,8 ммоль?

854. Рассчитайте массовую долю хлора в газовой смеси, содержащей хлор, водород и азот, объёмы которых при н. у. соответственно равны 2,24, 4,48 и 4,48 дм^3 .

855. *Смесь водорода и хлора объёмом (н. у.) $15,0 \text{ дм}^3$ облучили светом. В результате реакции образовался хлороводород объёмом (н. у.) $5,00 \text{ дм}^3$. Рассчитайте объёмную долю хлора в исходной смеси.

856. *Массовая доля водорода в составе галогеноводорода равна $1,246 \%$. Установите химическую формулу галогеноводорода. Составьте схему образования его молекулы с помощью электронной и графической формул. Какое число связывающих и неподелённых электронных пар имеется в молекуле этого галогеноводорода?

857. *Хлор в природе представлен двумя нуклидами — ^{35}Cl и ^{37}Cl . Рассчитайте, какое число атомов ^{35}Cl приходится на 100 атомов ^{37}Cl в природной смеси, если относительная атомная масса природного хлора равна $35,4527$.

858. *Смесь хлора и брома массой $17,75 \text{ г}$ прореагировала с избытком водного раствора бромида калия. После упаривания полученного раствора масса твёрдого остатка оказалась на $2,225 \text{ г}$ меньше массы бромида калия, содержащегося в исходном растворе. Рассчитайте массовую долю хлора в исходной смеси.

859. *Газовая смесь, состоящая из водорода и хлора, объёмом (н. у.) $6,72 \text{ дм}^3$ имеет массу $7,50 \text{ г}$. Рассчитайте объёмную долю хлора в смеси.

860. *При взаимодействии смеси хлора и брома общей массой $23,1 \text{ г}$ с избытком меди образовалась смесь хлорида и бромида меди(II) общей массой $35,8 \text{ г}$. Рассчитайте массовую долю брома в исходной смеси.

§ 31. Соединения галогенов

861. Из галогеноводородов только фтороводород при н. у. находится в жидком агрегатном состоянии. Чем можно объяснить этот факт?

862. Приведите уравнения электролитической диссоциации фтороводорода и хлороводорода в водном растворе. В чём различие этих процессов?

863. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

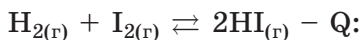
- а) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeBr}_3$;
- б) $\text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_5 \rightarrow \text{HCl}$;
- в) $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \rightarrow \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO}$;
- г) $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl}$;
- д) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CCl}_4$;
- е) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$.

864. Между какими из приведённых веществ возможны химические реакции: HI , Mg , HCl , Br_2 , KOH , Al , MnO_2 ? Приведите молекулярные уравнения соответствующих реакций и укажите условия их осуществления.

865. В каких случаях протекает процесс окисления атомов галогена:

- а) $\text{KClO} \rightarrow \text{Cl}_2$;
- б) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2$;
- в) $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}$;
- г) $\text{Cl}^- \rightarrow \text{ClO}^-$;
- д) $\text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_3^-$;
- е) $\text{ClO}_3^- \rightarrow \text{Cl}_2$?

866. Как повлияют на равновесие в системе

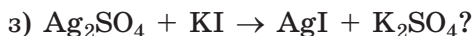
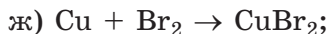
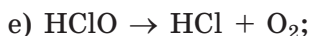


- а) увеличение давления;
- б) повышение температуры;
- в) понижение молярной концентрации йодоводорода;
- г) повышение молярной концентрации водорода;
- д) внесение в реакционный сосуд катализатора?

867. Как экспериментально можно отличить водные растворы фторида и хлорида натрия? Поясните свой ответ.

868. Какие из указанных превращений могут протекать при определённых условиях:

- а) $\text{Al} + \text{F}_2 \rightarrow \text{AlF}_3$;
- б) $\text{Br}_2 + \text{NaF} \rightarrow \text{NaBr} + \text{F}_2$;
- в) $\text{HF} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{HF} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{F}_2$;
- д) $\text{Cl}_2 + \text{NaBr} \rightarrow \text{NaCl} + \text{Br}_2$;



869. Какая масса фторида цинка образуется при взаимодействии цинка массой 6,5 г с избытком фтора?

870. Какое количество теплоты выделится при взаимодействии избытка водорода с фтором объёмом (н. у.) 466 см^3 , если при образовании фтороводорода химическим количеством 1 моль выделяется 269 кДж теплоты?

871. Какой максимальный объём (н. у.) кислорода может образоваться, если через избыток воды пропустить фтор массой 3,44 г?

872. Чему равна масса хлора, вступившего в реакцию с йодидом калия, если в результате реакции выделился йод массой 2,54 г?

873. Через раствор йодида калия пропустили воздух объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$ с примесью хлора. В результате реакции образовался йод массой 0,120 г. Рассчитайте объёмную долю хлора в воздухе.

874. Какой объём (н. у.) хлороводорода необходим для приготовления соляной кислоты объёмом $4,50 \text{ дм}^3$ с массовой долей HCl 30 % и плотностью $1,149 \text{ г/см}^3$?

875. Какой объём (н. у.) фтороводорода необходимо растворить в воде массой 130 г, чтобы получить раствор плавиковой кислоты с массовой долей HF 25 %?

876. Какую массу йодоводорода следует добавить к раствору массой 30,8 г с массовой долей HI 3,12 %, чтобы получить раствор с массовой долей HI 15,0 %?

877. Кристаллический хлорид натрия массой 11,7 г обработали избытком концентрированной серной кислоты при нагревании. Выделившийся газ пропустили через раствор нитрата серебра (взят в избытке). Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

878. Установите формулу содержащего хлор соединения, массовые доли водорода и кислорода в котором соответственно равны 1,472 и 46,74 %.

879. Фтор объемом (н. у.) $11,2 \text{ дм}^3$ полностью прореагировал с двухвалентным металлом массой $20,0 \text{ г}$ с образованием соли. Установите металл.

880. Активным веществом хлорной извести («хлорки») является гипохлорит кальция $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, образующийся при действии хлора на гашёную известь. Какой объём (н. у.) хлора и какая масса гашёной извести необходимы для получения $1,50 \text{ т}$ хлорки, массовая доля активного вещества в которой составляет $22,4 \%$?

881. Навеску массой $16,5 \text{ г}$, состоящую из железа и оксида железа(II), растворили в избытке соляной кислоты. В результате реакции выделился водород объемом (н. у.) $3,30 \text{ дм}^3$. Рассчитайте массовую долю оксида железа(II) в навеске.

882. Рассчитайте степень диссоциации хлорноватой кислоты HClO_3 в растворе, содержащем ионы ClO_3^- химическим количеством $0,95$ моль и молекулы кислоты химическим количеством $0,15$ моль.

883. *Хлороводород очень хорошо растворим в воде: при 20°C в 1 объёме воды растворяется 450 объёмов хлороводорода. Рассчитайте массовую долю хлороводорода в его насыщенном при 20°C водном растворе.

884. Широко используемая в быту посуда с антипригарным покрытием производится путём нанесения на поверхность посуды специального вещества — тефлона, получающегося путём полимеризации соединения, в котором массовые доли углерода и фтора соответственно равны $24,02$ и $75,98 \%$. Относительная плотность паров этого мономера по воздуху равна $3,448$. Установите формулу мономера и приведите уравнение его полимеризации.

885. *Смесь бромида натрия и хлорида натрия общей массой $16,15 \text{ г}$ растворили в воде. К полученному раствору добавили избыток раствора нитрата серебра, при этом образовался осадок массой $33,15 \text{ г}$. Рассчитайте массу хлорида натрия в смеси.

886. *Образец железа прореагировал с избытком хлора. Такой же образец железа прореагировал с избытком

соляной кислоты. Оказалось, что масса хлора, вступившего в реакцию, больше массы прореагировавшего хлороводорода на 6,70 г. Рассчитайте массу железа в образце.

887. *Смесь, содержащую хлорид меди(II) и хлорид бария, растворили в воде. К раствору добавили избыток сульфида натрия. В результате реакции выпал осадок массой 4,80 г. Затем к раствору добавили избыток раствора сульфата натрия — выпал осадок массой 23,3 г. Рассчитайте массовую долю хлорида меди(II) в исходной смеси.

888. *Хлор и бром с неизвестным химическим элементом образует соединения, молярные массы которых соответственно равны 154 и 332 г/моль. Неизвестный химический элемент проявляет в обоих соединениях одинаковую валентность. Установите неизвестный химический элемент.

889. *Вещество А используется в качестве фторсодержащей добавки к зубным пастам и является солью монофторофосфорной кислоты. Массовая доля фтора в веществе А равна 13,20 %, натрия — 31,94 %, кислорода — 33,34 %. Установите простейшую формулу вещества А.

890. *При осторожном нагревании бертолетовой соли без катализатора одновременно протекают два процесса. В результате одного из них исходная соль превращается в смесь перхлората калия KClO_4 и хлорида калия, а в результате второго — образуется кислород. При нагревании навески бертолетовой соли массой 4,86 г выделился кислород объёмом (н. у.) 620 см^3 . Считая, что вся бертолетова соль вступила в реакции, рассчитайте, какое химическое количество перхлората калия содержится в полученной смеси твёрдых продуктов разложения.

891. *Гормоны играют важнейшую роль в регуляции многочисленных биологических процессов. Важнейшей железой внутренней секреции человека является щитовидная железа. В ней образуются два йодсодержащих гормона — тироксин и трийодтиронин. В состав молекулы трийодтиронина входят три атома йода, а его молярная масса равна 651 г/моль. Молярная масса тироксина больше молярной массы трийодтиронина в 1,1935 раза, а массовая доля йода

в составе тироксина больше таковой в составе трийодтиро-
нина на 6,85 %. Рассчитайте число атомов йода, содержа-
щихся в молекуле тироксина.

§ 32. Элементы VIA-группы. Кислород и сера

892. Какое число:

- а) нейтронов в ядре атома нуклида ^{80}Se ;
- б) электронов в ионе Te^{2-} ;
- в) протонов и электронов в ионе HSe^- ;
- г) протонов и нейтронов в молекуле $^2\text{H}_2^{34}\text{S}$?

893. Какие химические элементы называют халькоге-
нами? Кратко поясните, что означает это название и при-
ведите соответствующие примеры.

894. Приведите электронно-графическую схему строения
внешнего электронного слоя атома кислорода. С помощью
схемы кратко поясните, почему минимальная степень окис-
ления атома кислорода равна -2 .

895. Почему сера в своих соединениях проявляет выс-
шую валентность, равную номеру группы, а кислород —
нет?

896. Какую максимальную валентность в соединениях
может проявлять атом кислорода, исходя из строения его
внешнего электронного слоя? Приведите формулу частицы,
в которой атом кислорода проявляет валентность, равную
трём, и кратко поясните её строение.

897. Какое число электронов должен принять или отдать
атом серы, чтобы он приобрёл электронную конфигурацию
ближайшего благородного газа?

898. Составьте формулы электронных конфигураций
атомов кислорода и серы, а также ионов O^{2-} и S^{2-} .

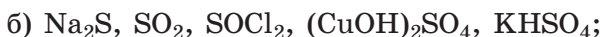
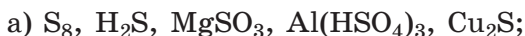
899. Атом только одного химического элемента имеет
электроотрицательность выше, чем атом кислорода. Назо-
вите этот химический элемент. Какие степени окисления
проявляет атом кислорода в соединениях с атомами этого
элемента? Приведите примеры двух таких соединений.

900. В виде каких веществ встречается кислород и сера в природных условиях? Приведите примеры соответствующих простых и сложных веществ и назовите их.

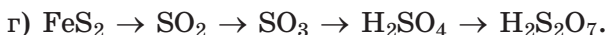
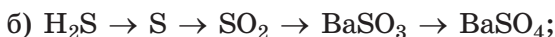
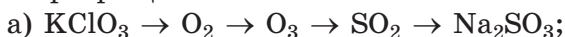
901. Определите степень окисления атомов кислорода в веществах:



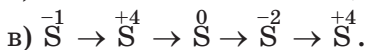
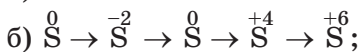
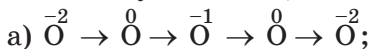
902. Определите степень окисления атомов серы в веществах:



903. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



904. Замените каждый атом с указанной степенью окисления на реальное вещество, содержащее такой атом. Составьте молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить превращения веществ в полученных цепочках:



905. Какую массу кислорода можно получить из воздуха объёмом (н. у.) 100 м^3 , в котором объёмная доля кислорода равна 21 %?

906. Массовая доля кислорода в его смеси с гелием равна 80 %. Рассчитайте объёмную долю кислорода в смеси.

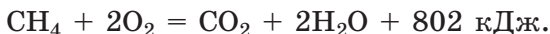
907. Кислород какого максимального объёма (н. у.) можно получить при полном электролизе воды массой 3,22 т?

908. Какой объём (н. у.) кислорода выделился в процессе фотосинтеза, если образовалась глюкоза массой 300 кг?

909. Какой объём (н. у.) воздуха с объёмной долей кислорода 21,0 % потребуется для полного сгорания алюминия массой 15,4 г?

910. Какая масса кислорода потребуется для сгорания смеси водорода и метана объёмом (н. у.) 140 м³, объёмная доля водорода в которой равна 42,5 %?

911. Термохимическое уравнение сгорания метана в кислороде имеет вид:



Рассчитайте, какое количество теплоты выделится при полном сгорании метана массой 248 кг в избытке кислорода.

912. Рассчитайте, при термическом разложении какого вещества — перманганата калия или бертолетовой соли — массой 100 г выделится больше кислорода.

913. Навеску серы массой 42,3 г окислили недостатком кислорода в присутствии катализатора. При этом образовалась смесь двух оксидов серы суммарной массой 99,1 г. Рассчитайте объём (н. у.) кислорода, вступившего в реакцию.

914. Водород объёмом (н. у.) 20,8 дм³ смешали с кислородом массой 160 г. Рассчитайте относительную плотность полученной газовой смеси по воздуху.

915. При нагревании навески перманганата калия её масса уменьшилась на 8,44 % по сравнению с исходной. Какая часть исходного перманганата калия разложилась в этом опыте?

916. *Массовая доля металла в смеси, состоящей из равных химических количеств его оксида и хлорида, равна 44,26 %. Металл в оксиде проявляет степень окисления +4, а в хлориде — +3. Установите металл.

917. *При обжиге сульфида меди(II) в кислороде масса твёрдого остатка оказалась на 3,60 % меньше массы исходного вещества. Рассчитайте массовые доли компонентов в конечной смеси.

918. *При нагревании порошкообразной меди с серой может образоваться сульфид меди(I) и сульфид меди(II) в зависимости от мольного соотношения компонентов и условий проведения реакции. Рассчитайте массовую долю сульфида меди(II) в смеси, полученной нагреванием меди массой 15,0 г с серой массой 4,00 г.

919. *На горение углеводорода объёмом (н. у.) 224 см³ был затрачен кислород массой 2,88 г. Образовавшийся углекислый газ пропустили через раствор гидроксида кальция, в результате чего образовался осадок массой 5,50 г. Относительная плотность углеводорода по водороду не превышает 45. Установите формулу углеводорода.

920. *При разложении неизвестной жидкости образуются два газа. Оба являются простыми вещества, состоящими из двухатомных молекул. Масса атома, образующего более лёгкий газ, равна $1,66 \cdot 10^{-24}$ г, а масса атома, образующего более тяжёлый газ, — $26,56 \cdot 10^{-24}$ г. Если эти газы смешать в объёмном соотношении 2 : 1 и поджечь, то произойдёт реакция со взрывом. Рассчитайте число молекул в составе 1,0 кг неизвестной жидкости.

921. *При температуре выше температуры кипения в парах присутствуют молекулы, число атомов серы в которых может составлять от 1 до 8. В одном из опытов было установлено, что в газовой фазе присутствуют два вида молекул серы, состав которых отличается на 1 атом, а плотность пара в пересчёте на н. у. составляет 4,457 г/дм³. Рассчитайте мольную долю молекул с меньшей молярной массой, содержащихся в газовой фазе.

922. *Кровь моллюсков имеет голубой цвет. Это связано с наличием в её составе гемоцианина. Последний является медьсодержащим белком. Гемоцианин членистоногих имеет относительную молекулярную массу, равную приблизительно 72 000. Одна молекула этого белка содержит 2 атома меди и может связывать одну молекулу кислорода. Рассчитайте, какое число атомов меди содержит образец гемоцианина массой 32,0 мг и какой объём (н. у.) кислорода максимально может присоединить гемоцианин такой порции.

§ 32.1. *Озон

923. *Укажите верные утверждения:

а) молекула озона имеет линейное строение — все 3 атома кислорода в молекуле озона располагаются на одной прямой линии;

б) центральный атом кислорода в молекуле озона находится в sp^2 -гибридном состоянии;

в) образование озона из кислорода является экзотермическим процессом;

г) в природе озон образуется из кислорода благодаря жёсткому УФ-излучению солнца;

д) относительная плотность озона по водороду равна 16;

е) озон используют для дезинфекции питьевой воды;

ж) химическая активность озона ниже, чем кислорода;

з) озон вступает в реакцию с серебром, а кислород — нет.

924. *Предположите возможные продукты в реакциях между указанными реагентами и составьте соответствующие уравнения химических реакций:

a) $\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow$;

$$\Gamma) \text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow;$$
6) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_3 \rightarrow$;

д) $O_3 + PbS \rightarrow$;

$$\text{B) BaI}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow;$$

e) $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow$.

925. *Активные металлы образуют с кислородом бинарные соединения, которые называются озонидами, например озонид калия KO_3 . К какому классу неорганических соединений следует отнести это соединение? Какой тип решётки оно имеет в твёрдом состоянии и какие частицы находятся в узлах его кристаллической решётки?

926. *Газовая смесь, состоящая из кислорода и озона, имеет объём (н. у.) $12,0 \text{ дм}^3$. При полном разложении озона объём газа увеличился на 10 %. Рассчитайте относительную плотность исходной газовой смеси по водороду.

927. *Сосуд заполнили кислородом. Объём кислорода при н. у. равен $11,2 \text{ дм}^3$. Затем через газ пропустили тихий электрический разряд. После приведения давления и температуры к нормальным объём газа составил $10,64 \text{ дм}^3$. Рассчитайте массу образовавшегося озона.

928. *Озон очень токсичен для человека. Поэтому в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий объёмом (н. у.) $1,0 \text{ м}^3$ допускается содержание не более $0,1 \text{ мг}$ озона. Рассчитайте, какое число молекул кислорода приходится на одну молекулу озона в воздухе (21% кислорода по объёму), содержащем такую концентрацию озона.

929. *Герметичный сосуд заполнен при н. у. озонированным воздухом, в котором объёмные доли кислорода и озона соответственно равны $16,6$ и $4,40 \%$. Каким станет давление в сосуде при 0°C , если разложится 80% озона?

§ 33. Водородные соединения кислорода и серы

930. Укажите верные утверждения:

а) угол связи Э—O—Э в молекулах H_2O и H_2S одинаков;
б) молекула H_2S тяжелее, чем H_2O , поэтому температура кипения сероводорода выше, чем температура кипения воды;

в) между молекулами воды образуются водородные связи;

г) плотность льда выше плотности жидкой воды;

д) сероводород очень хорошо растворим в воде;

е) при растворении H_2S в H_2O протекает химическая реакция и образуется H_2SO_3 ;

ж) угол между связями H—O—H в молекуле воды примерно равен 105° ;

з) все оксиды вступают в реакцию с водой при повышенной температуре.

931. С водородом кислород образует два соединения: H_2O и H_2O_2 . Какие соединения с водородом образует сера? Приведите их молекулярные и структурные формулы.

932. Если над нагретым до 600°C кальцием пропустить пары воды, то образуется твёрдое бинарное соединение и газ. Если же эту реакцию провести при комнатной температуре, то продуктами реакции являются другие вещества. Приведите молекулярные уравнения реакций между кальцием и водой при 600 и 20°C . Какое тривиальное название имеют твёрдые продукты этих реакций?

933. Какие атомные орбитали перекрываются при образовании химических связей в молекуле H_2S ? Какое число неподелённых и связывающих электронных пар в этой молекуле? Какую форму в пространстве имеет молекула сероводорода и чему равен угол между связями H—S—H ?

934. Приведите структурную формулу пероксида водорода. Какую валентность и степень окисления имеет атом кислорода в этом соединении?

935. Какие ионы из приведённого списка образуют нерастворимые в воде сульфиды, имеющие характерную окраску: Cs^+ , Ag^+ , Cu^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Na^+ , Ba^{2+} , Mg^{2+} ? Приведите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения образования этих сульфидов в водном растворе.

936. *Все d -металлы образуют нерастворимые в воде сульфиды. Большинство из них растворяются в соляной кислоте. Какие из приведённых сульфидов не растворяются в соляной кислоте: FeS , PbS , ZnS , Ag_2S , Cu_2S , CuS , MnS , HgS , BeS ?

937. Рассчитайте объём (н. у.) водорода, образующегося при действии избытка воды на гидрид калия массой 25,4 г.

938. Железо массой 2,90 г сплавляли с серой массой 2,60 г. Затем к реакционной смеси добавили избыток соляной кислоты. Рассчитайте массу образовавшегося сероводорода.

939. Цинк массой 6,50 г сплавляли с серой массой 1,60 г. Затем к смеси добавили избыток соляной кислоты. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося газа.

940. Какая масса осадка образуется при сливании раствора массой 78 г с массовой долей сульфида натрия 10 % и раствора массой 200 г с массовой долей сульфата цинка 10 %?

941. Массовая доля водорода в составе соединения, образованного атомами серы и водорода, равна 2,052 %. Установите формулу этого соединения и приведите его структурную формулу.

942. Рассчитайте молярную концентрацию ионов водорода в растворе сероводородной кислоты с молярной концентрацией 0,10 моль/дм³. Степень диссоциации

сероводородной кислоты по первой ступени в этом растворе равна 0,12 %, диссоциацией по второй ступени можно пренебречь.

943. Сероводород образуется при гниении органических веществ и присутствует в смеси с другими газами в канализационных колодцах, в дубильных ямах при изготовлении кож, в отхожих местах. Сероводород — ядовитый газ. Вдыхание человеком воздуха, содержащего 0,10–0,15 % сероводорода, приводит к потере сознания, а в некоторых случаях к летальному исходу в результате паралича дыхания. Противоядием при отравлении сероводородом является чистый воздух. Предельно допустимая концентрация сероводорода в рабочей зоне промышленных предприятий составляет 10 мг/м³. Рассчитайте число молекул кислорода, приходящихся на одну молекулу сероводорода, в воздухе (21 % кислорода по объёму), в котором содержание сероводорода равно его предельно допустимой концентрации при н. у.

944. *Какие соли и в каких химических количествах образуются при пропускании сероводорода объёмом (н. у.) 2,00 дм³ через раствор объёмом 100 см³ с молярной концентрацией гидроксида калия 0,15 моль/дм³?

945. *Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из водорода и сероводорода, равна 5,00. К данной смеси добавили газ объёмом, равным объёму сероводорода в смеси. В результате относительная плотность полученной смеси по водороду составила 5,70. Чему равна молярная масса добавленного газа?

946. *Какой объём (н. у.) сероводорода следует пропустить через раствор массой 45 г с массовой долей гидроксида калия 11,2 %, чтобы получить раствор, в котором массовая доля средней соли была в 2 раза больше массовой доли кислой соли?

947. *Какую массу сероводорода нужно пропустить через раствор массой 54,8 г с массовой долей гидроксида натрия 12,6 %, чтобы массовая доля щёлочи в образовавшемся растворе была в 2 раза меньше массовой доли соли?

948. *При взаимодействии смеси двухвалентного металла и его сульфида с избытком соляной кислоты образовалась

газовая смесь, плотность которой при н. у. равна $0,6625 \text{ г/дм}^3$. Установите, какой металл содержался в исходной смеси, если массовые доли сульфида металла и металла в ней были равны.

§ 34. Кислородные соединения серы

949. Укажите верные утверждения:

- а) оксиду серы(VI) соответствует серная кислота;
- б) кислотным оксидом сернистой кислоты является оксид серы(IV);
- в) при н. у. оксид серы(IV) представляет собой бесцветную жидкость;
- г) оксид серы(VI) образуется при горении спичек;
- д) при взаимодействии оксида натрия с сернистым газом образуется сульфат натрия;
- е) при разложении H_2SO_3 образуется сернистый газ;
- ж) оксид серы(VI) можно получить нагреванием серной кислоты;
- з) сернистая кислота является слабым электролитом в водном растворе;
- и) сернистая кислота не существует в виде индивидуального вещества, а может находиться только в разбавленном водном растворе;
- к) молекула сернистого газа имеет угловое строение.

950. Изобразите структурную и электронную формулы сернистой кислоты. Какое число связывающих электронных пар и сколько σ - и π -связей в молекуле сернистой кислоты?

951. Действием разбавленного водного раствора серной кислоты на какие вещества можно получить оксид серы(IV): медь, сульфит кальция, оксид натрия, гидросульфит калия, гидроксид бария, оксид углерода(II), сульфид аммония, сульфат меди(II), серу? Приведите молекулярные уравнения соответствующих химических реакций.

952. Одним из способов нейтрализации токсичного сернистого газа в отходящих газах некоторых промышленных производств является добавление к ним ещё одного очень

токсичного газообразного (при н. у.) бинарного соединения серы. В результате взаимодействия двух токсичных газов образуется два совершенно нетоксичных продукта, один из которых представляет собой твёрдое (при н. у.) простое вещество, а другой — это вода. Составьте уравнение описанной химической реакции, протекающей при нейтрализации сернистого газа описанным способом.

953. С какими веществами сернистый газ может вступать в реакцию: BaO , H_2SO_4 , Cu , KOH , H_2O , SO_3 , O_2 ? Приведите молекулярные уравнения протекающих реакций.

954. Массовая доля серы в составе её оксида равна 0,50. Установите формулу оксида и приведите его названия по систематической и тривиальной номенклатуре.

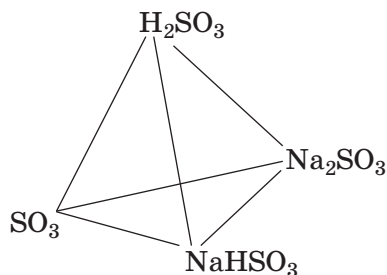
955. Рассчитайте молярную массу газовой смеси, состоящей из кислорода и сернистого газа, в которой объёмные доли компонентов различаются в 1,50 раза.

956. При $0\text{ }^\circ\text{C}$ в 100 г воды можно максимально растворить 22,0 г оксида серы(IV). При нагревании 400 г насыщенного при $0\text{ }^\circ\text{C}$ раствора оксида серы(IV) до $20\text{ }^\circ\text{C}$ его масса уменьшилась на 36,8 г. Рассчитайте растворимость SO_2 при $20\text{ }^\circ\text{C}$ в 100 г воды.

957. Рассчитайте относительную плотность оксида серы(IV) по водороду.

958. Какую максимальную массу серной кислоты можно получить из оксида серы(IV) химическим количеством 11 моль?

959. Составьте 12 молекулярных уравнений реакций, соответствующих взаимопревращениям веществ, находящихся в вершинах пирамиды.



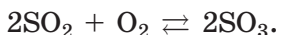
960. В воде массой 24,80 г растворили оксид серы(VI) массой 4,66 г. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

961. Какую массу оксида серы(VI) нужно растворить в воде, чтобы получить раствор массой 150 г с массовой долей серной кислоты 7,18 %?

962. Смесь массой 20,00 г, содержащую медный купорос и хлорид натрия, растворили в воде. Затем к полученному раствору добавили избыток раствора хлорида бария. В результате выпал белый осадок массой 9,32 г. Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в исходной смеси.

963. *Смесь хлорида натрия и сульфата натрия массой 2,00 г растворили в воде. К раствору добавили избыток раствора нитрата бария, в результате чего выпал белый осадок массой 2,33 г. Рассчитайте массовую долю сульфата натрия в исходной смеси.

964. В системе установилось равновесие:



Равновесные химические количества SO_2 , O_2 , и SO_3 соответственно равны 0,10, 0,20 и 0,70 моль. Рассчитайте исходные химические количества SO_2 и O_2 .

965. Кристаллогидраты сульфатов ряда двухвалентных металлов иногда называют купоросами. Массовая доля железа в железном купоросе составляет 20,09 %. Установите формулу железного купороса и рассчитайте массовую долю кислорода в нём.

966. Количественный анализ неизвестной кислоты показал, что массовые доли серы и кислорода в ней равны соответственно 37,26 и 61,96 %. Установите молекулярную формулу этой кислоты и изобразите её структурную формулу.

967. *В смеси сульфита и сульфата одновалентного металла массовая доля металла равна 0,3365, серы — 0,2341, кислорода — 0,4294. Чему равна массовая доля сульфита в этой смеси?

968. *Металл А, имеющий розовато-красную окраску, растворили в концентрированном растворе кислоты. В результате реакции выделился газ Б, реагирующий с раствором щёлочи с образованием кислой и средней солей, и образовалась соль В. При охлаждении насыщенного раствора

соли В образуется осадок Г голубого цвета, в котором на одну формульную единицу соли приходится пять молекул воды. Установите химические формулы веществ А, Б, В и Г и составьте уравнения описанных химических реакций.

§ 35. Серная кислота

969. По каким внешним признакам можно отличить концентрированную серную кислоту и воду, находящиеся в двух разных стеклянных пробирках?

970. Какое число σ - и π -связей образует атом серы в молекуле серной кислоты?

971. В молекуле серной кислоты атом серы связан с четырьмя атомами кислорода. Качественно сравните меж-атомные расстояния сера — кислород в этой молекуле. Какие из них больше и почему?

972. К какому типу относятся химические связи H—O—S в молекуле серной кислоты? Какая из этих связей является более полярной? Поясните почему.

973. В каких случаях при разбавлении серной кислоты водой может наблюдаться разбрызгивание раствора? Поясните, с чем это связано. Как следует правильно готовить разбавленный раствор серной кислоты из концентрированной серной кислоты и воды?

974. Составьте химические формулы следующих солей:

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| а) сульфат калия; | г) гидросульфид цинка; |
| б) сульфид свинца; | д) сульфит натрия; |
| в) гидросульфат магния; | е) гидросульфит лития. |

975. Назовите следующие соли:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| а) $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$; | г) NH_4HSO_4 ; |
| б) Na_2S ; | д) K_2SO_3 ; |
| в) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; | е) $\text{Ba}(\text{HS})_2$. |

976. Приведите химическую формулу и тривиальное название каждого из следующих соединений:

- а) пентагидрат сульфата меди(II);

- б) гептагидрат сульфата железа(II);
- в) гептагидрат сульфата магния;
- г) декагидрат сульфата натрия;
- д) дигидрат сульфата кальция.

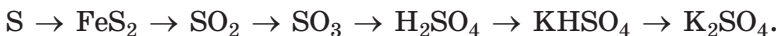
977. Благодаря какому свойству концентрированной серной кислоты её используют в лабораторной практике для осушки газов от паров воды? Какие из перечисленных газов нельзя высушить с помощью концентрированной серной кислоты: хлороводород, йодоводород, углекислый газ, аммиак, кислород? Поясните почему.

978. С какими веществами разбавленный водный раствор серной кислоты будет вступать в химические реакции: серебро, оксид кремния(IV), карбонат кальция, сульфат аммония, гидроксид лития, сульфид железа(II), оксид бериллия, магний, оксид железа(II, III), сульфат магния, аммиак? Приведите молекулярные уравнения протекающих реакций.

979. Знаки вопроса замените на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:

- а) $\text{Li}_2\text{O} + ? \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 + ?$;
- б) $\text{Mg} + ? \rightarrow \text{MgSO}_4 + ?$;
- в) $? + ? \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{SO}_3 + ? \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- д) $? + \text{SO}_3 \rightarrow \text{KHSO}_4$;
- е) $\text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow ?$;
- ж) $? + ? \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{KOH}$;
- з) $? + ? \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$.

980. Составьте молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



981. Рассчитайте массу H_2SO_4 в растворе объёмом 54,9 см³ с плотностью 1,25 г/см³ и массовой долей серной кислоты 35,5 %.

982. В результате взаимодействия серебра с концентрированной серной кислотой образовались сульфат серебра, вода и оксид, массовая доля серы в составе которого равна 50 %. Составьте уравнение реакции растворения серебра в концентрированной серной кислоте.

983. Какое число молекул серной кислоты приходится на 100 молекул воды в концентрированной 98%-ной серной кислоте?

984. Мировое производство серной кислоты составляет примерно 200 млн тонн в год. Рассчитайте массу руды, содержащей 67,7 % пирита по массе, необходимую для получения такого количества кислоты.

985. К раствору, содержащему карбонат натрия химическим количеством 0,20 моль, добавили раствор, содержащий серную кислоту химическим количеством 0,10 моль. Какие соли и в каком химическом количестве образовались в этом опыте?

986. К раствору массой 528 г с массовой долей H_2SO_4 24,5 % добавили 312 г воды. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

987. Серная кислота образует кристаллогидраты. Массовая доля кислорода в одном из них составляет 71,58 %. Установите формулу этого кристаллогидрата и назовите его по систематической номенклатуре.

988. Для приготовления разбавленных растворов серной кислоты в лабораторной практике используют её концентрированный раствор плотностью 1,84 г/см³, содержащий 96,6 % основного вещества по массе. Рассчитайте объём концентрированной серной кислоты, необходимый для приготовления 400 см³ раствора с массовой долей 21,8 % и плотностью 1,14 г/см³.

989. Какая масса осадка образуется, если к раствору серной кислоты массой 45,2 г с массовой долей кислоты 5,11 % добавить избыток хлорида бария?

990. Какой объём раствора с массовой долей H_2SO_4 87,8 % и плотностью 1,80 г/см³ следует взять для приготовления 100 см³ раствора с массовой долей H_2SO_4 12,8 % и плотностью 1,08 г/см³?

991. К раствору серной кислоты массой 20,8 г добавили избыток нитрата бария. Выпал осадок массой 15,2 г. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе.

992. Сульфат бария растворяется в концентрированной серной кислоте с образованием прозрачного раствора гидросульфата бария. Приведите химическое уравнение этого процесса. Почему при добавлении воды к полученному раствору из него выпадает белый осадок? Каков состав этого осадка?

993. Медь массой 8,48 г опустили в избыток концентрированной серной кислоты. Выделившийся газ растворили в воде массой 250 г. Рассчитайте массовую долю кислоты в полученном растворе.

994. Какую массу воды следует добавить к олеуму массой 220 г с массовой долей оксида серы(VI) 11,2 %, чтобы получить 100%-ную серную кислоту?

995. *Твёрдое простое вещество X при нагревании растворяется в концентрированной серной кислоте. Продуктами этой реакции являются только два оксида, причём массовая доля кислорода в одном из них составляет 49,95 %. Составьте уравнение реакции X с серной кислотой.

996. *Навеска серебра массой 866 мг полностью прореагировала с раствором массой 18,8 г с массовой долей серной кислоты 96,6 %. Во сколько раз массовая доля серной кислоты больше массовой доли сульфата серебра в полученном растворе?

997. *Какую массу глауберовой соли следует добавить к раствору массой 200 г с массовой долей сульфата натрия 12,4 %, чтобы повысить массовую долю соли в растворе в 2 раза?

998. *Цинковую пластинку опустили в раствор сульфата ртути(II). Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 13,6 г. Рассчитайте массу образовавшейся ртути.

999. *Сульфид меди CuS массой 2,40 г подвергли обжигу в избытке кислорода. К твёрдому остатку добавили раствор массой 12,25 г с массовой долей серной кислоты 20,2 %. При охлаждении этого раствора до 22 °C выпал осадок

кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ массой 2,54 г. Рассчитайте растворимость (в г вещества на 100 г воды) сульфата меди в воде при 22 °С.

1000. *Массовая доля серы в олеуме равна 36,2 %. Рассчитайте массу раствора с массовой долей гидроксида натрия 24,1 %, который необходим для полной нейтрализации такого олеума массой 9,68 г.

§ 36. Элементы VA-группы. Азот и фосфор

1001. Укажите верные утверждения:

а) красный фосфор в твёрдом агрегатном состоянии имеет молекулярную кристаллическую решётку;

б) химические и физические свойства белого и красного фосфора различны;

в) при растворении азота в воде образуется азотистая кислота;

г) при взаимодействии азота с магнием образуется нитрид магния;

д) число атомов в молекуле белого фосфора в 2 раза больше, чем число атомов в молекуле азота;

е) формула калийной селитры — $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;

ж) максимальная валентность азота равна четырём, а фосфора — пяти;

з) при сгорании фосфора в кислороде может образоваться смесь оксидов;

и) при комнатной температуре азот не реагирует с металлами;

к) азот в химических реакциях может быть как окислителем, так и восстановителем.

1002. Приведите по одному примеру формул соединений азота, в которых он проявляет все возможные для него степени окисления.

1003. С какими из указанных веществ будет реагировать красный фосфор: кальций, оксид кальция, водород, хлор, кислород, азот? Приведите молекулярные уравнения протекающих реакций.

1004. Какое максимальное число ковалентных связей может образовать атом азота? Сколько из них образуется по обменному, а сколько — по донорно-акцепторному механизму?

1005. Приведите электронно-графическую схему строения внешнего электронного слоя атома азота. Исходя из приведённой схемы, кратко поясните, почему низшая степень окисления атома азота равна -3 , а высшая — $+5$.

1006. Кратко поясните, почему атом фосфора проявляет высшую валентность, равную номеру группы, а атом азота — нет.

1007. Электроотрицательность атома азота выше, чем атома хлора. Известно соединение, в котором на 1 атом азота приходится 3 атома хлора. Как правильно записать формулу этого соединения — NCl_3 или Cl_3N ? Почему? Какое название у этого соединения — хлорид азота(III) или нитрид хлора(I)?

1008. В виде каких соединений растения получают азот из почвы?

1009. В организм человека азот поступает в составе белковых молекул. В виде какого соединения азот, не использованный в построении новых белков, выводится из организма человека?

1010. Какое число σ - и π -связей в молекуле азота? Какая из этих связей разрывается первой при разрушении молекулы азота?

1011. Чему равен валентный угол $\text{P}-\text{P}-\text{P}$ в молекуле белого фосфора?

1012. Кристаллическую решётку какого типа имеет белый фосфор в твёрдом агрегатном состоянии? Какие физические свойства белого фосфора подтверждают такое его строение?

1013. Можно ли красный фосфор превратить в белый? Кратко поясните, как это сделать.

1014. Рассчитайте суммарное число элементарных частиц в атомах нуклидов ^{15}N , ^{33}P и ионе $^{15}\text{N}^{3-}$.

1015. Определите степени окисления атомов химических элементов в следующих частицах: N_2 , P_4 , NO , P_2O_5 , NH_4^+ , NO_2^- , NH_4NO_3 , H_3PO_4 , KH_2PO_4 , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, HPO_3 .

1016. Рассчитайте массу азота, содержащегося в воздухе объёмом (н. у.) 116 м^3 , в котором его объёмная доля составляет 78,0 %.

1017. Рассчитайте массу нитрида лития, образующегося при взаимодействии лития массой 3,50 г с избытком азота.

1018. В системе установилось равновесие:



Как изменить условия протекания химической реакции, чтобы сместить равновесие вправо?

1019. В порции азота содержится $12,04 \cdot 10^{25}$ атомов. Рассчитайте, какой объём займёт эта порция азота при н. у.

1020. Какое число молекул белого фосфора содержится в его образце массой 885 мг?

1021. Массовая доля фосфора в образце апатита равна 15,4 %. Рассчитайте массовую долю ортофосфата кальция в этом образце.

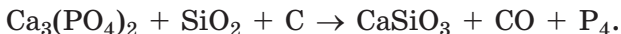
1022. Небольшие количества азота в лаборатории получают термическим разложением нитрита аммония на азот и воду. Рассчитайте, какую массу нитрита аммония следует взять для получения азота массой 280 мг.

1023. Особо чистый азот можно получить разложением при 300 °С азиды натрия:



Какой объём (н. у.) азота можно получить при полном термическом разложении азиды натрия массой 988 мг?

1024. Метод получения фосфора был предложен в 1806 году Ф. Вёлером. Производство ведётся путём нагревания в электропечах при 1300 °С без доступа воздуха смеси фосфата кальция с песком и коксом:



Какую максимальную массу фосфора можно получить из фосфорита массой 6,60 т, массовая доля основного вещества в котором равна 95,2 %, если потери в процессе производства составляют 12,6 %?

1025. Имеются два водных раствора с одинаковой молярной концентрацией хлороводородной и азотистой кислот. В каком растворе значение pH будет выше и почему?

1026. Кальций массой 7,20 г полностью прореагировал с азотом объёмом (н. у.) 1,344 дм³ с образованием нового вещества. Установите его формулу.

1027. Массовая доля водорода в составе бинарного соединения равна 0,1776. Установите формулу этого соединения, если валентность неизвестного элемента в нём равна трём.

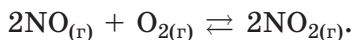
1028. *В природной смеси азот представлен двумя стабильными нуклидами: ¹⁴N и ¹⁵N. Приняв относительную атомную массу азота равной 14,007, рассчитайте, какое число атомов нуклида ¹⁴N приходится на 100 атомов нуклида ¹⁵N в природной смеси.

1029. *При комнатной температуре литий может реагировать как с кислородом, так и с азотом, содержащимися в воздухе. Навеску лития массой 1,40 г на долгое время оставили в атмосфере сухого воздуха, после чего её масса оказалась равна 2,60 г. Рассчитайте массовую долю оксида лития в полученном продукте.

1030. *В образце фосфора содержатся только два нуклида — ³¹P и ³³P. Масса образца равна 16,00 г, а химическое количество фосфора — 0,500 моль. Рассчитайте массовую долю нуклида ³¹P в образце.

1031. *Достаточно чистый азот в лабораторных условиях можно получить путём разложения нитрита аммония в водном растворе при температуре 70–80 °С. На практике азот таким образом получают сливанием растворов нитрита металла (щелочного или щёлочноземельного) и соли аммония. Какой объём 10%-ного раствора сульфата аммония плотностью 1,057 г/см³ и какую навеску моногидрата нитрита бария необходимо взять, чтобы полученным азотом полностью заполнить при н. у. прямоугольный бокс размером 45 см × 45 см × 80 см?

1032. *В системе установилось равновесие:



Равновесные молярные концентрации NO, O₂ и NO₂ соответственно равны 250, 200 и 300 ммоль/дм³. Рассчитайте исходные молярные концентрации NO и O₂.

§ 37. Аммиак

Пример 16. В результате полного сгорания соединения X массой 0,48 г образовалось 0,54 г воды и выделился азот объёмом (н. у.) 0,336 дм³. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 16,0. Установите формулу соединения.

Д а н о:

$$m(X) = 0,48 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,54 \text{ г}$$

$$V(\text{N}_2) = 0,336 \text{ дм}^3$$

X — ?

Р е ш е н и е

Рассчитаем относительную молекулярную массу соединения X:

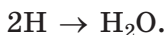
$$M_r(\text{H}_2) = 2.$$

$$M_r(X) = M_r(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2}(X) = 2 \cdot 16,0 = 32,0.$$

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

Химическое количество образовавшейся при сгорании воды равно:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,54 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,030 \text{ моль}.$$



Следовательно, в исходном соединении содержался водород химическим количеством:

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,030 \text{ моль} = 0,060 \text{ моль}.$$

Рассчитаем массу водорода в сожжённой навеске вещества:

$$M(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}.$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,060 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,060 \text{ г}.$$

Рассчитаем химическое количество образовавшегося при сгорании азота:

$$n(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{0,336 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 0,015 \text{ моль}.$$



Следовательно, в исходном соединении содержался азот химическим количеством:

$$n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 0,015 \text{ моль} = 0,030 \text{ моль}.$$

Рассчитаем массу азота в сожжённой навеске вещества:

$$M(\text{N}) = 14 \text{ г/моль}.$$

$$m(\text{N}) = n(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 0,030 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 0,42 \text{ г}.$$

Масса атомов N и H в исходной навеске равна:

$$m(\text{H} + \text{N}) = m(\text{H}) + m(\text{N}) = 0,060 \text{ г} + 0,42 \text{ г} = 0,48 \text{ г}.$$

Так как суммарная масса азота и водорода равна массе исходной навески вещества, то, следовательно, в его составе не содержалось других химических элементов. Формула вещества N_xH_y .

Находим отношение химического количества водорода к химическому количеству азота:

$$x : y = n(\text{H}) : n(\text{N}) = 0,06 : 0,03 = 2 : 1.$$

Следовательно, эмпирическая формула X — NH_2 .

$$M_r(\text{NH}_2) = 14 + 1 \cdot 2 = 16.$$

Истинная относительная молекулярная масса вещества равна 32,0, что в 2 раза больше, чем $M_r(\text{NH}_2)$.

Следовательно, молекулярная формула неизвестного вещества $(\text{NH}_2)_2$, или N_2H_4 .

О т в е т: N_2H_4 .

1033. Укажите верные утверждения:

- а) молекула аммиака имеет форму треугольной пирамиды;
- б) в молекуле аммиака одна ковалентная связь образована по донорно-акцепторному механизму;
- в) температура кипения аммиака ниже, чем у аналогичного соединения фосфора;
- г) дипольный момент молекулы аммиака равен нулю;
- д) атом азота в молекуле аммиака имеет частичный положительный заряд;
- е) нашатырь — это 3%-ный водный раствор аммиака;
- ж) аммиак тяжелее воздуха;
- з) с ростом температуры растворимость аммиака в воде возрастает;
- и) в промышленных условиях аммиак получают из хлорида аммония;
- к) атом азота в молекуле аммиака имеет неподелённую электронную пару и поэтому может выступать её донором;
- л) аммиак используют для получения азотной кислоты и аммиачной селитры.

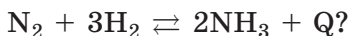
1034. Электроотрицательность атома азота выше, чем атома водорода. Как правильно записать формулу аммиака —

NH_3 или H_3N — и почему? Какое название у этого соединения — гидрид азота(III) или нитрид водорода?

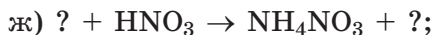
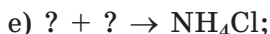
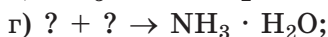
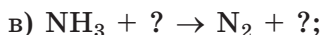
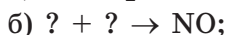
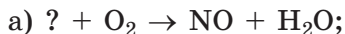
1035. Как называется водный раствор с массовой долей аммиака 3 %, используемый в медицине?

1036. Благодаря какому свойству аммиак используется в качестве хладагента в холодильных установках?

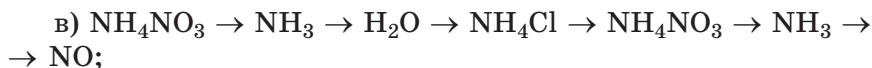
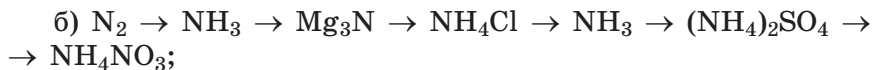
1037. Как нужно изменить условия (температуру, давление) проведения химической реакции, чтобы сместить равновесие в сторону образования аммиака:



1038. Знаки вопроса замените на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:



1039. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1040. По сравнению с какими газами аммиак является более лёгким, а с какими — более тяжёлым: азот, аргон, водород, гелий, кислород, метан? Подтвердите свой ответ расчётом.

1041. Какой объём (н. у.) аммиака необходим для получения раствора массой 158 г с массовой долей NH_3 11,8 %?

1042. Рассчитайте относительную плотность аммиака по газу, представляющему собой смесь азота и водорода в объёмном соотношении 1 : 5.

1043. Рассчитайте, какое химическое количество ионов аммония образуется в процессе круговорота азота из атмосферного азота объёмом (н. у.) $1,44 \text{ м}^3$.

1044. Какая масса кислорода необходима для окисления аммиака до оксида азота(II) массой 200 кг в присутствии платинового катализатора?

1045. Объём (н. у.) газовой смеси, состоящей из азота и водорода, равен $2,24 \text{ дм}^3$. Рассчитайте относительную плотность этой газовой смеси по воздуху, если масса азота в ней равна 1,40 г.

1046. В герметичный сосуд поместили азот и водород, химические количества которых соответственно равны 4 моль и 6 моль, а затем смесь нагрели в присутствии катализатора. Рассчитайте массовую долю аммиака в смеси к тому моменту, когда в реакцию вступило 70 % водорода.

1047. На Гродненском производственном объединении «Азот» ежегодно выпускается около одного миллиона тонн аммиака. Рассчитайте, какой объём (н. у.) азота и какая масса водорода расходуется при этом, если производственные потери составляют 3 %.

1048. Смесь кислорода и аммиака объёмом (н. у.) 144 см^3 пропустили через избыток раствора кислоты. Рассчитайте массу непоглощённого газа, если объёмная доля аммиака в смеси составляет 35,8 %.

1049. В каком объёмном соотношении должны прореагировать аммиак и сероводород, чтобы образовался гидросульфид аммония? Приведите уравнение протекающей при этом реакции.

1050. Объёмная доля аммиака в смеси с кислородом равна 40 %. Рассчитайте массовую долю аммиака в смеси.

1051. Рассчитайте, какой максимальный объём (н. у.) аммиака может выделяться при действии избытка щёлочи на хлорид аммония массой 3,88 кг.

1052. Рассчитайте массовую долю нитрата аммония в растворе, образовавшемся при пропускании аммиака массой 4,75 г через раствор массой 120 г с массовой долей HNO_3 6,30 %.

1053. Массовые доли азота, водорода, серы и кислорода в соединении соответственно равны 21,20; 6,10; 24,27; 48,43 %. Установите эмпирическую формулу соединения.

1054. Водный раствор сульфата аммония объёмом 200 см^3 содержит ионы суммарным химическим количеством 0,60 моль. Чему равна молярная концентрация сульфата аммония в таком растворе?

1055. Рассчитайте массу осадка, образующегося при сливании растворов хлорида аммония массой 50 г с массовой долей NH_4Cl 10,7 % и раствора нитрата серебра массой 20 г с массовой долей соли 50 %.

1056. Аммиак хорошо растворим в воде: в 1 объёме воды при н. у. растворяется 700 объёмов аммиака. Какая масса аммиака может раствориться в воде объёмом 400 см^3 ?

1057. Какое суммарное химическое количество ионов образуется при растворении в воде нитрата аммония массой 22,5 г?

1058. Смесь хлорида натрия и хлорида аммония массой 22,6 г нагрели до 300°C . После нагревания масса твёрдого остатка составила 15,1 г. Рассчитайте массовую долю хлорида аммония в исходной смеси.

1059. *На полное восстановление оксида меди(II) химическим количеством 0,015 моль потребовался газ X объёмом (н. у.) 224 см^3 . При этом образовалась медь массой 0,96 г, вода массой 0,27 г и азот объёмом (н. у.) 112 см^3 . Установите химическую формулу газа X.

1060. *В воде массой 80 г растворили аммиак объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$. Полученный раствор имеет плотность $0,98 \text{ г/см}^3$, а молярная концентрация гидроксид-ионов в нём равна $4,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3$. Приняв, что весь растворённый аммиак прореагировал с образованием гидрата аммиака, рассчитайте, какое число молекул гидрата аммиака приходится на одну его молекулу, распавшуюся на ионы.

1061. *Относительная плотность паров соединения X по водороду равна 8,50. При полном сжигании этого соединения массой 6,80 г в кислороде образовалась вода массой 10,8 г и азот объёмом (н. у.) 4,48 дм³. Какова молекулярная формула вещества X?

1062. *Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из аммиака и водорода, равна 7,00. Рассчитайте объёмную долю аммиака в смеси.

1063. *Какие соли и в каких количествах образуются при пропускании аммиака объёмом (н. у.) 3,36 дм³ через раствор массой 100 г с массовой долей серной кислоты 9,80 %?

1064. *Рассчитайте относительную плотность по воздуху газообразной смеси, имеющей температуру 110 °С, образующейся при термическом разложении нитрита аммония.

1065. *При взаимодействии основания с ортофосфорной кислотой образовался дигидроортофосфат А, массовая доля водорода в котором равна 5,258 %. Установите молекулярную формулу дигидроортофосфата А.

1066. *В настоящее время водород в промышленных масштабах получают в результате двухстадийного процесса паровой конверсии природного газа. На первой стадии смесь природного газа и водяных паров пропускают через реакционную колонну с катализатором при повышенной температуре, в результате чего образуется синтез-газ. После отделения водорода полученный газ снова смешивают с водяным паром и направляют на вторую стадию, которая также протекает при повышенной температуре в присутствии катализатора. Рассчитайте объём природного газа, содержащего 94,0 % основного вещества, который необходим для получения 100 т водорода по описанной технологии, если выход на первой стадии конверсии равен 90,0 %, а на второй — 80,0 %. Аммиак какого максимального объёма можно получить, имея в своём распоряжении 100 м³ воздуха (по объёму: 78,0 % азота, 21,0 % кислорода и 1,00 % остальных газов) и 100 м³ природного газа, если практический выход процесса синтеза аммиака составляет 92,0 %?

§ 37.1. *Оксиды азота(II) и (IV)

1067. *Укажите верные утверждения:

- а) валентность азота в его высшем оксиде равна пяти;
- б) оксиды азота(I) и азота(II) являются несолеобразующими;
- в) степень окисления азота в его высшем оксиде равна +5;
- г) любой оксид азота можно получить путём взаимодействия простых веществ при разных температурах;
- д) оксид азота(IV) является кислотным оксидом азотистой кислоты HNO_2 ;
- е) оксиды азота(I) и азота(II) могут переходить друг в друга при нагревании и охлаждении;
- ж) азотную кислоту можно получить при взаимодействии оксида азота(V) с водой;
- з) молекула оксида азота(IV) имеет угловое строение;
- и) при взаимодействии металлов с азотной кислотой почти всегда образуется несколько оксидов азота.

1068. *Составьте уравнение химической реакции между медью и азотной кислотой, в которой образуется газ с относительной плотностью по водороду 17.

1069. *Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1070. *Составьте уравнения возможных химических реакций между указанными парами веществ:

- | | |
|---|--|
| а) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; | е) $\text{CO} + \text{NO}_2$; |
| б) $\text{NO} + \text{NO}_2$; | ж) $\text{NO} + \text{HNO}_3$; |
| в) $\text{NO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2$; | з) $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2$; |
| г) $\text{NO}_2 + \text{O}_3$; | и) $\text{NO}_2 + \text{O}_3$; |
| д) $\text{NO} + \text{O}_2$; | к) $\text{CH}_4 + \text{N}_2\text{O}$. |

1071. *Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых в лабораторных условиях можно получить небольшие количества каждого из оксидов азота.

1072. *Герметичный сосуд, заполненный оксидом азота(I), кратковременно нагрели. При этом часть оксида азота(I)

подверглась разложению. Рассчитайте степень разложения оксида азота(I), если после охлаждения сосуда до исходной температуры давление в нём оказалось на 6,54 % выше исходного.

1073. *Газовая смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) массой 64,10 г и объёмом (н. у.) 34,72 дм³ была полностью поглощена раствором массой 940 г с массовой долей гидроксида калия 12,4 %. Рассчитайте массовые доли солей в полученном растворе.

1074. *В герметичном сосуде находится воздух, в котором половина кислорода (по объёму) замещена на оксид азота(I). Сосуд нагрели до полного разложения оксида азота(I), а затем охладили до исходной температуры. Чему равна объёмная доля кислорода в полученной газовой смеси? При решении задачи примите, что в состав воздуха входят только азот (79,0 % по объёму) и кислород.

§ 38. Азотная кислота

1075. Укажите верные утверждения:

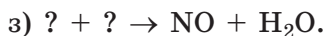
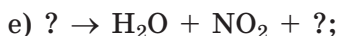
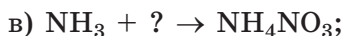
- а) формула азотной кислоты HNO_2 ;
- б) валентность атома азота в азотной кислоте равна четырём;
- в) атом азота в азотной кислоте образует четыре σ -связи;
- г) число σ -связей в молекуле азотной кислоты равно четырём;
- д) растворимость азотной кислоты в воде увеличивается с ростом температуры;
- е) азотная кислота вступает в реакцию только с металлами, стоящими в ряду активности до водорода;
- ж) тринитроглицерин — это сложный эфир глицерина и азотной кислоты;
- з) при термическом разложении нитрата аммония образуется кислород;
- и) при растворении меди в азотной кислоте может выделяться газ плотностью 1,875 г/дм³.

1076. Сколько и каких химических связей образует атом азота в молекуле азотной кислоты? По какому механизму образуются эти связи?

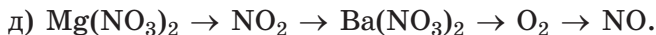
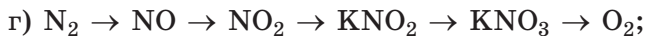
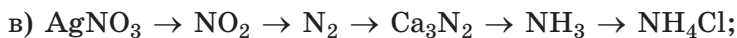
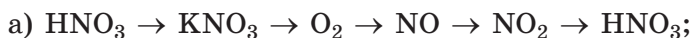
1077. Почему концентрированный раствор азотной кислоты при длительном хранении (особенно на свету) имеет жёлто-коричневую окраску?

1078. Какие типы химических связей имеются в нитрате аммония? Какого типа кристаллическую решётку образует это вещество в твёрдом агрегатном состоянии?

1079. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:



1080. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1081. При термическом разложении каких из указанных солей образуется металл: $Pb(NO_3)_2$, $Hg(NO_3)_2$, $AgNO_3$, $Au(NO_3)_3$, $Ni(NO_3)_2$? Приведите уравнения соответствующих реакций.

1082. Составьте уравнение химической реакции между магнием и азотной кислотой, в которой не образуются газообразные продукты.

1083. Рассчитайте суммарное число ионов, содержащихся в растворе, полученном растворением в воде азотной кислоты массой 680 мг.

1084. Какую массу азотной кислоты можно получить из 2,44 т аммиака, если потери производства составляют 15 %?

1085. Рассчитайте массу раствора с массовой долей азотной кислоты 64 %, которая необходима для растворения 100 г сплава меди с серебром, массовая доля меди в котором равна 30 %.

1086. Какую массу раствора с массовой долей HNO_3 54,7 % можно получить из 8,66 кг азота, если производственные потери составляют 10 %?

1087. Какую массу нитрата натрия необходимо взять, чтобы в лабораторных условиях, подействовав на него концентрированной серной кислотой, получить азотную кислоту массой 100 г?

1088. Рассчитайте молярную концентрацию ионов водорода в растворе объемом 2,66 дм³, содержащем азотную кислоту массой 212,6 г.

1089. Какой объем (н. у.) оксида азота(IV) выделится при взаимодействии цинка массой 913 мг с избытком концентрированной азотной кислоты?

1090. Какую массу серной кислоты можно получить, подействовав избытком концентрированной азотной кислоты на серу массой 5,62 г?

1091. *На фосфор массой 10,5 г подействовали избытком концентрированной азотной кислоты. Выделившийся газ в присутствии избытка кислорода растворили в воде массой 100 г. Рассчитайте массовую долю кислоты в полученном растворе.

1092. При разложении какой соли — нитрата меди(II) или нитрата серебра(I), взятых в равных химических количествах, выделится больший объем газа, измеренный при одинаковых условиях? Ответ подтвердите расчетами.

1093. Какая масса нитрата калия необходима для взаимодействия с углеродом массой 300 г при нагревании?

1094. Рассчитайте относительную плотность (по азоту) газа, который выделяется при прокаливании нитрата серебра.

1095. *Смесь, содержащую нитрат меди(II) и нитрат серебра, массы которых соответственно равны 10,0 и 20,0 г, прокалили до постоянной массы. Рассчитайте массовую долю веществ в полученном твёрдом остатке.

1096. При термическом разложении нитрата калия выделился кислород массой 13,2 г. Какая масса нитрата калия разложилась при этом?

1097. Из технического аммиака объёмом (н. у.) $23,58 \text{ дм}^3$, объёмная доля примесей в котором равна 10 %, получили концентрированную азотную кислоту. В раствор кислоты опустили медь массой 1,22 г. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося при этом газа.

1098. Рассчитайте молярную концентрацию ионов водорода в растворе азотистой кислоты с молярной концентрацией $0,54 \text{ моль/дм}^3$, если степень её диссоциации в этом растворе равна 2,44 %.

1099. *Какой объём (н. у.) кислорода выделится при нагревании смеси нитрата натрия и нитрата калия массой 500 г, содержащей соли в равных химических количествах.

1100. *Молярная масса соли составляет 96 г/моль. При её термическом разложении образовались аммиак, вода и оксид углерода(IV), массы которых соответственно равны 6,8; 3,6; 8,8 г. Установите формулу соли.

1101. *После прокаливании нитрата меди(II) масса твёрдого остатка оказалась на 2,16 г меньше массы исходной соли. Рассчитайте объём (н. у.) кислорода, выделившегося в данном опыте.

1102. *Рассчитайте объёмную долю кислорода в составе газа, образующегося при термическом разложении нитрата меди(II).

1103. *При прокаливании смеси цинка и нитрата меди на воздухе до постоянной массы масса образца уменьшилась на 10,0 %. Рассчитайте массовые доли компонентов в исходной смеси.

1104. *При прокаливании до постоянной массы смеси, состоящей из нитрата меди(II) и карбоната кальция, получили газовую смесь объёмом (н. у.) $8,96 \text{ дм}^3$, в которой объёмная доля CO_2 равна $25,0 \%$. Рассчитайте массовые доли солей в исходной смеси.

1105. *Смесь нитрата натрия и нитрата неизвестного двухвалентного металла прокалили до постоянной массы. Нитрат неизвестного металла разлагается с образованием двух оксидов и кислорода. В результате разложения нитратов образовались твёрдый остаток массой $14,9 \text{ г}$ и газовая смесь химическим количеством $0,30 \text{ моль}$. При пропускании газовой смеси через избыток раствора щёлочи объём (н. у.) газа уменьшился на $5,60 \text{ дм}^3$. Установите неизвестный металл.

1106. *Оксид азота(IV) химическим количеством $0,40 \text{ моль}$ был полностью поглощён раствором гидроксида натрия объёмом 100 см^3 с молярной концентрацией $\text{NaOH } 1,00 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте химические количества веществ, образовавшихся в результате этой реакции.

1107. *В растворе азотистой кислоты содержится $8,60 \text{ моль}$ молекул и $0,054 \text{ моль}$ ионов. Рассчитайте степень диссоциации азотистой кислоты в этом растворе.

§ 39. Кислородсодержащие соединения фосфора

1108. Укажите верные утверждения:

- а) при сгорании фосфора в избытке кислорода образуется P_2O_3 ;
- б) при окислении оксида фосфора(III) образуется оксид фосфора(V);
- в) ортофосфорной кислоте соответствует оксид P_2O_3 ;
- г) при н. у. ортофосфорная кислота находится в твёрдом агрегатном состоянии;
- д) ортофосфорная кислота нерастворима в воде;
- е) ортофосфорная кислота является слабым электролитом;
- ж) в водном растворе ортофосфорной кислоты нет молекул H_3PO_4 ;

з) в промышленных условиях ортофосфорную кислоту получают из фосфорита;

и) ортофосфаты всех металлов хорошо растворимы в воде;

к) фосфат-ионы в растворе можно обнаружить по образованию жёлтого осадка Ag_3PO_4 .

1109. Приведите формулы оксидов, которые образует фосфор, и назовите их.

1110. Оксиды, которые образует фосфор, являются кислотными. Какому из них соответствует ортофосфорная кислота? Поясните почему.

1111. При каких условиях в реакции между фосфором и кислородом образуется оксид фосфора(III)? Приведите уравнение этой реакции.

1112. Оксид фосфора(III) и оксид фосфора(V) в твёрдом агрегатном состоянии представляют собой димеры, содержащие шестичленные циклы из чередующихся атомов фосфора и кислорода. Приведите графические формулы этих соединений.

1113. Благодаря какому свойству оксид фосфора(V) широко используется как осушитель?

1114. Какие из указанных газов нельзя осушить от следов влаги с помощью оксида фосфора(V): CO_2 , CO , NH_3 , O_2 , N_2O ? Поясните почему.

1115. При нормальных условиях ортофосфорная кислота представляет собой бесцветное твёрдое кристаллическое вещество. Какой тип кристаллической решётки имеет ортофосфорная кислота в твёрдом состоянии?

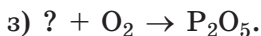
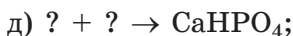
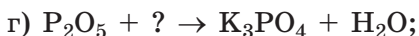
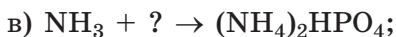
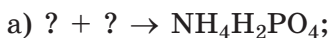
1116. Изобразите графическую формулу ортофосфорной кислоты. Какое число σ - и π -связей образует атом фосфора в ортофосфорной кислоте?

1117. Фосфорная кислота в водном растворе диссоциирует ступенчато. На какой ступени диссоциации образуется больше всего ионов водорода? Поясните почему.

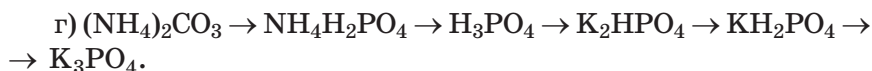
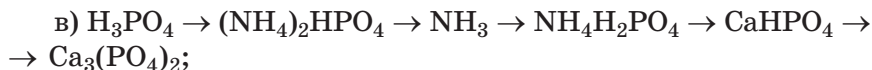
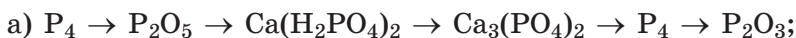
1118. Ортофосфорная кислота образует три вида солей. Приведите по одному примеру солей каждого вида и назовите их.

1119. С какими из перечисленных веществ будет взаимодействовать оксид фосфора(V): Li_2O , HCl , BaCO_3 , CsOH , CO_2 ? Составьте уравнения возможных реакций и назовите образующиеся продукты.

1120. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:



1121. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1122. Какая масса оксида фосфора(V) образуется при сжигании фосфора массой 1,18 кг в избытке кислорода?

1123. При нагревании ортофосфорной кислоты при определённых условиях можно получить соединение, в котором массовые доли фосфора и кислорода соответственно равны 34,81 и 62,93 %. Установите эмпирическую формулу этого вещества и составьте уравнение протекающей в этом случае реакции.

1124. Какую массу ортофосфата кальция можно получить при взаимодействии оксида кальция массой 288 г с оксидом фосфора(V) химическим количеством 2,38 моль?

1125. В воде массой 52,8 г растворили оксид фосфора(V) массой 11,2 г. В результате реакции образовался раствор ортофосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю ортофосфорной кислоты в полученном растворе.

1126. Какие массы оксида фосфора(V) и гидроксида калия необходимо взять, чтобы получить ортофосфат калия массой 5,66 г?

1127. Какой объём (н. у.) водорода выделится при взаимодействии магния массой 14,8 г с избытком фосфорной кислоты?

1128. Чему равна молярная концентрация фосфорной кислоты в её растворе с массовой долей кислоты 22,4 % и плотностью 1,13 г/см³?

1129. Какой объём раствора с массовой долей фосфорной кислоты 40,2 % и плотностью 1,25 г/см³ можно получить из фосфора массой 25,2 г?

1130. Какое химическое количество гидроксида калия и фосфорной кислоты нужно взять для получения дигидрофосфата калия массой 62,4 кг?

1131. Рассчитайте, какую массу раствора с массовой долей ортофосфорной кислоты 75 % можно получить из фосфорита массой 3,88 т, если производственные потери составляют 12 %. Массовая доля ортофосфата кальция в составе фосфорита равна 94,6 %.

1132. Рассчитайте химическое количество ионов в растворе, содержащем сульфат аммония массой 124 г.

1133. Рассчитайте химическое количество ионов водорода в растворе, содержащем фосфорную кислоту массой 14,9 г, в котором степень её диссоциации по первой ступени равна 6,40 %. Диссоциацией по второй и третьей ступеням пренебречь.

1134. При нагревании метафосфорная кислота HPO_3 реагирует с водой с образованием ортофосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю ортофосфорной кислоты в растворе, полученном при нагревании раствора метафосфорной кислоты с массовой долей HPO_3 5,44 %.

1135. *Массовая доля металла в составе его ортофосфата равна 0,7601. Установите металл.

1136. *При сгорании фосфора массой 24,8 г в кислороде объёмом (н. у.) $17,92 \text{ дм}^3$ образовалась смесь оксидов фосфора. Рассчитайте массовую долю оксида фосфора(V) в полученной смеси продуктов.

1137. *Какую массу оксида фосфора(V) нужно растворить в воде массой 122 г, чтобы получить раствор с массовой долей ортофосфорной кислоты 15,8 % ?

1138. *На нейтрализацию раствора массой 10 г, содержащего гидроксид калия и гидроксид натрия общей массой 2,88 г, затрачен раствор фосфорной кислоты массой 10 г с массовой долей кислоты 19,6 %. В результате нейтрализации образовались средние соли. Рассчитайте массовые доли гидроксидов в исходном растворе.

1139. *Какие соли и в каком химическом количестве образуются, если в раствор, содержащий фосфорную кислоту химическим количеством 0,10 моль, добавить гидроксид натрия массой 10,0 г?

1140. *Массовая доля металла в составе его дигидроортофосфата равна 0,4145. Установите металл.

1141. *Твёрдое простое вещество А тёмно-красного цвета, образованное химическим элементом, на внешнем электронном слое которого находятся 5 электронов, сожгли в избытке кислорода. В результате реакции образовалось вещество Б. При растворении вещества Б в избытке воды образовалось вещество В, раствор которого окрашивает лакмус в красный цвет. Вещество В, реагируя с гидроксидом калия, может образовать одну среднюю соль Г и две кислые соли Д и Е. При взаимодействии раствора средней соли Г с раствором хлорида кальция образуется осадок Ж. Установите химические формулы веществ А, Б, В, Г, Д, Е и Ж. Составьте уравнения химических реакций.

1142. *Какие соли и в каком химическом количестве образуются при растворении оксида фосфора(V) химическим количеством 0,010 моль в растворе объёмом 100 см^3 с молярной концентрацией гидроксида калия 0,50 моль/дм³?

1143. *Существует много кислот, содержащих атомы фосфора. Одной из них является фосфорноватистая кислота H_3PO_2 . При н. у. она представляет собой бесцветные пластинчатые кристаллы, плавящиеся при $26,5^\circ\text{C}$, хорошо растворимые в воде. При нагревании безводной кислоты до $130\text{--}140^\circ\text{C}$ она разлагается с выделением газа А и образованием ещё одной фосфорной кислоты Б, массовая доля фосфора в которой составляет $37,77\%$. Кислота Б при дальнейшем нагревании также разлагается с выделением газа А и образованием ещё одной фосфорной кислоты В. Установите состав и приведите молекулярные и структурные формулы веществ А, Б и В. Приведите уравнения описанных в условии превращений.

1144. *Навеску кристаллической соды массой $17,67\text{ г}$ полностью растворили в растворе объёмом 169 см^3 с массовой долей карбоната натрия $4,50\%$ и плотностью 1045 г/дм^3 , а затем в полученный раствор добавили навеску оксида фосфора(V) массой $7,38\text{ г}$. Образовавшийся раствор медленно упаривали до тех пор, пока его масса не уменьшилась в 2 раза. Рассчитайте массовые доли всех веществ в растворе, полученном в описанном эксперименте, если кристаллическая сода содержала $4,50\%$ по массе нерастворимых примесей.

§ 40. Важнейшие минеральные удобрения

1145. Что такое удобрения и для чего они используются?

1146. Чем отличаются органические азотные удобрения от минеральных?

1147. Может ли применение удобрений привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур? Поясните почему.

1148. Почему в кислых почвах фосфоритная мука позволяет лучше обеспечить растения фосфором, чем в нейтральных и щелочных?

1149. Азот, содержащийся в мочеvine, непосредственно растениями не усваивается. Каким образом азот мочевины

превращается в легко усваиваемую форму? Кратко поясните свой ответ и приведите уравнение соответствующей реакции.

1150. Во сколько раз массовая доля азота в сульфате аммония меньше, чем в хлориде аммония?

1151. Какая масса карбоната аммония может образоваться, если в почву внести 12,4 кг мочевины?

1152. Какие массы аммиака и азотной кислоты нужно взять для получения 300 кг аммиачной селитры, если потери производства составляют 10 % ?

1153. Какую массу мочевины нужно внести на площадь в 5,46 га, если масса внесённого азота на 1 га поля должна составлять 80 кг?

1154. Рассчитайте массу мочевины, содержащей столько же азота, сколько его присутствует в аммиачной селитре массой 2,88 кг.

1155. Для внесения в почву марганца чаще всего используется гептагидрат сульфата марганца(II). Рассчитайте, какую массу этой соли следует взять, чтобы внести в почву 526 мг марганца. Определите массу раствора с массовой долей сульфата марганца(II) 0,16 %, который заменит такую навеску соли.

1156. Максимальная растворимость аммиака в воде при н. у. составляет 700 объёмов в 1 объёме воды. Приняв, что плотность полученного раствора равна плотности воды, рассчитайте, какая масса азота вносится в почву при распылении такого раствора массой 26,6 кг.

1157. Какие массы известняка и азотной кислоты нужно взять для получения нитрата кальция массой 350 кг? Массовая доля карбоната кальция в известняке равна 90 %, а потери производства составляют 12 %.

1158. Часто в качестве калийного удобрения используют хлорид калия. Однако, если в почве концентрация хлорид-ионов слишком высока, качество некоторых сельскохозяйственных культур снижается. В таком случае следует использовать сульфат калия. Рассчитайте, какую массу сульфата калия нужно внести в почву вместо хлорида калия массой 250 кг.

1159. Какую массу древесной золы нужно внести на площадь в 1 га, чтобы удовлетворить потребность растений в боре? Известно, что на 1 м^2 с этой целью необходимо внести 70 г золы.

1160. Какая масса аммиачной селитры, массовая доля нитрата аммония в которой составляет 97 %, необходима для внесения в почву 100 г азота? Какая масса мочевины может быть использована вместо такого количества аммиачной селитры?

1161. Какую массу двойного суперфосфата можно получить действием фосфорной кислоты на фосфорит массой 10 т с массовой долей фосфата кальция 95 %?

1162. Какие массы серной кислоты и фосфорита с массовой долей фосфата кальция 94 % следует взять для получения простого суперфосфата массой 500 кг?

1163. Рассчитайте массовую долю дигидрофосфата кальция в составе простого суперфосфата.

1164. Массовая доля фосфора в составе фосфорита равна 17 %. Рассчитайте массовую долю фосфата кальция в составе фосфорита.

1165. Соединения кальция вносят в почву для снижения её кислотности. Рассчитайте, какую массу негашёной извести CaO нужно внести в почву вместо гашёной извести Ca(OH)_2 массой 450 кг.

1166. Рассчитайте массовую долю оксида фосфора(V) в составе двойного суперфосфата.

1167. Массовая доля P_2O_5 в составе фосфорита равна 40 %. Рассчитайте массовую долю фосфата кальция в составе фосфорита.

1168. *Влажность, т. е. массовая доля влаги, образца аммофоса составляет 5,88 %. Чему равна массовая доля оксида фосфора(V) в этом образце аммофоса, если массовая доля азота в нём составляет 16,4 %?

1169. *Массовая доля оксида фосфора(V) в аммофосе составляет 55,8 %. Какую массу дигидрофосфата аммония следует добавить к этому образцу аммофоса массой 250 г, чтобы массовая доля оксида фосфора увеличилась в 1,05 раза?

1170. *В образце аммофоса на каждый 100 атомов фосфора приходится 128 атомов азота. Удобрению с какой массовой долей оксида фосфора(V) соответствует данный образец аммофоса?

1171. *Массовая доля азота в смеси сульфата аммония и хлорида аммония равна 24,8 %. Чему равна массовая доля сульфата аммония в этой смеси?

1172. *Мочевина является основным продуктом распада белков. В процессе синтеза мочевины обезвреживается аммиак — очень токсичное для организма человека вещество, особенно для мозга. В среднем в течение суток из организма взрослого человека удаляется 20–35 г мочевины. Рассчитайте, какая масса аммиака обезвреживается в организме взрослого человека за неделю.

1173. *Содержание калия в калийных удобрениях принято выражать с помощью массовой доли K_2O , которая эквивалентна по калию данному удобрению. В качестве калийного удобрения в сельском хозяйстве используют минерал карналлит $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Калийному удобрению с какой массовой долей K_2O эквивалентен карналлит?

§ 41. Элементы IVA-группы. Углерод и кремний

1174. Укажите верные утверждения:

- а) углерод и кремний находятся в группе VIA;
- б) в невозбуждённом состоянии на внешнем энергетическом уровне кремния находится 4 неспаренных электрона;
- в) максимальная валентность углерода равна четырём;
- г) минимальная степень окисления кремния равна -4 ;
- д) электроотрицательность углерода выше, чем кремния;
- е) углерод в соединениях может проявлять любые степени окисления от -4 до $+4$;
- ж) связь $C - C$ является ковалентной полярной;
- з) кремний — второй по распространённости в земной коре химический элемент;

и) в твёрдом состоянии кремний имеет атомную кристаллическую решётку;

к) радиус атома кремния меньше, чем атома углерода.

1175. Составьте формулу электронной конфигурации атомов углерода и кремния.

1176. В твёрдом состоянии гексафторсиликат калия K_2SiF_6 имеет ионное строение. Его кристаллическая решётка состоит из катионов калия K^+ и анионов гексафторсиликата SiF_6^{2-} . Чему равна валентность кремния в этом соединении? Может ли углерод, аналог кремния по группе, образовать аналогичное по составу соединение K_2CF_6 ? Кратко поясните почему.

1177. Какая из электронных конфигураций внешнего электронного слоя принадлежит химическому элементу, расположенному в группе IVA:

а) $2s^22p^3$;

в) $3s^23p^1$;

б) $4s^24p^2$;

г) $5s^25p^4$;

1178. В органических соединениях углерод может проявлять степени окисления от -4 до $+4$. Приведите по одному примеру органических соединений с различными степенями окисления.

1179. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:

а) $? + CaO \rightarrow ? + CO$;

д) $? + ? \rightarrow CH_4$;

б) $Si + ? \rightarrow Fe + SiO_2$;

е) $? + H_2O \rightarrow C_2H_2 + ?$;

в) $? + ? \rightarrow Mg_2Si$;

ж) $? + O_2 \rightarrow SiO_2$;

г) $? + CO_2 \rightarrow CO$;

з) $? + ? \rightarrow CO + Fe$.

1180. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) $CO \rightarrow CO_2 \rightarrow C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow CO_2$;

б) $CaO \rightarrow CaC_2 \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO$;

в) $CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CH_3OH \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CH_4$.

1181. Чему равно число элементарных частиц в составе нуклидов ^{14}C и ^{12}C ?

1182. Определите степени окисления атомов всех химических элементов в следующих веществах: SiO_2 , C , SiC , CO , SiCl_4 , Si , $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, SiF_4 , Na_2CO_3 , H_2SiO_3 .

1183. Определите степени окисления каждого атома углерода в следующих органических соединениях: CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 , C_3H_8 , CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CH_3COOH .

1184. Кристаллическую решётку какого типа имеет графит в твёрдом агрегатном состоянии? Используя особенности строения графита, объясните, почему он обладает высокой тепло- и электропроводностью.

1185. Чему равен валентный угол между химическими связями $\text{C}-\text{C}$ в алмазе?

1186. Какое вещество из встречающихся в природе имеет самую высокую твёрдость?

1187. Методом электронного баланса расставьте коэффициенты в схеме окислительно-восстановительной реакции:



Укажите, что является окислителем, а что — восстановителем.

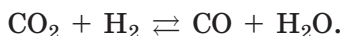
1188. Приведите три примера соединений, содержащих кремний, в которых он проявляет степень окисления -4 .

1189. Какое число σ - и π -связей образует атом углерода в молекуле угарного газа и углекислого газа?

1190. Чему равен валентный угол связи $\text{O}-\text{C}-\text{O}$ в молекуле углекислого газа?

1191. Какого типа кристаллические решётки образуют оксиды углерода и кремния в твёрдом агрегатном состоянии?

1992. В системе установилось химическое равновесие:



Как нужно изменить условия протекания реакции (давление, температуру), чтобы сместить равновесие вправо?

1193. Какое число атомов углерода содержится в графите массой $3,55 \text{ нг}$?

1194. Какой объём (н. у.) воздуха потребуется для полного сжигания угля массой $7,55 \text{ кг}$, содержащего $95,1 \%$

(по массе) углерода и негорючие примеси, если объёмная доля кислорода в воздухе равна 21,2 % ?

1195. При пропускании водяного пара над раскалённым углём получают так называемый водяной газ, представляющий собой смесь оксида углерода(II) и водорода. Рассчитайте относительную плотность водяного пара по воздуху.

1196. Образец массой 40,0 г, содержащий CaC_2 и Al_4C_3 в равных химических количествах, обработали избытком воды. Какой объём (н. у.) газа выделится при этом?

1197. На восстановление металла из его оксида массой 8,00 г был затрачен углерод массой 1,20 г. Установите металл, если известно, что его валентность в оксиде равна двум, а в результате реакции образуется оксид углерода(II).

1198. Чистый кремний получают восстановлением хлорида кремния(IV) водородом при повышенной температуре:



Рассчитайте, какая масса водорода потребуется для реакции с хлоридом кремния(IV) массой 250 г и какая масса кремния при этом будет получена.

1199. Кремний реагирует только с одним представителем галогеноводородов — фтороводородом:

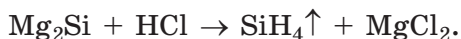


Какой объём (н. у.) водорода выделится при взаимодействии кремния массой 44,8 г с избытком фтороводорода?

1200. Рассчитайте массовую долю кремния в составе асбеста $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

1201. На сгорание смеси углерода и кремния массой 4,0 г потребовался кислород химическим количеством 0,30 моль. Рассчитайте массовую долю кремния в смеси.

1202*. Смесь, содержащую магний и кремний, массы которых соответственно равны 2,40 и 0,70 г, прокалили и затем обработали избытком соляной кислоты. Образующийся в результате первой реакции силицид магния реагирует с соляной кислотой с выделением газа силана:



Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося газа в результате эксперимента.

1203. Чему равно химическое количество углекислого газа в порции, в которой содержится $1,806 \cdot 10^{24}$ атомов?

1204. При комнатных условиях в 1 объёме воды растворяется 1 объём углекислого газа. Какое химическое количество углекислого газа необходимо для получения его насыщенного водного раствора объёмом 1 см^3 ? Изменением объёма при растворении следует пренебречь.

1205. Рассчитайте массу силиката натрия, который образуется при сплавлении гидроксида натрия массой $8,22 \text{ г}$ и кварца массой $6,52 \text{ г}$.

1206. Какое количество теплоты выделится при сгорании угарного газа массой 154 г , если при сгорании CO химическим количеством 1 моль выделяется 283 кДж теплоты?

1207. Рассчитайте, какой объём (н. у.) углекислого газа вступил в реакцию с магнием, если масса образовавшегося оксида магния равна $31,5 \text{ г}$.

1208. Газ, полученный при действии избытка соляной кислоты на карбонат натрия массой $10,6 \text{ г}$, пропустили через раствор массой 50 г с массовой долей гидроксида калия $22,4 \%$. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

1209. Массовая доля угарного газа в смеси с углекислым газом равна $20,8 \%$. Рассчитайте объёмную долю углекислого газа в смеси.

1210. Смесь оксида углерода(II) и оксида углерода(IV) пропустили через раствор гидроксида кальция. В результате этого выпал осадок массой $5,00 \text{ г}$, а объём (н. у.) газа стал равным $2,24 \text{ дм}^3$. Рассчитайте массовую долю оксида углерода(II) в исходной смеси газов.

1211. Над избытком раскалённого углерода пропустили оксид углерода(IV) массой $18,8 \text{ г}$. Полученный оксид углерода(II) пропустили над нагретым оксидом меди(II) массой $98,2 \text{ г}$. Чему равна масса твёрдого остатка, полученного после окончания опыта?

1212. Газовая смесь состоит из угарного и углекислого газов и имеет объём (н. у.) $4,48 \text{ дм}^3$. На каждые 40 атомов

углерода в смеси приходится 60 атомов кислорода. Чему равна масса угарного газа в смеси?

1213. К смеси оксида углерода(II) и оксида углерода(IV) общим объёмом (н. у.) 10 дм^3 добавили кислород объёмом (н. у.) 15 дм^3 и подожгли. В результате реакции объём (н. у.) смеси уменьшился на 2 дм^3 . Рассчитайте объёмную долю оксида углерода(IV) в исходной газовой смеси.

1214. *На смесь карбоната цинка и сульфида цинка действовали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ, относительная плотность которого по водороду равна 20. Рассчитайте массовые доли солей в исходной смеси.

1215. *Газовая смесь, состоящая из оксида углерода(II) и кислорода, имеет массу $30,0 \text{ г}$ и занимает объём (н. у.), равный $22,4 \text{ дм}^3$. Рассчитайте массовую долю оксида углерода(II) в этой смеси.

1216. *Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из оксида углерода(II) и кислорода, равна 15. Какая масса оксида углерода(IV) образуется при сгорании такой смеси массой $68,8 \text{ г}$?

1217. *В системе установилось равновесие:



Равновесные химические количества CO , O_2 и CO_2 соответственно равны 2,0; 3,0; 3,0 моль. Рассчитайте исходные химические количества угарного газа и кислорода.

1218. *Какой объём (н. у.) углекислого газа нужно пропустить через раствор массой 76 г с массовой долей гидроксида калия 12,3 %, чтобы массовая доля средней соли в образовавшемся растворе была в 2 раза больше массовой доли кислой соли?

1219. *Навеску бензина массой $1,450 \text{ г}$ сожгли в избытке кислорода. После охлаждения до н. у. газообразные продукты сгорания были полностью поглощены в склянке с раствором гидроксида натрия, при этом её масса увеличилась на $4,48 \text{ г}$. (При расчётах примите, что воздух состоит из азота и кислорода, а объёмная доля последнего составляет 21,0 %.) Рассчитайте массу воздуха, необходимого для полного сжигания такого же, как и в описанном опыте, бензина массой 800 г .

§ 42. Угольная и кремниевая кислоты, их соли

1220. Укажите верные утверждения:

- а) в молекуле угольной кислоты пять σ -связей;
- б) угольная кислота является сильным электролитом;
- в) кислые соли угольной кислоты называются гидрокарбонатами;
- г) при термическом разложении гидрокарбоната калия образуется карбонат кальция;
- д) при действии гидроксида натрия на карбонат натрия образуется гидрокарбонат натрия;
- е) ортокремниевая кислота хорошо растворима в воде;
- ж) в состав стекла входят оксиды натрия, кальция и кремния;
- з) для производства цемента используют глину;
- и) кварцевое стекло состоит из оксида кремния.

1221. Приведите графическую формулу угольной кислоты. Сколько σ - и π -связей в её молекуле?

1222. Что такое силикагель и как его можно получить в лабораторных условиях?

1223. Какие компоненты используются для получения цемента? Какие соединения являются основными его компонентами?

1224. Что служит сырьём для производства керамики? Какие изделия изготавливаются из керамики? Для чего они используются?

1225. Как изменятся свойства стекла, если вместо карбоната натрия при его варке использовать карбонат калия?

1226. Как можно качественно обнаружить присутствие карбонатов и гидрокарбонатов? Приведите уравнения соответствующих реакций и кратко поясните свой ответ.

1227. Из какого вещества в основном состоит накипь в чайнике? На чём основано использование домашнего уксуса для частичного удаления накипи?

1228. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:

- а) $? \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $? + ? \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3$;
- в) $\text{CaCO}_3 + ? \rightarrow ? + \text{CaSiO}_3$;
- г) $? \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $? + ? \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$;
- е) $? + \text{Na}_2\text{CO}_3 + ? \rightarrow \text{NaHCO}_3$;
- ж) $\text{KOH} + \text{KHCO}_3 \rightarrow ? + ?$;
- з) $? + ? \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

1229. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CO}_2$;
- б) $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CO}$;
- в) $\text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{LiHCO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KHCO}_3$;
- г) $\text{Si} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2$;
- д) $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Si} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si}$.

1230. В лаборатории имеются следующие вещества: оксид натрия, карбонат натрия, гидроксид натрия, оксид кремния(IV), карбонат кальция, оксид кальция, гидроксид кальция. Предложите максимально возможное число способов приготовления из указанных реактивов оконного стекла. Приведите уравнения соответствующих реакций.

1231. В растворе, содержащем угольную кислоту химическим количеством 0,018 моль, содержится $3,01 \cdot 10^{19}$ ионов водорода. Пренебрегая диссоциацией угольной кислоты по второй ступени, рассчитайте степень её диссоциации в этом растворе.

1232. Рассчитайте массовую долю кислорода в образце доломита, массовая доля основного вещества в котором составляет 93,8 %, а остальное приходится на вещества, не содержащие кислород.

1233. Какое химическое количество гидроксида натрия необходимо для нейтрализации всей угольной кислоты, содержащейся в 200 г её раствора с массовой долей 0,14 %?

1234. Какой объём (н. у.) газа выделится при действии избытка серной кислоты на гидрокарбонат натрия массой 5,44 кг?

1235. Рассчитайте массу осадка, который образуется при кипячении раствора гидрокарбоната кальция массой 100 г с массовой долей соли 0,46 %.

1236. В воде массой 54,0 г растворили кристаллическую соду $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ массой 872 мг. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в полученном растворе.

1237. Какую массу кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нужно взять для приготовления раствора карбоната натрия объёмом 2,44 дм³ с молярной концентрацией соли 0,54 моль/дм³?

1238. Гидрокарбонат натрия массой 5,44 г прокали. Рассчитайте массу твёрдого остатка.

1239. Какую массу раствора с массовой долей гидроксида натрия 10 % необходимо взять для полного осаждения соли из раствора массой 100 г с массовой долей гидрокарбоната кальция 0,32 %?

1240. Рассчитайте массу осадка, который образуется при сливании раствора, содержащего силикат калия массой 12,4 г, и раствора массой 58,8 г с массовой долей серной кислоты 14,2 %.

1241. Рассчитайте массовую долю кремния в составе оконного стекла.

1242. Какие массы песка, соды и известняка нужно взять для получения оконного стекла массой 2,18 т?

1243. Рассчитайте объёмную долю оксида углерода(IV) в составе газа, имеющего температуру 120 °С, который образуется при разложении карбоната аммония.

1244. Смесь массой 20,0 г, содержащую карбонат натрия и гидрокарбонат натрия прокалили. Образовавшийся газ пропустили через избыток раствора гидроксида кальция. Выпал осадок массой 10,0 г. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в исходной смеси.

1245. Образец неизвестного соединения содержит калий, водород, углерод и кислород, массы которых соответственно

равны 3,90; 0,10; 1,20; 4,80 г. Установите формулу соединения.

1246. Смесь, содержащую карбонат калия и силикат калия, растворили в воде. Затем к раствору добавили избыток серной кислоты. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) $4,48 \text{ дм}^3$ и выпал осадок массой 3,90 г. Рассчитайте массовую долю силиката калия в исходной смеси.

1247. Какая масса осадка образуется при сливании раствора массой 10,8 г с массовой долей силиката натрия 8,82 % и соляной кислоты объёмом $36,6 \text{ см}^3$ с массовой долей хлороводорода 6,33 % и плотностью $1,03 \text{ г/см}^3$?

1248. Известняк массой 22,7 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) $4,51 \text{ дм}^3$. Рассчитайте массовую долю карбоната кальция в составе известняка.

1249. *Газ, образовавшийся в результате действия избытка соляной кислоты на раствор массой 100 г с массовой долей карбоната калия 20,7 %, пропустили через раствор, содержащий гидроксид кальция массой 7,40 г. Осадок какой массы образовался при этом?

1250. *Некоторые соли с водой образуют соединения, которые называются кристаллогидратами. При хранении на воздухе некоторые из кристаллогидратов теряют часть кристаллизационной воды. Этот процесс, называемый выветриванием, приводит к изменению состава вещества. В процессе хранения на воздухе образца декагидрата карбоната натрия массовая доля кислорода в образце уменьшилась в 1,065 раза. Рассчитайте, какое химическое количество молекул воды приходилось на 10 моль карбоната натрия в хранившемся продукте.

1251. *Смесь карбоната натрия, сульфата натрия и карбоната калия общей массой 7,72 г обработали избытком соляной кислоты. Выделился газ объёмом (н. у.) $0,896 \text{ дм}^3$. Затем к раствору добавили избыток раствора хлорида бария, в результате чего выпал осадок массой 4,66 г. Рассчитайте массовую долю карбоната калия в смеси.

1252. *Рассчитайте массу осадка, образующегося при пропускании углекислого газа химическим количеством

15,0 ммоль через раствор, содержащий 0,74 г гидроксида кальция.

1253. *Какой минимальный объём (н. у.) углекислого газа нужно пропустить через раствор известковой воды, содержащей 0,74 г гидроксида кальция, чтобы выпавший вначале осадок затем полностью растворился?

1254. *При добавлении к водному раствору соли А раствора гидроксида натрия могут образоваться три соли: одна нерастворимая соль Б и две растворимые соли В и Г. Соли А, Б, В и Г реагируют с азотной кислотой с выделением газа Д, который образуется также и в результате дыхания. Металл, входящий в состав растворимой соли А, содержится в составе мрамора. При термическом разложении соли А образуются три вещества Е, Д и вода. Установите химические формулы веществ А, Б, В, Г и Д. Составьте уравнения описанных химических реакций.

1255. *Жемчуг традиционно относится к драгоценным камням. Он является продуктом аномального роста мантии моллюска. Жемчужины состоят из карбоната кальция и обязательно содержат белок конхиолин. Конхиолин образует каркас жемчужины — тонкую сетку, в мелких ячейках которой находятся микроскопические кристаллики карбоната кальция. К сожалению, жемчуг недолговечен. По прошествии 150–200 лет жемчуг «заболевает», т. е. тускнеет и трескается вследствие высыхания конхиолина, теряя свою красоту. Размер жемчужин составляет от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Средний химический состав жемчуга: CaCO_3 — 91,7 %, конхиолин — 6,0 %, вода — 2,3 %. Самая крупная жемчужина найдена на Филиппинах в 1934 году. Она была овальной формы размером 24 см × 16 см и массой 6,40 кг. Рассчитайте объём этой жемчужины и массу кальция в её составе. Для определения плотности жемчуга жемчужину массой 0,534 г опустили в воду, объём вытесненной воды составил 0,199 см³.



ГЛАВА 7. МЕТАЛЛЫ

§ 43. Металлы. Общая характеристика

1256. Укажите верные утверждения:

- а) в периодической системе число неметаллов превышает число металлов;
- б) металлы есть среди *s*-, *p*-, *d*- и *f*-элементов;
- в) самым распространённым в земной коре металлом является железо;
- г) малоактивные металлы встречаются в природе в виде простых веществ;
- д) золото обладает самой высокой электропроводностью;
- е) самым тугоплавким металлом является вольфрам;
- ж) свойства сплавов металлов могут отличаться от свойств металлов, из которых они состоят;
- з) чугун и сталь — это сплавы на основе железа;
- и) бронза и латунь содержат медь.

1257. Охарактеризуйте положение химических элементов металлов в периодической системе.

1258. Назовите известные вам металлы, которые играют важную роль в жизни растительных и животных организмов.

1259. К металлам относятся почти все *s*-элементы. Назовите *s*-элементы, которые относятся к неметаллам.

1260. Какие из перечисленных элементов металлов проявляют в своих соединениях переменные степени окисления: натрий, медь, железо, кальций, алюминий, марганец? Укажите для каждого из них проявляемые степени окисления и приведите по одному примеру соответствующих соединений.

1261. Могут ли металлы иметь отрицательные степени окисления? Кратко поясните почему.

1262. На основании какого свойства можно сравнить восстановительную активность металлов?

1263. Какие металлы содержатся в следующих веществах:

- а) цианкобаламин (витамин B12);
- б) гемоглобин;
- в) хлорофилл?

1264. Рассчитайте число элементарных частиц в составе нуклидов ^{119}Sn , ^{238}U и ионов $^{24}\text{Mg}^{2+}$, $^{32}\text{S}^{2-}$.

1265. Составьте формулы электронных конфигураций для атомов лития, алюминия, кальция и ионов магния и кальция.

1266. Определите степени окисления атомов металлов в следующих веществах: Na , Fe , K_2S , FeO , Fe_3O_4 , CaH_2 , K_2FeO_4 , NaOH , Na_2O_2 , KO_2 , BaSO_4 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.

1267. Рассчитайте массу атома железа-56. Во сколько раз он тяжелее молекулы воды?

1268. Массовая доля скандия в земной коре составляет $1,0 \cdot 10^{-3} \%$. Какое число атомов скандия может быть получено из 10,0 т земной коры?

1269. Массовые доли титана и гафния в земной коре одинаковы и составляют $3,0 \cdot 10^{-4} \%$. Рассчитайте, какое число атомов гафния приходится на 1000 атомов титана в земной коре.

1270. В чём сходство и различие между ковалентной и металлической связями?

1271. В чём различие ионной кристаллической решётки и металлической? К какому различию в физических свойствах веществ с такими типами кристаллической решётки это приводит?

1272. Почему при наличии определённого сходства в строении атомов и строении кристаллической решётки многие физические свойства металлов резко отличаются?

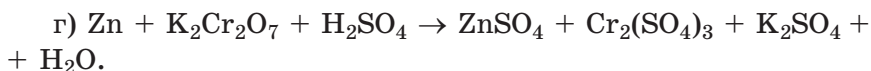
1273. Перечислите физические свойства, характерные для металлов.

1274. Приведите примеры тугоплавких и легкоплавких металлов.

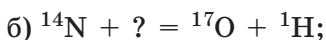
1275. Почему металлы в отличие от неметаллов обладают высокой электропроводностью?

1276. Назовите минимальную температуру, которую можно измерить ртутным термометром. Поясните свой ответ.

1277. Методом электронного баланса расставьте коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций:



1278. Вставьте вместо знаков вопроса необходимые частицы и закончите уравнения следующих ядерных реакций:



1279. В пластинке толщиной 0,1 см, шириной 2,0 см и длиной 1,0 см содержится $5,08 \cdot 10^{21}$ атомов натрия. Рассчитайте плотность натрия.

1280. Трёхлитровую банку заполнили ртутью. Какая масса ртути понадобилась для этого, если её плотность равна $13,6 \text{ г/см}^3$?

1281. Какой объём воды имеет такую же массу, как кубик из свинца с длиной ребра 1,0 см? Плотность свинца равна $11,3 \text{ г/см}^3$.

1282. Какой объём воды вытеснит образец золота, если число атомов в нём равно $6,02 \cdot 10^{22}$, а плотность золота составляет $19,3 \text{ г/см}^3$?

1283. Какую массу будет иметь образец алюминия, в котором содержится столько же атомов, сколько и в образце ртути объёмом $2,8 \text{ см}^3$? Плотность ртути равна $13,6 \text{ г/см}^3$.

1284. Какую массу алюминия, меди, марганца и магния нужно взять для получения сплава дюралюминия массой 100 т? Массовые доли алюминия, меди, марганца и магния в составе сплава соответственно равны 94; 4; 1; 1 %.

1285. Рассчитайте массовую долю ванадия в составе руды, массовая доля VS_4 в которой равна 95,2 %.

1286. *Образец магния содержит два нуклида: ^{24}Mg и ^{25}Mg . Относительная атомная масса магния в образце равна 24,25. Чему равна мольная доля нуклида ^{24}Mg в образце?

1287. *Природная медь состоит из двух нуклидов: ^{63}Cu и ^{65}Cu . Мольная доля нуклида ^{65}Cu составляет 27,0 %. Рассчитайте относительную атомную массу меди.

1288. Простое нерастворимое в воде вещество А жёлтого цвета прореагировало с розовато-красным металлом Б. В результате реакции образовалось вещество В, при прокаливании которого в присутствии кислорода получили твёрдый оксид Г чёрного цвета и газ Д с резким запахом. При растворении вещества Д в воде образовалось вещество Е, которое реагирует с раствором гидроксида натрия с образованием кислой соли Ж и средней соли З. Установите химические формулы веществ А, Б, В, Г, Д, Е, Ж и З. Составьте уравнения химических реакций.

§ 44. Общие химические свойства металлов

Пример 17. Железную пластинку массой 10,0 г опустили в раствор сульфата меди(II). К окончанию реакции масса пластинки составила 10,8 г. Рассчитайте массу прореагировавшего железа.

Дано:

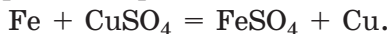
$$m_0(\text{Fe}) = 10,0 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe} + \text{Cu}) = 10,8 \text{ г}$$

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

Решение

Протекает реакция:



В результате реакции железо с пластинки переходит в раствор, а на пластинке осаждается медь.

В зависимости от металлов пластинка может как увеличивать свою массу, так и уменьшать. Это зависит от молярных масс металлов (пластинки и в растворе) и стехиометрии реакции.

Задачу можно решить разными способами, рассмотрим два из них.

Способ 1

Изменение массы пластинки равно:

$$\Delta m = m(\text{Fe} + \text{Cu}) - m_0(\text{Fe}) = 10,8 - 10,0 = 0,80 \text{ г.}$$

Это разность масс выделившейся меди и растворившегося железа:

$$m(\text{Cu}) - m(\text{Fe}) = 0,80 \text{ г.}$$

Отсюда следует, что:

$$m(\text{Cu}) = 0,80 + m(\text{Fe}).$$

Пусть x — масса железа, вступившего в реакцию.

Тогда масса осаждённой меди равна $(0,80 + x)$ г.

$M(\text{Fe}) = 56$ г/моль.

$M(\text{Cu}) = 64$ г/моль.

Выразим химические количества железа и меди, участвующих в реакции:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{x}{56} \text{ моль.}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{0,80 + x}{64} \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует, что химические количества участвующих в реакции металлов равны:

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Cu}).$$

Составим уравнение:

$$\frac{x}{56} = \frac{0,80 + x}{64}.$$

Решив его, получим $x = 5,6$ г.

Способ 2

$M(\text{Fe}) = 56$ г/моль.

$M(\text{Cu}) = 64$ г/моль.

Из уравнения реакции следует, что при растворении 1 моль Fe (в раствор перейдёт 56 г Fe) выделится 1 моль меди (64 г меди осядет на пластинке).

Таким образом, при растворении 1 моль Fe изменение (в данном случае увеличение) массы пластинки составит:

$$64 \text{ г} - 56 \text{ г} = 8 \text{ г.}$$

Если растворится любое другое количество Fe, например в 5 раз больше (5 моль), то масса пластинки увеличится в 5 раз: $\Delta m = 8 \text{ г} \cdot 5 = 40 \text{ г}$.

Если растворится 0,20 моль железа (это в $\frac{1}{0,20} = 5$ раз меньше, чем 1 моль), то и масса пластинки уменьшится в 5 раз: $\Delta m = \frac{8 \text{ г}}{5} = 1,6 \text{ г}$.

Математически это можно записать так:

$$\frac{1 \text{ моль}}{n(\text{Fe})} = \frac{8 \text{ г}}{\Delta m}, \text{ отсюда } n(\text{Fe}) = 1 \text{ моль} \cdot \frac{\Delta m}{8 \text{ г}}.$$

Изменение массы пластинки равно:

$$\Delta m = m(\text{Fe} + \text{Cu}) - m_0(\text{Fe}) = 10,8 \text{ г} - 10,0 \text{ г} = 0,80 \text{ г}.$$

Следовательно, количество прореагировавшего железа будет равно:

$$n(\text{Fe}) = 1 \text{ моль} \cdot \frac{\Delta m}{8 \text{ г}} = 1 \text{ моль} \cdot \frac{0,80 \text{ г}}{8 \text{ г}} = 0,10 \text{ моль}.$$

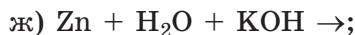
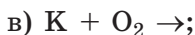
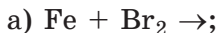
Тогда масса прореагировавшего Fe равна:

$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,10 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 5,6 \text{ г}.$$

О т в е т: $m(\text{Fe}) = 5,6 \text{ г}$.

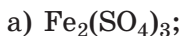
1289. Что такое ряд активности металлов? От чего зависит положение металла в этом ряду?

1290. Закончите схемы следующих реакций:



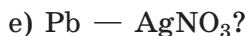
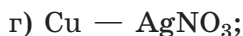
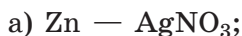
1291. В каких кислотах можно растворить металлы, стоящие в ряду активности после водорода? Приведите два примера уравнений подобных процессов.

1292. Приведите уравнения электролитической диссоциации следующих солей в водном растворе:





1293. Как изменится масса металлической пластинки — увеличится или уменьшится — при погружении её в раствор соли:



1294. Какие из указанных металлов вытесняют никель из водных растворов его солей: Zn , Ag , Sn , Mg , Fe ?

1295. Укажите, с какими из веществ: $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб})}$, Br_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{p-p})}$, O_3 будут вступать в реакцию:

а) медь;

в) серебро;

б) железо;

г) алюминий.

1296. Как изменится — увеличится, уменьшится или не изменится — масса цинковой пластинки через некоторое время после того, как её опустили в раствор: хлорида железа(II), нитрата олова(II), сульфата магния? Кратно поясните почему.

1297. Укажите металлы, которые могут окисляться катионами никеля(II): Zn , Ag , Mg , Fe , Au . Составьте ионно-молекулярные уравнения протекающих реакций.

1298. Какой суммарный объём (н. у.) кислорода потребуется для реакции со смесью магния и цинка, массы которых соответственно равны 4,0 и 7,0 г?

1299. Какая максимальная масса серы прореагирует со смесью меди и алюминия общей массой 25 г, в которой массовая доля меди равна 44,2 %?

1300. Какой объём раствора с массовой долей хлороводорода 20,8 % и плотностью $1,10 \text{ г/см}^3$ потребуется для полного растворения железа массой 35,6 г?

1301. Образец смеси цинковых и алюминиевых стружек общей массой 11,8 г растворили в избытке раствора щёлочи. Массовая доля цинка в образце равна 32,2 %. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося водорода.

1302. *Сплав лития и кальция массой 5,40 г растворили в воде. Выделившийся водород сожгли и получили воду массой 3,60 г. Рассчитайте массу лития в сплаве.

1303. В раствор нитрата серебра массой 120 г с массовой долей соли 17,1 % опустили цинковые опилки массой 12,8 г. Рассчитайте массу выделившегося при этом серебра.

1304. Оловянную пластинку поместили в раствор нитрата свинца(II). Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 7,10 г. Рассчитайте массу свинца, осевшего на пластинке.

1305. Цинковую пластину опустили в раствор хлорида ртути(II). К окончанию реакции масса пластинки увеличилась на 0,60 г. Рассчитайте массу образовавшейся в результате реакции ртути.

1306. В раствор сульфата меди(II) массой 50,0 г опустили железную пластинку. Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 0,40 г. Рассчитайте массовую долю сульфата железа в растворе.

1307. *Двухвалентный металл массой 2,00 г прореагировал с хлором. Образовавшуюся соль растворили в воде и к полученному раствору добавили избыток нитрата серебра. Выпал осадок массой 14,35 г. Установите неизвестный металл.

1308. *Сплав цинка с неизвестным металлом общей массой 10,5 г растворили в соляной кислоте. Массовая доля цинка в сплаве равна 61,9 %. В результате реакции выделился водород объёмом (н. у.) 4,48 дм³. Какой металл входил в состав сплава?

1309. *На чашах весов уравновешены два стакана, содержащие разбавленную серную кислоту. В первый стакан поместили 4,80 г магния, металл полностью прореагировал с серной кислотой. Рассчитайте, какую массу сульфида натрия следует поместить во второй стакан, чтобы чаши весов вновь уравновесились.

1310. *Магний массой 20,0 г опустили в раствор сульфата неизвестного двухвалентного металла. Через некоторое время масса пластинки составила 23,2 г, образовался сульфат магния массой 12 г. Установите неизвестный металл.

1311. *Пластинку неизвестного двухвалентного металла опустили в раствор массой 200 г с массовой долей сульфата меди 10,00 %. Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 4,00 г, а массовая доля CuSO_4 составила 2,04 %. Какой металл был взят для опыта?

1312. *Пластинку неизвестного двухвалентного металла опустили в раствор сульфата меди. Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 0,90 г, а масса сульфата неизвестного металла составила 15,1 г. Установите неизвестный металл.

1313. *В колбу, содержащую 20,79 г водного раствора хлорида меди(II) с массовой долей 32,80 %, внесли навеску порошка металла массой 6,313 г, не реагирующего с водой в условиях опыта. Колбу закрыли пробкой и оставили до окончания протекания реакции. Затем смесь профильтровали и получили твёрдый остаток, масса которого после высушивания в инертной атмосфере составила 13,14 г, а массовая доля меди в нём — 72,53 %. Установите, порошок какого металла использовался в описанном опыте.

§ 45. Общие способы получения металлов

1314. Укажите верные утверждения:

- а) калий и натрий присутствуют в земной коре только в виде металлов;
- б) в состав руды часто входит пустая порода;
- в) сульфидные руды металлов подвергают обжигу в кислороде;
- г) серебро и золото встречаются в природе как в свободном виде, так и в виде соединений;
- д) основными восстановителями при производстве металлов являются углерод, оксид углерода(II), водород и активные металлы;
- е) формульная единица магнетита состоит из 5 атомов;
- ж) массовая доля углерода в чугуна превышает 2 %;
- з) сталь можно получить из чугуна;
- и) активные металлы получают электролизом водных растворов их солей.

1315. От чего зависит, в каком виде — в свободном состоянии или в виде соединений — будет встречаться металл в природных условиях? Поясните свой ответ и приведите соответствующие примеры.

1316. Запишите уравнения химических реакций, которые протекают при:

- а) прокаливании смеси магнетита с коксом;
- б) нагревании гипса;
- в) прокаливании малахита;
- г) электролизе раствора боксита в расплавленном криолите (растворитель);
- д) обжиге медного блеска;
- е) прокаливании известняка при высокой температуре.

1317. Приведите уравнения химических реакций, которые протекают при одностадийном прямом способе получения стали из магнетита.

1318. Составьте уравнения химических реакций, протекающих при электролизе:

- а) водного раствора хлорида натрия;
- б) расплава бромида алюминия;
- в) расплава хлорида кальция;
- г) водного раствора сульфата калия;
- д) расплава хлорида цинка;
- е) водного раствора нитрата меди(II).

1319. Укажите, в каком случае можно получить чистый металл из его соли гидрометаллургическим способом:

- | | |
|---|---|
| а) $\text{Cu} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$; | г) $\text{Hg} + \text{Au}(\text{NO}_3)_3$; |
| б) $\text{Na} + \text{CuSO}_4$; | д) $\text{Fe} + \text{MgCl}_2$; |
| в) $\text{Fe} + \text{AgNO}_3$; | е) $\text{Ba} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. |

1320. Массовая доля хрома в одном из его оксидов составляет 61,90 %. Установите эмпирическую формулу этого оксида.

1321. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$;
- б) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$;

в) $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBr} \rightarrow \text{Na}$;

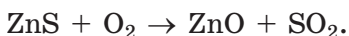
г) $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}$.

1322. Чем чугун отличается от стали? Какой из этих сплавов в промышленности получают первым?

1323. Почему оксиды активных металлов практически невозможно восстановить водородом до металла?

1324. Рассчитайте массу калия, образующегося при электролизе, если через расплав хлорида калия пройдёт $12,04 \cdot 10^{24}$ электронов.

1325. Цинк из сульфида цинка получают в две стадии. Вначале его подвергают обжигу в кислороде:



Затем оксид цинка восстанавливают коксом:



Рассчитайте, какую массу сульфида цинка нужно взять для получения цинка массой 12,2 т, если потери производства составляют 3,44 %.

1326. Рассчитайте массу оксида вольфрама(VI), которая необходима для получения вольфрама массой 10 т, если производственные потери составляют 8,12 %.

1327. Массовая доля углерода в образце чугуна составляет 1,12 %. Приняв, что он весь входит в состав цемента, рассчитайте массовую долю последнего в этом образце.

1328. Смесь массой 34,6 г, состоящую из оксидов меди(II) и цинка, смешали с избытком углерода и прокалили при высокой температуре. В результате была получена латунь, массовая доля меди в которой равна 68,8 %. Рассчитайте массовую долю оксида цинка в исходной смеси и массу полученной латуни.

1329. Массовая доля магнетита в составе руды равна 84,2 %. Какую массу железа можно получить из такой руды массой 300 т, если производственные потери составляют 7,12 %?

1330. Какой объём (н. у.) углекислого газа выделится при обжиге доломита массой 13,8 кг, в котором массовая

доля пустой породы составляет 8,66 %, а технологические потери — 5,84 %?

1331. Рассчитайте массовую долю меди в её сплаве с оловом, если известно, что на 11 атомов олова приходится 53 атома меди.

1332. *В воде объёмом 320 см³ растворили 12,2 г медного купороса. В полученный раствор внесли чугунные опилки массой 3,66 г, содержащие 4,22 % углерода по массе в виде цементита. Рассчитайте массу меди, выделившейся в этом эксперименте.

§ 45.1. *Получение металлов электролизом водных растворов солей

1333. *Укажите верные утверждения:

а) электрометаллургия — это использование металлов для изготовления проводников электрического тока;

б) магний можно получить электролизом водного раствора его хлорида;

в) при электролизе водного раствора сульфата меди(II) на катоде восстанавливается медь;

г) при электролизе водного раствора сульфата магния на катоде и на аноде выделяются газы;

д) калий нельзя получить электролизом водного раствора его солей;

е) при электролизе на аноде может протекать как окисление, так и восстановление, в зависимости от полярности тока;

ж) если в процессе электролиза участвуют бромид-ионы, то на аноде выделяется бром;

з) при электролизе водного раствора сульфата натрия на катоде восстанавливается вода, а на аноде окисляются сульфат-ионы;

и) для получения активных металлов применяют метод электролиза расплавов их солей.

1334. *При электролизе водных растворов каких солей можно практически получить соответствующий металл:

AgNO_3 , CaBr_2 , LiCl , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, SnSO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, K_3PO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$, BaI_2 , ZnSO_4 ?

1335. *Запишите суммарные молекулярные уравнения реакций, протекающих в процессе электролиза с инертными электродами водных растворов следующих солей: хлорид меди(II), сульфат цинка, бромид калия, сульфат хрома(III), нитрат серебра, карбонат натрия.

§ 46. Щелочные металлы

1336. Укажите верные утверждения:

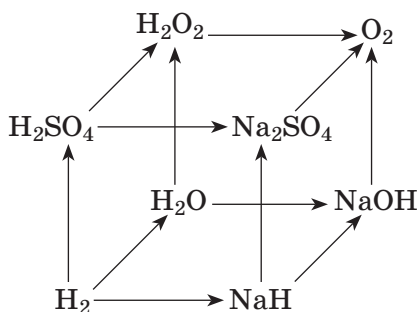
- а) в атоме калия 4 s-электрона;
- б) радиус атома цезия меньше, чем атома рубидия;
- в) действие воды на калий приводит к выделению кислорода;
- г) натрий реагирует с хлором, но не реагирует с бромом;
- д) электроотрицательность лития выше, чем калия;
- е) при реакции щелочных металлов с кислородом образуются оксиды;
- ж) соединения натрия окрашивают бесцветное пламя в жёлтый цвет;
- з) гидроксиды щелочных металлов — сильные электролиты.

1337. В какой цвет окрашивают бесцветное пламя ионы лития, натрия и калия?

1338. Укажите, в каком случае верно указано название вещества или минерала:

- а) KCl — галит;
- б) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — кристаллическая сода;
- в) NaNO_3 — чилийская селитра;
- г) NaHCO_3 — питьевая сода;
- д) KNO_3 — калийная соль;
- е) Na_2SiO_3 — жидкое стекло;
- ж) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — мирабилит;
- з) NaOH — каустик.

1339. *Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения, и укажите условия их осуществления.



1340. Гидроксиды каких химических элементов с электронными конфигурациями внешнего электронного слоя атомов: $3s^23p^4$, $3s^23p^1$, $3s^23p^3$, $3s^2$, $3s^23p^5$ будут реагировать с высшим оксидом химического элемента с электронной конфигурацией внешнего электронного слоя атомов $3s^1$? Приведите уравнения протекающих реакций.

1341. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:

- $\text{Li}_2\text{O} + ? \rightarrow \text{Li}_2\text{SiO}_3$;
- $? + ? \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3$;
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + ? \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;
- $\text{KHCO}_3 \rightarrow ? + \text{CO}_2 + ?$;
- $? + ? \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- $\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + ? + ?$;
- $? + ? \rightarrow \text{KO}_2$;
- $\text{NaHCO}_3 + ? \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + ?$.

1342. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4$;
- $\text{K} \rightarrow \text{KO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$;
- $\text{Li}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{LiNO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{LiCl} \rightarrow \text{Li}$;
- $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$;
- $\text{K} \rightarrow \text{K}_3\text{N} \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4$.

1343. Образец сильвинита содержит 8,66 % пустой породы по массе. Из такого сильвинита массой 12,2 кг методом электролиза был получен сплав двух металлов. Рассчитайте массовые доли компонентов этого сплава и его массу, если общие производственные потери на всех стадиях составили 4,12 %.

1344. Натрий массой 12,3 г растворили в воде. Какой максимальный объём (н. у.) углекислого газа может поглотить полученный раствор?

1345. Массовые доли кислорода, углерода и водорода в соли калия соответственно равны 32,60; 24,48; 3,081 %. Установите эмпирическую формулу этой соли.

1346. В растворе гидроксида лития массой 40,8 г с массовой долей 5,22 % растворили литий массой 2,82 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе.

1347. Какая масса осадка образуется при сливании раствора массой 12,2 г с массовой долей хлорида меди(II) 5,32 % и раствора массой 5,28 г с массовой долей гидроксида калия 21,2 %?

1348. Массовая доля растворённых веществ в растворах гидроксида натрия и гидроксида бария равна 0,048. Приняв, что плотности обоих растворов равны плотности воды, установите, в каком растворе молярная концентрация гидроксид-ионов выше и во сколько раз.

1349. Растворимость карбоната натрия при 20 °С составляет 21,8 г. Рассчитайте массу кристаллической соды, которая необходима для приготовления 24,8 кг насыщенного при 20 °С раствора карбоната натрия.

1350. При взаимодействии водных растворов борной кислоты и гидроксида натрия образуется тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Рассчитайте массу тетрабората натрия, который образуется при сливании растворов, каждый из которых имеет массу 200 г и массовую долю растворённого вещества 2,88 %.

1351. Какой объём гидроксида калия с молярной концентрацией 0,122 моль/дм³ потребуется для нейтрализации раствора массой 53,0 г с массовой долей серной кислоты 34,7 %?

1352. Натрий можно получить прокаливанием при высокой температуре смеси карбоната натрия с избытком кокса. При этом кроме натрия образуется оксид углерода(II). Какая масса натрия и какой объём (н. у.) угарного газа образуются при прокаливании смеси 50 г карбоната натрия и 50 г кокса, массовая доля углерода в котором составляет 88 %?

1353. *Хлор объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$ прореагировал с избытком водорода. Образовавшийся хлороводород поглотился раствором массой 52,2 г с массовой долей гидроксида натрия 16,7 %. К полученному раствору добавили раствор нитрата серебра массой 350 г с массовой долей соли 13,7 %. Рассчитайте массу выпавшего осадка.

1354. *Растворимость сульфата натрия при 10 и 60 °С соответственно равна 13,2 и 31,3 г. Навеску сульфата натрия массой 92,0 г при 60 °С растворили в воде массой 350 г, а затем полученный раствор охладили до 10 °С. Рассчитайте массу выпавшего осадка.

1355. *Через раствор гидроксида натрия массой 15,5 г пропустили углекислый газ объёмом (н. у.) $0,448 \text{ дм}^3$. В результате образовалась смесь двух солей массой 1,90 г. Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в исходном растворе.

1356. *Из-за высокой химической активности щелочные металлы хранят либо в запаянных ампулах, либо под слоем инертной жидкости (например, керосина), предотвращающей доступ кислорода к металлу. Гексан не реагирует со щелочными металлами, однако не может использоваться для хранения натрия и калия вместо керосина. Попытайтесь объяснить почему.

1357. *Для анализа образца сильвинита его навеску массой 1,157 г растворили в 25 см^3 дистиллированной воды. Приготовленный раствор профильтровали и к фильтрату прибавили $50,00 \text{ см}^3$ раствора с массовой долей нитрата серебра 8,00 % и плотностью $1,04 \text{ г/см}^3$. Выпавший осадок был отфильтрован, высушен и взвешен. Его масса составила 2,092 г. Рассчитайте по результатам описанного анализа массовые доли калия и натрия в образце сильвинита. Какой максимальный объём (н. у.) хлора и каким

образом можно получить из 50,00 г такого сильвинита в лабораторных условиях?

1358. *Смесь массой 40,0 г, содержащую гидроксид натрия и карбонат натрия в равных химических количествах, смешали с оксидом кремния(IV) массой 40,0 г и прокалили при высокой температуре. Какая масса силиката натрия образовалась при этом?

1359. *Какие соли и каким химическим количеством образуются при растворении оксида серы(VI) химическим количеством 0,15 моль в растворе гидроксида натрия, содержащем 8,00 г растворённого вещества?

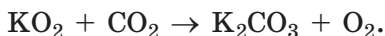
1360. *Над нагретой смесью хлорида натрия и бромида натрия общей массой 16,0 г пропустили избыток хлора. После окончания реакции масса твёрдого продукта составила 13,55 г. Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в смеси.

1361. *Смесь стружек цинка и меди обработали избытком раствора гидроксида калия. При этом выделился газ объёмом (н. у.) 2,24 дм³. Для полного хлорирования такого же образца потребовался хлор объёмом (н. у.) 8,96 дм³. Рассчитайте массовую долю меди в образце.

1362. *В смеси сульфата и сульфита одновалентного металла его массовая доля равна 71,05 %, а серы — 0,1053. Установите металл и массовые доли солей.

1363. *Смесь массой 25,1 г, состоящую из сульфата калия, нитрата калия и гидрокарбоната калия, прокалили при 450 °С. При этом выделился газ, объём которого при нормальных условиях составил 2,24 дм³. Газ пропустили через избыток раствора гидроксида кальция, что привело к образованию осадка массой 5,00 г. Рассчитайте массовую долю сульфата калия в исходной смеси.

1364. *Важная область применения пероксидов щелочных металлов — регенерация кислорода в изолированных помещениях (космических кораблях, подводных лодках и др.) Необходимый для дыхания космонавтов кислород на космических кораблях серий «Восток» и «Восход» получали с помощью надпероксида калия KO_2 по схеме:



Приняв, что один космонавт в течение суток выдыхает 500 дм^3 (н. у.) углекислого газа, рассчитайте массу надпероксида калия, который необходим экипажу, состоящему из двух космонавтов, для обеспечения полёта длительно-стью одну неделю.

1365. *Существует поговорка: «Чтобы узнать человека, нужно съесть с ним пуд соли». В среднем молярная концентрация ионов натрия в крови составляет 140 ммоль/дм^3 . Суточная потребность в натрии — около $2,50 \text{ г}$. Рассчитайте, сколько лет понадобится, чтобы с другом на двоих съесть пуд соли. Определите массовую долю ионов натрия в крови, приняв плотность крови равной $1,06 \text{ г/см}^3$. Вычислите массу ионов натрия, содержащегося в крови одного школьника, приняв объём крови в его организме равным 4 л .

1366. *Твёрдое при н. у. вещество А хранят в условиях, исключающих контакт с воздухом, поскольку оно вступает в реакцию с некоторыми его компонентами. При добавлении дистиллированной воды объёмом 200 см^3 к навеске А массой 980 мг образуется газ, объём которого при $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $96,6 \text{ кПа}$ составляет $616,3 \text{ см}^3$, и раствор, который приобретает малиновую окраску при добавлении фенолфталеина. Установите формулу вещества А. Изменится ли решение задачи, если вместо 200 см^3 в условии задачи будет 20 см^3 или 2000 см^3 дистиллированной воды? Поясните почему.

§ 47. Металлы IIА-группы периодической системы

1367. Укажите верные утверждения:

а) к числу щёлочноземельных металлов принадлежат шесть элементов группы IIА;

б) оксиды кальция и бария реагируют с водой с образованием щелочей;

в) в атоме стронция есть 10 s -электронов;

г) температура плавления кальция ниже, чем калия;

д) ионы кальция окрашивают бесцветное пламя в кирпично-красный цвет;

е) магний получают электролизом водного раствора его хлорида;

ж) оксид и гидроксид бериллия реагируют с кислотами, но не реагируют со щелочами;

з) основным веществом мрамора и известняка является карбонат кальция;

и) при нагревании алебастра получается гипс;

к) накипь состоит в основном из карбонатов кальция и магния.

1368. В какой цвет окрашивают бесцветное пламя ионы бария, кальция и стронция?

1369. Приведите пять уравнений реакций, с помощью которых можно получить карбонат стронция.

1370. Составьте уравнения реакций, которые протекают при смешивании указанных количеств реагентов:

а) 2 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 3 моль KHSO_4 ;

б) 0,1 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и 0,2 моль LiHSO_4 ;

в) 0,5 моль $\text{Sr}(\text{OH})_2$ и 0,5 моль KHSO_4 ;

г) 0,3 моль $\text{Sr}(\text{OH})_2$ и 0,1 моль NaHSO_4 ;

д) 2 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и 1 моль KHSO_4 .

1371. Укажите, в каком случае верно указано название вещества или минерала:

а) $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ — гипс;

б) CaCO_3 — известняк;

в) $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ — магнезит;

г) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — горькая соль;

д) CaO — негашёная известь;

е) MgCO_3 — доломит;

ж) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — алебастр;

з) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — гашёная известь.

1372. Какое число протонов, электронов и нейтронов содержится в:

а) атоме ^{138}Ba ;

в) катионе $^{87}\text{Sr}^{2+}$;

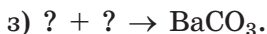
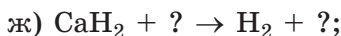
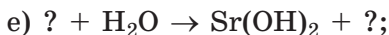
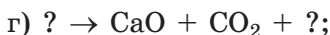
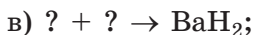
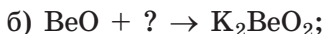
б) атоме ^{40}Ca ;

г) катионе $^{228}\text{Ra}^{2+}$?

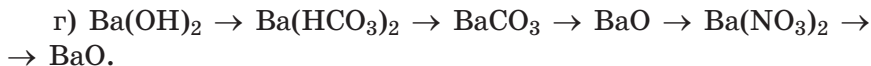
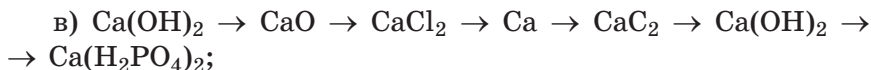
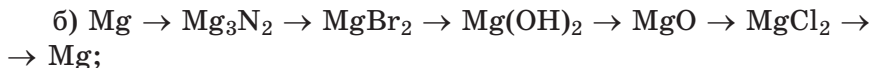
1373. Приведите электронно-графическую схему внешнего электронного слоя атома магния. Исходя из схемы поясните, почему у магния в соединениях только одна степень окисления. Какая?

1374. Укажите тип химической связи в соединениях: нитрат бериллия, оксид стронция, нитрид бария, гидроксид магния, гидрид кальция.

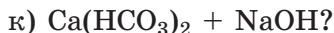
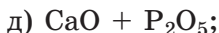
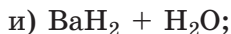
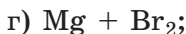
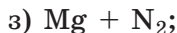
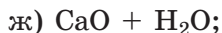
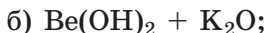
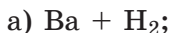
1375. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:



1376. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1377. Между какими из указанных веществ возможны химические реакции:



Составьте уравнения протекающих реакций.

1378. Для получения гидроксида бериллия к водному раствору BeCl_2 добавили избыток водного раствора KOH .

Почему такой способ получения $\text{Be}(\text{OH})_2$ не позволит получить желаемый продукт? Кратко поясните и приведите уравнения соответствующих реакций.

1379. К раствору нитрата кальция массой 32,4 г с массовой долей соли 5,12 % добавили раствор карбоната калия массой 56,0 г с массовой долей соли 4,55 %. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

1380. Какой объём (н. у.) водорода выделится при полном термическом разложении гидрида кальция массой 184 г?

1381. Какой объём (н. у.) газа выделится при действии избытка серной кислоты на мел массой 17,8 г, массовая доля карбоната кальция в котором равна 0,95?

1382. Какая масса сульфата кальция образуется при взаимодействии оксида кальция химическим количеством 0,42 моль и оксида серы(VI) массой 18,8 г?

1383. Оксид углерода(IV) объёмом (н. у.) 224 см³ пропустили через избыток раствора гидроксида бария. Выпавший осадок отфильтровали и затем прокалили в инертной атмосфере до тех пор, пока масса не перестала уменьшаться. Рассчитайте массу твёрдого остатка, полученного после прокаливания.

1384. Магний массой 3,12 г опустили в раствор массой 74,4 г с массовой долей сульфата меди(II) 6,32 %. Рассчитайте массу восстановленной меди.

1385. В воде массой 52,4 г растворили оксид бария массой 3,52 г. Рассчитайте массовую долю растворённого вещества в полученном растворе.

1386. Осадок какой массы образуется при сливании раствора массой 45,0 г с массовой долей гидроксида бария 3,32 % с раствором объёмом 52,2 см³ и молярной концентрацией сульфата натрия 0,024 моль/дм³?

1387. Рассчитайте массу гидроксида бария, который образуется при взаимодействии с избытком воды смеси, состоящей из бария массой 12,2 г и оксида бария массой 11,3 г.

1388. Образец массой 23,6 г, состоящий из оксида и гидроксида кальция, прокалили до постоянной массы.

В результате масса образца уменьшилась на 1,80 г. Рассчитайте массовую долю оксида кальция в образце.

1389. Смесь, состоящую из оксида кальция массой 11,2 г и кокса массой 8,00 г, прокалили при высокой температуре. Массовая доля углерода в составе кокса равна 96,0 %. В результате реакции получили карбид кальция и оксид углерода(II). Затем полученный продукт обработали избытком воды. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося газа, если его выход равен 94,6 %.

1390. Через раствор, содержащий 3,90 г гидроксида кальция, пропустили оксид углерода(IV) объёмом (н. у.) 0,56 дм³. Образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили. Масса остатка после прокаливания составила 1,20 г. Чему равен практический выход конечного продукта реакции?

1391. Массовые доли водорода, углерода и кислорода в некоторой соли кальция соответственно равны 0,0124, 0,1482 и 0,5922. Установите эмпирическую формулу этой соли.

1392. *Оксид неизвестного двухвалентного металла массой 28,8 г полностью восстановили до металла смесью водорода и оксида углерода(II). В результате реакции образовались вода массой 3,60 г и углекислый газ объёмом (н. у.) 4,48 дм³. Установите неизвестный металл.

1393. *К навеске негашёной извести добавили воду. При этом массовая доля кальция в полученном твёрдом продукте изменилась на 18,5 % по сравнению с исходной навеской. Какая доля исходного вещества вступила в реакцию?

1394. *При термическом разложении карбоната неизвестного металла массой 10,0 г получили оксид углерода(IV) массой 4,40 г. Установите неизвестный металл.

1395. *При взаимодействии смеси карбоната и сульфида щёлочноземельного металла с избытком соляной кислоты образовалась газовая смесь, плотность которой при н. у. равна 1,7248 г/дм³. Масса карбоната в смеси на 20,0 % превышала массу сульфида. Установите металл.

1396. *Массовая доля щёлочноземельного металла в составе смеси, состоящей из оксида и карбоната данного

металла, равна 75,14 %. Химическое количество карбоната в смеси в 2 раза больше оксида. Установите металл.

1397. *Два стакана, содержащих по 100 г соляной кислоты с массовой долей HCl 7,30 %, поместили на две чаши весов. Чаши весов уравнили, а затем в первый стакан добавили карбонат кальция массой 5,00 г. Рассчитайте, какую массу карбоната натрия нужно добавить во второй стакан, чтобы весы пришли в равновесие.

§ 48. Алюминий и его соединения

1398. Укажите верные утверждения:

а) на внешнем электронном слое атом алюминия имеет один электрон;

б) атом алюминия в соединениях проявляет только одну степень окисления;

в) в земной коре алюминий находится в виде металла;

г) алюминий — тяжёлый металл;

д) алюминий является малоактивным металлом, поэтому устойчив в кислороде;

е) поверхность алюминия на воздухе быстро покрывается тонкой и плотной плёнкой оксида;

ж) алюминий плавится при температуре выше 1000 °C;

з) основным веществом природного минерала корунда является оксид алюминия;

и) оксид и гидроксид алюминия проявляют амфотерные свойства;

к) в промышленности алюминий получают восстановлением его оксида углеродом.

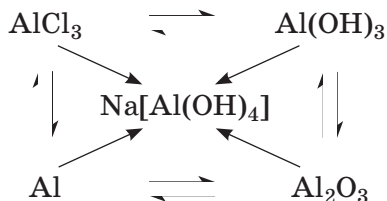
1399. Составьте электронную формулу атома и иона алюминия.

1400. Рассчитайте число элементарных частиц в составе атома и иона алюминия.

1401. Составьте уравнения химических реакций взаимодействия алюминия с гидроксидом калия, соляной, разбавленной азотной и концентрированной серной кислотами.

1402. Составьте уравнения химических реакций взаимодействия оксида и гидроксида алюминия с гидроксидом натрия и соляной кислотой.

1403. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения.



1404. Установите X:



1405. Составьте уравнения химических реакций, протекающих при прокаливании следующих веществ и смесей веществ на воздухе:

а) Al;

д) $\text{MgO} + \text{Al(OH)}_3$;

б) Al(OH)_3 ;

е) $\text{CaCO}_3 + \text{Al(OH)}_3$;

в) $\text{Al(NO}_3)_3$;

ж) $\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH}$;

г) $\text{Na[Al(OH)}_4\text{]}$;

з) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$.

1406. Кратко поясните, с какой целью криолит применяют при получении алюминия в промышленных условиях.

1407. Составьте формулы следующих соединений алюминия: оксид алюминия, нитрат алюминия, сульфид алюминия, гидроксид алюминия, тетрагидроксоалюминат натрия, хлорид алюминия. Укажите, какие из них являются сильными электролитами в водном растворе, и составьте уравнения их электролитической диссоциации.

1408. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:

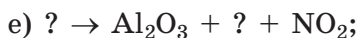
а) $? + ? \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$;

б) $\text{NaOH} + ? \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + ?$;

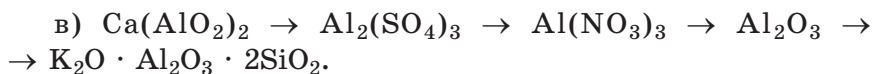
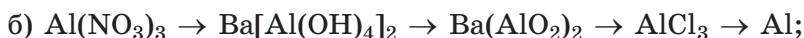
в) $\text{Al} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + ?$;

г) $? \rightarrow \text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

д) $\text{Ba(OH)}_2 + ? \rightarrow \text{Ba(AlO}_2)_2 + ?$;



1409. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1410. Какое число атомов алюминия имеет такую же массу, как и 250 формульных единиц сульфата алюминия?

1411. Рассчитайте молярную концентрацию ионов алюминия в растворе, в 400 см³ которого содержится сульфат алюминия массой 23,2 г.

1412. Какой минимальный объём раствора с массовой долей гидроксида натрия 30,0 % и плотностью 1,33 г/см³ потребуется для растворения навески, состоящей из алюминия, оксида алюминия и гидроксида алюминия, массы которых соответственно равны 5,4; 10,2; 15,6 г?

1413. Гидроксид натрия массой 14,5 г смешали с гидроксидом алюминия массой 19,8 г и прокалили при высокой температуре. Рассчитайте массу образовавшейся соли.

1414. На растворение алюминия был затрачен раствор массой 32,1 г с массовой долей гидроксида натрия 30,0 %. Какой объём соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 22,8 % и плотностью 1,12 г/см³ потребуется для полного растворения такого же образца алюминия?

1415. Рассчитайте массу навески нонагидрата нитрата алюминия, содержащего $4,75 \cdot 10^{25}$ атомов.

1416. Установите формулу боксита, если массовая доля водорода в его составе равна 2,00 %.

1417. При горении термита массой 10,0 г выделяется 35,31 кДж теплоты. Какое количество теплоты выделится при сгорании термита, для приготовления которого использовали алюминий массой 10,0 г?

1418. Рассчитайте массы оксида железа(II, III) и алюминия, которые необходимы для приготовления 10,0 кг термита.

1419. Какую массу алюминия нужно взять для получения кальция массой 300 кг из оксида кальция методом алюмотермии, если выход кальция составляет 92,2 %, а кроме целевого продукта образуется метаалюминат кальция?

1420. Какую массу алюминия можно получить с помощью электролиза из 20,0 т боксита, массовая доля оксида алюминия в котором равна 87,9 %, а суммарный выход процесса получения алюминия составляет 95,5 %?

1421. *Алюминий массой 12,2 г смешали с серой массой 12,2 г и нагрели без доступа воздуха. Раствор какого минимального объёма с массовой долей гидроксида калия 10,0 % и плотностью 1,12 г/см³ потребуется для полного растворения твёрдого остатка, полученного после нагревания исходной смеси? Какой объём (н. у.) газа выделится при этом?

1422. *Сплав алюминия с цинком массой 4,22 г полностью растворили в 400 г раствора с массовой долей КОН 12,2 %. При этом выделился газ, объём (н. у.) которого равен 2,91 дм³. Рассчитайте массовую долю алюминия в сплаве.

1423. *При нагревании гидроксида алюминия его масса уменьшилась на 25 % по сравнению с исходной. Рассчитайте массовые доли компонентов в полученном после нагревания твёрдом остатке.

1424. *Слюды — группа алюмосиликатных минералов, обладающих слоистой структурой. В состав слюды обязательно входят оксиды алюминия и кремния, могут входить оксиды Na, K, Ca, Mg, Fe и ряда других металлов. Формально, с точки зрения количественного состава, можно считать, что слюда состоит из оксидов указанных элементов в определённом мольном соотношении. Часто в её состав входят атомы водорода, которые формально в составе слюды можно представить в виде молекул воды. По результатам количественного анализа массовые доли калия, кислорода и водорода в образце слюды соответственно

равны 9,816; 48,20; 0,5061 %. Установите состав формульной единицы указанного образца слюды. Приведите формулу и название ещё одного известного вам природного алюмосиликата, широко используемого в промышленном производстве.

§ 48.1. *Общая характеристика металлов В-групп

1425. *Укажите верные утверждения:

а) у всех *d*-металлов валентными являются только *d*-электроны;

б) два *d*-металла четвёртого периода проявляют постоянную валентность;

в) атомы скандия, титана и ванадия в невозбуждённом состоянии имеют одинаковый внешний электронный слой;

г) на внешнем электронном слое иона Cr^{2+} нет электронов;

д) в невозбуждённом состоянии атом меди имеет такое же строение и конфигурацию внешнего электронного слоя, как и атом калия;

е) жёлто-коричневую окраску водному раствору сульфата железа(III) придают сульфат-ионы;

ж) у всех *d*-металлов четвёртого периода высшая степень окисления не превышает номер группы;

з) в реакции хрома с соляной кислотой образуется хлорид хрома(III);

и) железо образует соединения, в которых его степень окисления равна +6;

к) для ванадия, хрома и марганца высшая валентность равна номеру группы.

1426. *Запишите электронную формулу следующих ионов: Mn^{2+} , Cu^+ , Ti^{3+} , V^{2+} , Co^{3+} , Mn^{3+} , V^{4+} .

1427. *Соли кислородных кислот, содержащие марганец в анионной форме, по систематической номенклатуре называются манганатами. Составьте химические формулы следующих солей: манганат(V) калия, манганат(VII) бария, манганат(IV) кальция, манганат(VI) натрия. Какое другое название манганата(VII) бария вы знаете?

1428. *Укажите, в каком случае цвет водного раствора соли указан верно:

- а) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — оранжевый;
- б) ZnCl_2 — бесцветный;
- в) FeSO_4 — жёлто-коричневый;
- г) BaMnO_4 — фиолетовый;
- д) K_2CrO_4 — жёлтый;
- е) NiSO_4 — зелёный;
- ж) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ — жёлтый;
- з) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ — розовый.

1429. *Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций:

- а) $\text{Au} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HAuCl}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{KClO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{KCl} + \text{CO}_2$;
- е) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

1430. *Мольная доля хрома в смеси хромата K_2CrO_4 и дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ равна 16,39 %. Рассчитайте массовую долю хромата калия в этой смеси.

1431. *При нагревании навески оксида марганца(IV) её масса уменьшилась на 6,44 % по сравнению с исходной. Чему равна массовая доля оксида марганца(III) в твёрдом остатке, полученном в этом опыте?

1432. *В смеси оксидов хрома(II) и хрома(III) число атомов кислорода в 1,143 раза больше числа атомов хрома. Рассчитайте массовую долю оксида хрома(II) в этой смеси.

§ 48.2. *Общая характеристика кисотно-основных свойств оксидов и гидроксидов металлов В-групп

1433. *Укажите верные утверждения:

а) все высшие оксиды *d*-элементов четвёртого периода проявляют кислотные свойства;

б) с повышением степени окисления атома *d*-металла основные свойства его оксида усиливаются;

в) оксиды всех *d*-металлов не реагируют с водой;

г) у оксида хрома(III) кислотные свойства выражены слабее, чем у оксида хрома(VI);

д) гидроксид железа(II) проявляет основные свойства;

е) оксид марганца(VI) является кислотным оксидом марганцевой кислоты;

ж) с повышением степени окисления атома хрома кислотные свойства его оксидов усиливаются;

з) оксиды и гидроксиды хрома(III) и марганца(IV) проявляют амфотерные свойства;

и) атомы марганца и хрома в высшей степени окисления образуют соли, в которых они входят в состав анионов.

1434. *Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза следующих солей: сульфат железа(III), хлорид цинка, нитрат хрома(III), ацетат меди(II), йодид марганца(II). Укажите реакцию среды в каждом из растворов.

1435. *Для каждой пары укажите, какая из солей в водном растворе будет подвергаться гидролизу в большей степени при прочих равных условиях:

а) CrCl_3 — CrCl_2 ;

г) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ — $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3$;

б) KMnO_4 — K_2MnO_4 ;

д) TiBr_3 — TiBr_4 ;

в) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ — FeSO_4 ;

е) NaCrO_2 — Na_2CrO_4 .

1436. *Укажите пары веществ, для которых соотношение их кислотных свойств указано верно:

а) $\text{MnO}_2 > \text{MnO}$;

г) $\text{FeO} < \text{Fe}_2\text{O}_3$;

б) $\text{CrO} > \text{Cr}_2\text{O}_3$;

д) $\text{V}_2\text{O}_5 < \text{VO}_2$;

в) $\text{Mn}_2\text{O}_7 > \text{MnO}_2$;

е) $\text{CoO} < \text{Co}_2\text{O}_3$.

1437. *Смесь, состоящую из равных по массе навесок оксида хрома(III) и карбоната кальция, прокалили при высокой температуре. Рассчитайте, во сколько раз увеличилась массовая доля хрома в смеси после прокалывания по сравнению с исходной.

1438. *К раствору массой 100 г с массовой долей карбоната калия 10,0 % прибавили раствор массой 100 г с

массовой долей сульфата хрома(III) 10,0 %. Рассчитайте массовую долю сульфата калия в полученном растворе.

§ 49. Железо и его соединения

1439. Укажите верные утверждения:

- а) в невозбуждённом состоянии атом железа имеет 4 неспаренных электрона;
- б) на внешнем энергетическом уровне атом железа имеет 3 электрона;
- в) железо — самый распространённый металл в земной коре;
- г) железо и сплавы на его основе обладают ферромагнитными свойствами;
- д) сульфат железа(III) получают растворением железа в разбавленной серной кислоте;
- е) при сгорании железа в кислороде образуется железная окалина Fe_3O_4 ;
- ж) железо — тяжёлый и тугоплавкий металл;
- з) во влажном воздухе железо подвергается коррозии;
- и) при нагревании железо реагирует с водородом и кислородом.

1440. Составьте электронно-графическую формулу катионов железа Fe^{2+} и Fe^{3+} .

1441. Определите степень окисления атома железа в соединениях:

- а) FeCl_2 , Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$;
- б) K_2FeO_4 , FeCl_3 , FeOOH ;
- в) Fe_3O_4 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$;
- г) $\text{K}[\text{Fe}(\text{NH}_3)_2(\text{CN})_4]$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]^-$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

1442. Составьте уравнения электролитической диссоциации следующих солей в водном растворе: FeCl_2 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeOHSO_4 , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

1443. Определите вещество X:

- а) $2\text{Fe} + \text{O}_2 = 2\text{A}$;
- б) $\text{A} + \text{CO} = \text{B} + \text{CO}_2$;
- в) $2\text{B} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{X}$.

1444. В какой последовательности осуществляется восстановление оксидов железа при его промышленном получении:

- а) $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$;
- б) $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$;
- в) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$;
- г) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$?

1445. Как нужно изменить условия (температуру, давление) в системах, в которых протекают химические реакции:

- а) $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв})} + \text{CO}_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})} - Q$;
- б) $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв})} + \text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} - Q$,

чтобы химическое равновесие сместить вправо?

1446. Укажите верные утверждения:

- а) контакт железа с золотом замедляет процесс коррозии;
- б) для защиты железа от коррозии его покрывают слоем более активного металла — кальция;
- в) в воде, не содержащей растворённого кислорода, коррозия железа протекает очень медленно;
- г) состав ржавчины можно выразить формулой $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$;
- д) наличие в атмосфере паров бромоводорода усиливает коррозию железа;
- е) в одинаковых внешних условиях отполированная железная деталь ржавеет быстрее, чем неотполированная;
- ж) для защиты от коррозии в состав стали вводят добавки хрома и никеля.

1447. Для защиты швейных иголок от коррозии было предложено покрывать их золотом. Из-за дороговизны золота его слой был очень тонким. Однако вскоре обнаружилось, что позолота не приводит к желаемому эффекту и через некоторое время иголки начинали ржаветь. Как вы думаете почему?

1448. При уменьшении размеров частиц химические свойства веществ могут существенно изменяться. Так, например, железо в компактном состоянии (т. е. в виде массивного куска) достаточно устойчиво в сухом воздухе. Однако то же железо, будучи раздробленным до очень

маленьких частиц («пирофорное железо»), способно самовозгораться при контакте с воздухом при комнатной температуре. Попробуйте объяснить, с чем может быть связано такое значительное изменение свойств железа.

1449. По отношению к каким ионам железо может выступать в качестве восстановителя: Ag^+ , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} ? Приведите ионные уравнения протекающих реакций.

1450. Железную деталь поместили в цилиндр с водой, объём вытесненной воды составил $23,7 \text{ см}^3$. Рассчитайте массу железной детали.

1451. Железо массой $15,6 \text{ г}$ полностью прореагировало с хлором. Образовавшуюся соль растворили в воде и затем к полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия, а выпавший при этом осадок отделили и прокалили. Рассчитайте массу твёрдого остатка, полученного после прокаливания.

1452. Над раскалёнными железными опилками массой $30,8 \text{ г}$ пропустили избыток водяного пара. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося водорода, если его выход равен $76,6 \%$.

1453. Смесь железа и оксида железа(III) полностью прореагировала с хлором объёмом (н. у.) $2,24 \text{ дм}^3$. На полное растворение такого же образца была затрачена соляная кислота массой 100 г с массовой долей хлороводорода $14,6 \%$. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.

1454. Оксид железа массой $2,32 \text{ г}$ полностью прореагировал с угарным газом массой $1,12 \text{ г}$. В результате реакции было получено металлическое железо. Установите формулу оксида.

1455. Над нагретым образцом оксида железа(II, III) пропустили водород. После охлаждения образца его масса оказалась на $12,6 \%$ меньше исходной. Во сколько раз изменилась массовая доля железа в образце в результате этого эксперимента?

1456. *Сплав железа и цинка растворили в избытке соляной кислоты. По завершении реакции масса солей в растворе оказалась на $7,30 \text{ г}$ больше массы исходного сплава.

Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося в результате реакции водорода.

1457. *Железные опилки массой 2,30 г опустили в раствор массой 200 г, содержащий нитрат натрия, нитрат меди(II) и нитрат серебра, массовые доли которых соответственно равны 5,0; 3,2; 2,5 %. Рассчитайте суммарную массу полученных металлов.

1458. *Массовая доля металла в составе смеси, состоящей из равных химических количеств оксида металла и его хлорида, равна 58,54 %. Металл в оксиде проявляет степень окисления +3, а в хлориде — +2. Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси.

1459. *Смесь оксида железа(II) и оксида железа(III) длительное время нагревали на воздухе. При этом её масса увеличилась на 2,66 % по сравнению с исходной. Рассчитайте массовую долю оксида железа(II) в исходной смеси.

1460. *Смесь массой 9,34 г, состоящую из порошков железа и меди, поместили в трубчатую печь и длительное время нагревали в токе сухого хлора. Полученный твёрдый продукт массой 19,67 г поместили в мерную колбу объёмом 250 см³, содержащую 100 см³ 36,0%-ной соляной кислоты плотностью 1180 г/дм³. После полного растворения твёрдого продукта раствор разбавили до метки дистиллированной водой, причём образовавшийся раствор имел плотность 1196 г/дм³. В стакан поместили порцию приготовленного раствора объёмом 50,0 см³ и внесли железную пластинку массой 35,54 г. Через некоторое время пластинку вынули из раствора, промыли дистиллированной водой и взвесили. Масса пластинки оказалась равна 32,20 г. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси металлов, приняв во внимание, что потери конечного продукта хлорирования при извлечении из печи составили 5,46 %. Установите качественный состав раствора в стакане после окончания эксперимента и рассчитайте массовую долю соли железа в нём.

§ 50. Важнейшие соединения железа

1461. Укажите верные утверждения:

а) при взаимодействии оксида железа(II) с концентрированной азотной кислотой образуется нитрат железа(II);

б) оксид и гидроксид железа(II) обладают основными свойствами;

в) влажный гидроксид железа(II) легко окисляется кислородом воздуха;

г) гидроксид железа(III) реагирует с кислотами, но не реагирует со щелочами;

д) при прокаливании гидроксида железа(II) на воздухе образуется оксид железа(II);

е) ферриты — это соли, в состав аниона которых входит железо(III);

ж) железо входит в состав хлорофилла;

з) формульная единица оксида железа(II, III) состоит из 7 атомов.

1462. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и составьте молекулярные уравнения соответствующих реакций:

а) $? + ? \rightarrow \text{FeCl}_3$;

б) $\text{NaOH} + ? \rightarrow \text{NaFeO}_2 + ?$;

в) $\text{Al} + ? \rightarrow \text{Fe} + ?$;

г) $? \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$;

д) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + ? + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$;

е) $? \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + ? + \text{NO}_2$;

ж) $? + ? \rightarrow \text{CO}_2 + \text{FeO}$;

з) $? + ? \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

1463. Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$;

б) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;

в) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KFeO}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2$;

г) $\text{FeS} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$.

1464. Массовая доля воды в составе ржавчины равна 31,03 %. Какое число молекул воды приходится на 100 формульных единиц оксида железа(III) в этом образце ржавчины?

1465. Из хромистого железняка FeCr_2O_4 при полном восстановлении коксом был получен сплав железа с хромом — феррохром. Рассчитайте массовую долю хрома в полученном сплаве.

1466. Какой объём водорода (н. у.) необходимо затратить на полное восстановление железа из железняка массой 350 г, массовая доля Fe_2O_3 в котором равна 72 %?

1467. Рассчитайте массовую долю железа в составе лунного минерала пироксферрита $\text{CaFe}_6(\text{SiO}_3)_7$.

1468. Кристаллогидрат сульфата железа(II) массой 6,95 г растворили в воде массой 43,05 г. Массовая доля сульфата железа(II) в полученном растворе оказалась равна 0,076. Установите формулу кристаллогидрата.

1469. Какой объём (н. у.) оксида углерода(II) потребуется для полного восстановления оксида железа(III) массой 250 т?

1470. Гемоглобин является железосодержащим белком. Основная его функция — перенос кислорода с током крови. Эмпирическая формула гемоглобина — $(\text{C}_{759}\text{H}_{1208}\text{N}_{210}\text{S}_2\text{O}_{204}\text{Fe})_4$. Рассчитайте, какая масса железа содержится в гемоглобине массой 68 г.

1471. *Какую массу чугуна с массовой долей углерода 3,52 % можно получить при взаимодействии оксида железа(III) массой 160 г с коксом массой 20 г, в котором массовая доля углерода составляет 95,2 %, если практический выход железа равен 96,6 %, а в реакции образуется оксид углерода(II)?

1472. *Существует легенда, в которой говорится что один прекрасный юноша подарил своей возлюбленной обручальное кольцо, сделанное из железа. Но железо было не простое: юноша выделил его из своей крови. Рассчитайте, какой объём крови потребовался бы юноше для получения железа массой 2,50 г. Содержание гемоглобина в крови у

юношей в среднем составляет 150 г/дм^3 . Примите молярную массу гемоглобина человека равной $66\,560 \text{ г/моль}$. В составе одной молекулы гемоглобина содержится 4 атома железа.

1473. *Древние африканские металлурги получали чугуны, содержащий $3,50 \%$ углерода, в печах из местной железной руды, в состав которой входил магнетит Fe_3O_4 , и древесного угля, который они производили непосредственно рядом с печами из древесины. Рассчитайте, какая масса руды, содержащей 76% магнетита, необходима для выплавки 1 т чугуна. Какой объём древесины ($\rho = 890 \text{ кг/м}^3$) нужно срубить для этого, если 1 т углерода в виде древесного угля (окисляется до CO) получается из $2,6 \text{ т}$ древесины? Какой объём оксида серы(IV) попадёт в процессе выплавки 350 т чугуна в атмосферу, если железная руда содержит $0,90 \%$ серы по массе?

§ 50.1. *Соединения хрома в различных степенях окисления

1474. *Укажите верные утверждения:

- а) на внешнем энергетическом уровне атома хрома содержится 2 электрона;
- б) максимальная степень окисления атома хрома равна $+6$;
- в) $3d$ -подуровень в атоме хрома заполнен наполовину;
- г) степень окисления хрома в хромистом железняке равна $+6$;
- д) жёлтую окраску водному раствору хромата калия K_2CrO_4 придают ионы калия K^+ ;
- е) формула дихромата натрия — $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- ж) оксид хрома(VI) является кислотным оксидом хромовой и дихромовой кислот.

1475. *Какие степени окисления хром проявляет в соединениях? Приведите химические формулы двух соединений для каждой из них и назовите приведённые вами вещества.

1476. *Составьте молекулярные уравнения химических реакций, протекающих при:

- а) растворении хрома в соляной кислоте;
- б) растворении хрома в концентрированной серной кислоте при нагревании;
- в) растворении хрома в большом избытке водного раствора гидроксида калия;
- г) сплавлении при высокой температуре гидроксида бария с оксидом хрома(III);
- д) нагревании смеси оксида хрома(III) с магнием;
- е) растворении хромита натрия в избытке соляной кислоты.

1477. *Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{CrCl}_2 \rightarrow \text{Cr(OH)}_2 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \rightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- б) $\text{Na[Cr(OH)}_4] \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr(OH)}_6] \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 \rightarrow \text{CrOOH} \rightarrow \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4$;
- в) $\text{Cr} \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr(OH)}_6] \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{Cr(NO}_3)_3 \rightarrow \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}$;
- г) $\text{CrO} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2 \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 \rightarrow \text{BaCrO}_4 \rightarrow \text{CrO}_3 \rightarrow \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- д) $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4$;
- е) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr(OH)SO}_4 \rightarrow [\text{Cr(OH)}_2]_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 \rightarrow \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{CrCl}_2$;
- ж) $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrSO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 \rightarrow \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr(OH)}_6]$;
- з) $\text{Fe(CrO}_2)_2 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

1478. *Хромовый железняк, или хромит, является природным минералом. Массовые доли железа и кислорода в нём соответственно равны 24,95 и 28,60 %. Восстанавливая хромит коксом при высокой температуре, получают феррохром — сплав железа с хромом, который широко используется в металлургии для легирования сталей. Установите формулу хромового железняка. Чему равна массовая доля железа в получающемся феррохроме? Приведите уравнения

химических реакций, протекающих при растворении феррохрома в соляной кислоте и его хлорировании при нагревании.

1479. *Массовая доля хрома в образце нержавеющей стали равна 18 %, никеля — 24 %. Соляная кислота какого объема с массовой долей хлороводорода 16 % и плотностью $1,078 \text{ г/см}^3$ необходима для растворения такого образца нержавеющей стали массой 0,40 кг? Примите, что кислота нужна в двукратном избытке по сравнению с теоретическим количеством.

1480. *Феррохром — это сплав железа с хромом, который можно получить при восстановлении смеси, содержащей оксид хрома(III) и магнетит. Какую массу оксида хрома(III) следует добавить к 1,85 т железной руды, содержащей магнетит и 12,4 % пустой породы, чтобы при восстановлении получить феррохром с массовой долей хрома 34,4 %?

§ 50.2. *Соединения марганца в различных степенях окисления

1481. *Укажите верные утверждения:

а) все валентные электроны атома марганца расположены на внешнем энергетическом слое;

б) максимальная степень окисления марганца равна номеру периода, в котором он расположен;

в) розовую окраску разбавленному водному раствору перманганата натрия придают анионы MnO_4^{2-} ;

г) внешний энергетический уровень атома марганца имеет конфигурацию $4s^2$;

д) формульная единица перманганата бария состоит из 11 атомов;

е) массовая доля кислорода в высшем оксиде марганца равна 50,48 %;

ж) при действии концентрированной соляной кислоты на оксид марганца(II) при нагревании в лабораторных условиях можно получить хлор;

з) основным веществом минерала пиролюзита является оксид марганца(IV);

и) для получения азота в лабораторных условиях используют перманганат калия.

1482. *Марганец проявляет в соединениях степени окисления от +2 до +7. Приведите по одной формуле соединений, в которых атом марганца имеет указанные степени окисления.

1483. *Приведите молекулярные уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) $\text{Mn} \rightarrow \text{MnO} \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 \rightarrow \text{MnOOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4$;

б) $\text{NaMnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_3\text{MnO}_4 \rightarrow \text{Mn(NO}_3)_2$;

в) $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2$;

г) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{MnCO}_3 \rightarrow \text{MnOOH} \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3$;

д) $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{MnO} \rightarrow \text{K}_3\text{MnO}_4$;

е) $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}$.

1484. *При нагревании образца перманганата калия его масса уменьшилась на 5,56 % по сравнению с исходной. Чему равна степень разложения перманганата калия в этом эксперименте?

1485. *Навеску перманганата калия массой 12,2 г обработали раствором массой 45,5 г с массовой долей хлороводорода 36,0 %. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося при этом газа, если его практический выход равен 66,4 %.

1486. *Одним из природных минералов марганца является манганит. Массовая доля марганца в нём равна 62,47 %, водорода — 1,15 %, остальное — кислород. Марганец из манганита получают в электропечах методом алюмотермии. Ещё одним природным минералом марганца является гаусманит. Массовая доля марганца в гаусманите равна 72,03 %, остальное — кислород. Установите формулы манганита и гаусманита и укажите степени окисления марганца в них. Какая масса руды, содержащей 95,0 % манганита,

необходима для получения 10,0 т марганца, если его выход составляет 96,6 % ?

§50.3. *Применение и биологическая роль металлов В-групп и их соединений

1487. *Укажите верные утверждения:

- а) кадмий является очень важным микроэлементом для человека;
- б) в организме человека цинк входит в состав примерно 50 ферментов;
- в) в состав бронзы входят медь и цинк;
- г) при выплавке нержавеющей стали используют хром и никель;
- д) цинкование железных изделий позволяет уменьшить их коррозию;
- е) никель используется для нанесения декоративных покрытий на сталь;
- ж) в состав молекулы витамина B12 (он называется цианкобаламин) входят атомы молибдена;
- з) соединения ртути очень токсичны для человека.

1488. *При полном восстановлении образца оксида железа(III) получили железо и смесь угарного и углекислого газов объёмом (н. у.) 14,2 дм³, в которой массовая доля кислорода равна 65,0 %. Рассчитайте массу полученного железа.

1489. *В результате восстановления образца оксида железа углеродом образовалось железо массой 16,8 г, а также смесь угарного и углекислого газов объёмом (н. у.) 6,72 дм³, в которой массовая доля кислорода равна 64,0 %. Установите формулу оксида железа в образце.

1490. *Самой высокотемпературной керамикой в настоящее время является $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$, для которой температура перехода в сверхпроводящее состояние равна примерно 135 К (или -138°C). Для её получения смешивают ряд подходящих соединений (или растворов). Полученную смесь (шихту) высушивают, а затем прокаливают при

определённой температуре. Считая, что в вашем распоряжении имеются твёрдые BaCO_3 , CaCO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и раствор $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ с массовой долей 5,12 % (плотность 1,14 г/см³), рассчитайте, какие навески солей и какой объём раствора необходимы для получения 120 г керамики состава $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$. Приведите молекулярные уравнения реакций, которые могут протекать при прокаливании каждой из указанных выше солей. Приведите суммарное уравнение реакции, протекающей при получении керамики.

1491. *Витамины являются важными компонентами пищи и обеспечивают нормальное протекание многих биологических процессов. Одним из представителей витаминов является витамин B12 (цианкобаламин). Его химическая формула: $\text{C}_{63}\text{H}_{88}\text{CoN}_{14}\text{O}_{14}\text{P}$. Ежедневная потребность человека в витамине B12 составляет примерно 2 мкг. Рассчитайте, какое число атомов кобальта содержится в порции витамина B12, покрывающей потребность в нём 10 человек в течение одной недели.



ГЛАВА 8.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

§ 51. Роль химии в развитии цивилизации

1492. Укажите верные утверждения:

а) цитата «Широко простирает химия руки свои в дела человеческие» принадлежит Д. И. Менделееву;

б) все известные в настоящее время химические вещества были найдены в природных объектах;

в) предшественницей химии является алхимия;

г) химики давно расшифровали состав «философского камня»;

д) крупнотоннажными неорганическими веществами являются хлор, карбонат натрия, хлорная кислота;

е) серу, оксид кремния(IV), сульфат натрия для химической промышленности добывают в природе в виде минералов;

ж) для производства цемента, стекла и аммиачной селитры необходим кварцевый песок;

з) исходным сырьём для производства аммиачной селитры являются азот, кислород, метан и вода;

и) бутылки для газированных напитков и воды изготавливают в основном из полиэтилентерефталата (ПЭТФ);

к) аспирин является сложным эфиром салициловой и уксусной кислот.

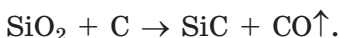
1493. Приведите по пять примеров простых и сложных веществ, с которыми вам приходится сталкиваться в повседневной жизни, и назовите их. Какие из них используются в чистом виде, а какие входят в состав смесей?

1494. Какие из перечисленных веществ производятся в промышленных масштабах в огромных количествах на химических предприятиях: кальцинированная сода, сульфат

калия, уксусная кислота, сернистая кислота, метан, винилхлорид, стирол, бензол? Приведите формулы этих веществ.

1495. Кислород на нашей планете образуется в результате одного единственного процесса. Назовите его и приведите суммарное уравнение, являющееся результатом большого числа элементарных процессов. Приведите пять примеров процессов, в которых расходуется кислород. Какой из них требует наибольшего количества кислорода?

1496. Соединение кремния с углеродом — карборунд SiC — по твёрдости близок к алмазу. Поэтому его используют для изготовления точильных камней и шлифовальных кругов. В промышленности карборунд получают в электропечах из песка и кокса:



Какую массу чистого кварцевого песка и кокса с массовой долей углерода 94,0 % необходимо взять, чтобы получить карборунд массой 450 кг?

1497. В промышленности кремний получают в электропечах при высокой температуре из кварцевого песка и кокса:



Какую массу кварцевого песка и кокса с массовой долей углерода 95,0 % необходимо взять, чтобы получить кремний массой 280 кг, если производственные потери составляют 10,0 %?

1498. Оксид серы(IV) используется для дезинфекции помещений. Какой максимальный объём (н. у.) оксида серы(IV) можно получить при сжигании серы массой 3,60 кг в избытке кислорода?

1499. Для среднего школьника старшего класса суточная потребность в энергии составляет 2400 ккал (1 кал = = 4,19 Дж). Приняв, что вся суточная потребность в энергии выделяется в результате полного окисления глюкозы кислородом воздуха, рассчитайте, какой объём (н. у.) воздуха (21 % кислорода по объёму) необходим старшекласснику в сутки. При полном окислении глюкозы массой 18 г кислородом выделяется 280 кДж энергии.

1500. Какое количество тепла выделится и какой объём (н. у.) кислорода будет затрачен при сгорании угля массой 5,50 кг с массовой долей углерода 0,950, если при сгорании 1 моль углерода выделяется 393,5 кДж теплоты?

1501. Пероксид водорода широко используется в повседневной жизни. Однако это вещество постепенно разлагается с образованием воды и кислорода. Раствор массой 100 г с массовой долей пероксида водорода 30 % в результате хранения стал легче на 3,20 г. Рассчитайте массовую долю пероксида водорода в растворе, полученном в результате хранения.

1502. В одном из рецептов маринования грибов говорится, что для приготовления маринада объёмом 1 дм³ следует взять одну чайную ложку (5,0 г) уксусной эссенции с массовой долей уксусной кислоты 70 %. Рассчитайте молярную концентрацию уксусной кислоты в маринаде.

1503. Для предотвращения кариеса во многие зубные пасты добавляют фторид натрия. Какую массу фторида натрия нужно взять для приготовления зубной пасты массой 300 кг с массовой долей фторида натрия 0,10 %?

1504. В организме взрослого человека содержится около 1,50 кг кальция. Кальций главным образом содержится в составе фосфата кальция, который входит в состав костей и зубов, придавая им твёрдость. Рассчитайте массу фосфата кальция в организме человека.

1505. Поступление с пищей йода в организм необходимо для синтеза гормонов щитовидной железы трийодтиронина и тироксина. При недостатке йода в продуктах питания может наблюдаться увеличение щитовидной железы — простой зоб. Развитие зоба легко предупредить. С этой целью в поваренную соль добавляют йодид калия. Йодированная поваренная пищевая соль «Полесье» содержит около 40 мг йодида калия на 1 кг соли. Рассчитайте химическое количество тироксина, для синтеза которого достаточно йода, содержащегося в 1 кг соли «Полесье». Учтите, что в состав молекулы тироксина входит 4 атома йода.

1506. Раньше для йодирования поваренной соли использовали йодид натрия или калия. Однако при длительном

хранении такой соли на воздухе эффект йодирования исчезал. В настоящее время йодирование осуществляют с помощью йодата калия KIO_3 . Кратко поясните, почему при использовании йодидов эффект исчезал через некоторое время. Рассчитайте, какую массу йодата калия следует использовать для йодирования поваренной соли вместо йодида натрия массой 100 мг.

1507. Пероксид натрия применяют на подводных лодках для поглощения углекислого газа, образующегося при дыхании членов экипажа. Поглощение углекислого газа пероксидом натрия сопровождается выделением кислорода и образованием карбоната натрия. Рассчитайте, какая масса пероксида натрия потребуется для связывания углекислого газа, выдыхаемого в течение суток командой из 100 человек на подводной лодке, если известно, что взрослый мужчина в среднем в течение часа выдыхает CO_2 объёмом (н. у.) 20 дм^3 .

1508. Женщины Востока уже тысячи лет назад подкрашивали веки в голубой цвет толчёной бирюзой. Бирюза имеет состав $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массовую долю алюминия в составе этого минерала.

1509. Препараты для лечения пациентов, страдающих от недостатка железа, содержат гептагидрат сульфата железа(II). Какая масса железа поступает в организм при приёме таблетки, содержащей указанную соль массой 500 мг?

1510. Многие химические вещества используются в быту для самых различных целей. У большинства из вас дома имеются: в аптечке — марганцовка, борная кислота, перекись водорода, на даче — аммиачная селитра, медный купорос, на кухне — уксус, питьевая сода. Приведите формулы и химические названия указанных веществ. Что происходит при нагревании каждого из них? Между какими из них возможны химические реакции? Приведите уравнения соответствующих реакций.

§ 51.1. *Химия и сельское хозяйство

1511. *Какие положительные и какие отрицательные последствия имеет использование современных достижений химии в сельском хозяйстве?

1512. *Приведите по три химических элемента, которые относятся к микроэлементам и макроэлементам.

1513. *Приведите формулы трёх веществ, которые используются для снижения кислотности почв. Какие химические реакции протекают в почве после их внесения?

1514. *Какой объём (н. у.) кислорода выделился в результате фотосинтеза, если зелёные растения поглотили углекислый газ массой 100 кг?

1515. *Массовая доля азота в образце аммофоса равна 18,4 %. Какая масса такого образца аммофоса необходима для внесения в почву фосфора массой 100 г?

1516. *За один солнечный день 1 гектар леса выделяет примерно 190 кг кислорода. Рассчитайте массу каменного угля, при сгорании которого выделится такой же объём (н. у.) углекислого газа, какой поглощает лес площадью 100 га за один солнечный день, если содержание негорючих примесей в угле составляет 13,6 %.

1517. *Для нормального развития карпа в воде объёмом 1 дм³ должно содержаться не менее 4,0 мг кислорода. Рассчитайте, какая минимальная масса кислорода для выращивания карпа должна содержаться в бассейне, длина которого равна 40 м, ширина — 10 м, глубина — 1,5 м. Какой объём занимает этот кислород при н. у.?

1518. *Раствор сульфата меди(II) является эффективным средством для борьбы с заболеваниями растений. Рассчитайте, какую массу медного купороса нужно добавить к раствору сульфата меди(II) массой 20 кг с массовой долей 0,50 %, чтобы получить раствор с массовой долей соли 1,0 %.

1519. *Для внесения азота и фосфора в почву использовали смесь аммофоса и аммиачной селитры. Рассчитайте массу смеси, которая необходима для внесения в почву азота массой 5,56 кг и фосфора массой 2,66 кг, если массовая доля азота в аммофосе составляет 16,8 %.

1520. *Содержание фосфора в фосфорных удобрениях принято выражать с помощью массовой доли оксида фосфора(V) в них. Рассчитайте, удобрению с какой массовой долей P_2O_5 соответствует питательная смесь, состоящая из 200 г аммофоса с массовой долей азота 18,8 % и 100 г мочевины.

1521. *Гашёную известь $Ca(OH)_2$ используют для нейтрализации кислых почв. Какую массу гашёной извести можно получить из мела массой 200 кг с массовой долей $CaCO_3$ 97 %?

1522. *Массовая доля азота в составе минерального удобрения «Сульфат аммония» равна 20,6 %. Рассчитайте массовую долю примесей в этом удобрении.

1523. *Одним из компонентов высокоселективных средств борьбы с сорняками является вещество «Феноксапроп-П-этил», в молекуле которого содержится по одному атому хлора и азота, а массовые доли углерода, кислорода и водорода соответственно равны 59,76; 22,11; 4,458 %. Установите молекулярную формулу этого вещества.

§ 52. Химическая промышленность Республики Беларусь в интересах устойчивого развития страны

1524. Укажите верные утверждения:

- а) мочевина — эффективное фосфорное удобрение;
- б) основным веществом калийной соли является хлорид калия;
- в) силвинит состоит из хлоридов натрия и кальция;
- г) для производства автомобильных шин необходимы каучук, сера и сажа;
- д) мазут получают из природного газа;
- е) основными продуктами переработки нефти являются бензин и керосин;
- ж) суперфосфат — фосфорное удобрение;
- з) полиэтилен добывают из природных источников;
- и) пигментами в красках могут быть неорганические соединения.

1525. Определите, в каком случае город, в котором производится соответствующий продукт, указан верно:

- а) аммиачная селитра — Витебск;
- б) аммофос — Гомель;
- в) автомобильные шины — Бобруйск;
- г) азотная кислота — Гродно;
- д) стекловолокно — Светлогорск;
- е) калийная соль — Мозырь;
- ж) бензин, керосин, мазут — Новополоцк;
- з) полиэфирные волокна — Брест;
- и) углеродное волокно — Могилёв;
- к) лаки и краски — Лида.

1526. Какими веществами можно заменить недостаток белков в корме животных? Приведите название и формулу одного такого вещества.

1527. Какие массы меди, олова и цинка нужно взять для приготовления бронзы массой 300 кг, если массовые доли указанных металлов соответственно равны 85, 12, 3 %?

1528. Бронзами называются сплавы на основе меди, содержащие небольшие количества других металлов, кроме цинка. Разнообразные бронзы нашли широкое применение в промышленности. Например, бериллиевая бронза применяется в приборостроении для изготовления пружин, мембран и т. п. В одном из составов бериллиевой бронзы на 1800 атомов меди приходится 69 атомов бериллия и 10 атомов никеля. Рассчитайте массовую долю бериллия в бериллиевой бронзе. Каким типом химической связи связаны атомы меди и бериллия в бронзе?

§ 53. Охрана окружающей среды от вредного воздействия химических веществ. «Зелёная химия»

1529. Как на экологию влияет развитие промышленности? Что необходимо сделать, чтобы снизить негативное влияние промышленных предприятий на окружающую среду?

1530. Какие промышленные предприятия находятся в вашем населённом пункте? Какие отходы и выбросы

образуются в результате работы этих предприятий? На ваш взгляд, как они влияют на экологическое состояние вашей местности?

1531. Как вы думаете, почему следует уделять большое внимание проектированию и использованию очистных сооружений?

1532. Какие вредные вещества попадают в окружающую среду при эксплуатации автомобилей? Как бороться с такими загрязнениями?

1533. Какие способы переработки бытового мусора вы знаете? Кратко опишите каждый из них.

1534. Какое влияние имеет химия на развитие современной промышленности? Дайте развёрнутый ответ.

1535. На ваш взгляд, почему в настоящее время при проектировании и строительстве новых производств предпочтение отдаётся энергосберегающим технологиям?

1536. Какие виды альтернативных источников энергии вы знаете? В чём преимущества и недостатки каждого из них?

1537. В каких областях промышленности используются химические процессы? Приведите примеры.

1538. Какие из следующих процессов протекают со 100%-ной атомной эффективностью:

- а) синтез аммиака в промышленных условиях;
- б) получение железа из магнитного железняка в доменном процессе;
- в) получение аммиачной селитры в промышленности;
- г) окисление сернистого газа до оксида серы(VI);
- д) получение хлора в лаборатории из марганцовки и соляной кислоты;
- е) синтез метанола из синтез-газа;
- ж) получение водорода из воды методом электролиза;
- з) получение аммофоса в промышленности?

1539. Какое значение имеет химия для развития медицины? Возможен ли прогресс в этой области без научных достижений в химии? Ответ поясните.

1540. Углекислый газ используется в огнетушителях для тушения пожаров. Можно ли для этих целей использовать

угарный газ? Кратко поясните свой ответ. Почему для этих целей не используют азот?

1541. Получение титана из оксидных руд проводят в две стадии. Сначала оксид титана(IV) нагревают в присутствии кокса в токе хлора при температуре 800–1000 °С. В результате реакции образуются хлорид титана(IV) и угарный газ. Затем хлорид титана(IV) восстанавливают расплавленным магнием. Какую массу титана можно получить из 40 т руды, массовая доля TiO_2 в которой равна 93,3 %, если выход на первой стадии равен 88,2 %, на второй — 92,8 %?

1542. Для получения меди руду, содержащую оксид меди(II), обрабатывают избытком серной кислоты. Затем медь из раствора осаждают с помощью железных стружек. Составьте уравнения описанных реакций. Рассчитайте, какую максимальную массу меди можно получить из руды массой 35,5 т, массовая доля оксида меди(II) в которой составляет 86,6 %, а производственные потери — 5,88 %.

1543. У японцев и китайцев гриб шиитакэ называют «гриб-император». Этот гриб ценится наравне с женьшенем и содержит в своём составе микро- и макроэлементы, белки, жирные кислоты, полисахариды, витамин D. Его химический состав по микро- и макроэлементам: медь — 12,0 мкг/г; железо — 67,0 мкг/г; цинк — 83,0 мкг/г; азот — 25,0 мг/г; фосфор — 12,3 мг/г; калий — 30,0 мг/г; натрий — 0,4 мг/г; кальций — 0,4 мг/г; магний — 3,0 мг/г. Рассчитайте суммарную массу металлов в грибах массой 5,00 кг. Суточная потребность в магнии для человека в среднем составляет 300 мг. В грибах шиитакэ какой массы содержится магний, соответствующий суточной потребности?

1544. *Сплав двух металлов А и Б не растворяется в разбавленной серной кислоте, но растворяется в концентрированной. Сплав легко растворяется в азотной кислоте. И в первом, и во втором случаях при растворении выделяются газообразные продукты реакции и образуется голубой раствор, содержащий вещества В, Г и Д, Е соответственно. При добавлении поваренной соли к полученным растворам в обоих случаях выпадает белый творожистый осадок Ж, быстро темнеющий на свету. Установите, какие вещества

зашифрованы буквами А–Ж. Какого раствора азотной кислоты — разбавленного или концентрированного — потребуется меньше для растворения навески исходного сплава? Дайте необходимые пояснения. Существует ли у второго элемента сплава соединение, аналогичное Ж? Какова его формула и как его можно получить в лабораторных условиях?

1545. *Металлический кубик размером $1\text{ см} \times 1\text{ см} \times 1\text{ см}$ состоит из сплава, в котором на каждый атом магния приходится 3 атома алюминия. Кубик был полностью сожжён в избытке кислорода. При этом масса твёрдых продуктов реакции составила 5,66 г. Рассчитайте массу кубика. Раствор серной кислоты какого объёма с массовой долей 2,50 % и плотностью $1,02\text{ г/см}^3$ потребуется для полного растворения кубика? Какое число молекул газа выделится при этом?

1546. *Существует множество различных видов спичек, отличающихся друг от друга. По материалу спичечной палочки их можно подразделить на деревянные, картонные и восковые, по способу зажигания — на тёрочные (зажигающиеся при трении о специальную поверхность) и бестёрочные (зажигающиеся при трении о любую поверхность). Тёрочные спички являются основным видом спичек во всём мире. Ниже в таблице представлен химический состав головки спички и «тёрки» — поверхности, о которую зажигают спички.

Состав головки спички, в % по массе	Состав «тёрки», в % по массе
Бертолетова соль — 46,5	Красный фосфор — 30,8
Сера — 4,2	Сульфид сурьмы(III) — 41,8
Свинцовый сурик Pb_3O_4 — 15,3	Оксид железа(III) — 12,8
Дихромат калия — 1,5	Мел — 2,6
Оксид цинка — 3,8	Оксид цинка — 1,5
Стекло молотое — 17,2	Стекло молотое — 3,8
Клей костяной — 11,5	Клей костяной — 6,7

Рассчитайте массовую долю хрома и свинца в составе головки спички.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Символ	Величина
Постоянная Авогадро	N_A	$6,0221367 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Постоянная Больцмана	k	$1,380658 \cdot 10^{-23}$ Дж · К ⁻¹
Постоянная Фарадея	F	96485,309 Кл · моль ⁻¹
Постоянная Планка	h	$6,6620755 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
Универсальная газовая постоянная	R	$8,314510$ Дж · К ⁻¹ · моль ⁻¹
Скорость света в вакууме	c	$2,99792458 \cdot 10^8$ м · с ⁻¹
Масса покоя электрона	m_e	$9,1093897 \cdot 10^{-31}$ кг
Заряд электрона	e	$1,60217733 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя протона	m_p	$1,6726231 \cdot 10^{-27}$ кг
Масса покоя нейтрона	m_n	$1,6749286 \cdot 10^{-27}$ кг
Отношение длины окружности к диаметру круга	π	3,14159265359

Таблица 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское
10^{18}	экса	Е	Э
10^{15}	пета	Р	П
10^{12}	тера	Т	Т
10^9	гига	Г	Г
10^6	мега	М	М
10^3	кило	к	к
10^2	гекто	г	г

10^1	дека	da	да
10^{-1}	деци	d	д
10^{-2}	санتي	c	с
10^{-3}	милли	m	м
10^{-6}	микро	μ	мк
10^{-9}	нано	n	н
10^{-12}	пико	p	п
10^{-15}	фемто	f	ф
10^{-18}	атто	a	а

Таблица 3

Формулы и названия кислот и их солей

Кислота	Формула	Название солей
Борная (орто)	H_3BO_3	Бораты (орто)
Угольная	H_2CO_3	Карбонаты
Азотистая	HNO_2	Нитриты
Азотная	HNO_3	Нитраты
Фтороводородная	HF	Фториды
Кремниевая (мета)	H_2SiO_3	Силикаты (мета)
Кремниевая (орто)	H_4SiO_4	Силикаты (орто)
Фосфорная (орто)	H_3PO_4	Фосфаты (орто)
Фосфорная (мета)	HPO_3	Фосфаты (мета)
Дифосфорная (пирофосфорная)	$H_4P_2O_7$	Дифосфаты (пирофосфаты)
Сероводородная	H_2S	Сульфиды
Сернистая	H_2SO_3	Сульфиты
Серная	H_2SO_4	Сульфаты
Хлороводородная (соляная)	HCl	Хлориды

Марганцевая	HMnO_4	Перманганаты
Бромоводородная	HBr	Бромиды
Йодоводородная	HI	Йодиды

Таблица 4

**Формулы, систематические и тривиальные названия
некоторых веществ и их водных растворов**

Формула вещества	Систематическое название	Тривиальное название
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (водный раствор)	Гидрат аммиака	Нашатырный спирт (аммиачная вода)
NaHCO_3	Гидрокарбонат натрия	Питьевая сода
Na_2CO_3	Карбонат натрия	Кальцинированная сода
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Декагидрат карбоната натрия	Кристаллическая сода
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Декагидрат сульфата натрия	Глауберова соль
Al_2O_3	Оксид алюминия	Глинозём
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Гептагидрат сульфата магния	Горькая (английская) соль
Na_2SiO_3 (водный раствор)	Силикат натрия	Жидкое стекло
CaO	Оксид кальция	Негашёная известь
Ca(OH)_2	Гидроксид кальция	Гашёная известь
SO_2	Оксид серы(IV)	Сернистый газ
CO	Оксид углерода(II)	Угарный газ
SiO_2	Оксид кремния(IV)	Кварц, силикагель

Окончание таблицы 4

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Пентагидрат сульфата меди(II)	Медный купорос
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Гептагидрат сульфата железа(II)	Железный купорос
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Дигидрат сульфата кальция	Гипс
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	Полугидрат сульфата кальция	Алебастр
I_2 (водный раствор)	—	Йодная вода
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{SO}_3$	—	Олеум
K_2CO_3	Карбонат калия	Поташ
KClO_3	Хлорат калия	Бертолетова соль
HF (водный раствор)	Фтороводородная кислота	Плавиковая кислота
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (водный раствор)	Гидроксид кальция	Известковая вода

ОТВЕТЫ

18. $q(\text{Al}^{3+}) = +1,302 \cdot 10^5$ Кл.
19. $A_r(\text{O}) = 16,625$.
20. а) $m(^{15}\text{N}) = 2,49 \cdot 10^{-22}$ г;
б) $m(^{40}\text{K}) = 1,59 \cdot 10^{-21}$ г;
в) $m(^{31}\text{P}) = 2,99 \cdot 10^{-21}$ г;
г) $m(^{13}\text{C}) = 5,18 \cdot 10^{-21}$ г.
21. $N(\text{N}_2) = 400$.
22. $N(\text{O}) = 1531$.
23. $1\text{u} = 1,0 \cdot 10^{-22}$ г.
24. $\varphi(\text{O}_2) = 83,2$ % .
25. $\omega(\text{O}_2) = 10,1$ % .
26. $m(\text{чугун}) = 19,5$ кг.
27. $\omega(\text{CH}_4) = 35,5$ % ,
 $\varphi(\text{CH}_4) = 6,43$ % .
28. $N(\text{H}) : N(\text{O}) : N(\text{C}) =$
 $= 7,15 : 2,58 : 1,00$.
29. $\omega(\text{ZnO}) = 20,1$ % .
30. $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$.
31. $\omega(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 6,38$ % .
32. $\omega(\text{N}_2) = 77,8$ % ,
 $\omega(\text{NH}_3) = 22,2$ % .
44. $n(\text{Ba}) = 0,184$ моль,
 $n(\text{N}) = 0,368$ моль,
 $n(\text{O}) = 1,104$ моль.
45. $M(\text{Cl}) = 36,0$ г/моль.
46. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 36,04$ г.
47. $N(\text{O}) = 1,32 \cdot 10^{26}$.
48. Fe_3C .
49. NH_4HSO_4 .
50. CH_4O (метанол).
51. $m_a(\text{Au}) = 3,27 \cdot 10^{-22}$ г,
 $r_a(\text{Au}) = 1,59 \cdot 10^{-8}$ см.
52. S_8 .
53. $\rho(\text{Zn}) = 7,14$ г/см³.
54. Cr_2O_3 .
55. SiH_4 .
56. HBr , H_2Se .
57. Ca .
58. CS_2 , $\omega(\text{S}) = 84,2$ % .
59. B_2H_6 .
60. $r_a(\text{He}) = 6,24$ м.
61. $m(\text{SiO}_2) = 8,35 \cdot 10^{17}$ г,
 $n(\text{SiO}_2) = 9,94 \cdot 10^{25}$ моль.
82. $N(\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,25 \cdot 10^{18}$.
83. $\omega(\text{S}) = 12,3$ % .
84. $\omega(\text{ZnO}) = 57,0$ % .
85. $\omega(\text{NaOH}) = 4,66$ % .
86. $n(\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^-) = 0,126$ моль.
87. $m(\text{HCN}) = 124$ мг.
88. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 4,74$ г.
89. CH_5NO_3 (NH_4HCO_3).
90. $7\text{CH}_4 + 13\text{O}_2 =$
 $= 2\text{CO} + 5\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$.
91. Na .
92. $\omega(\text{HCl}) = 0,581$ % ,
 $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 734$ кг,
 $m(\text{Fe}) = 3,27$ кг.
100. $N(\text{NaF}) = 3,67 \cdot 10^{18}$.
101. а) $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,99 \cdot 10^{-22}$ г;
б) $m(\text{O}_3) = 2,39 \cdot 10^{-22}$ г;
в) $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 8,14 \cdot 10^{-21}$ г;
г) $m(\text{NH}_3) = 4,24 \cdot 10^{-22}$ г.
102. а) $N(\text{Cu} + \text{N} + \text{O} + \text{H}) =$
 $= 3,08 \cdot 10^{24}$;
б) $N(\text{Cu} + \text{S} + \text{O} + \text{H}) =$
 $= 1,21 \cdot 10^{22}$;
в) $N(\text{Na} + \text{S} + \text{O} + \text{H}) =$
 $= 2,81 \cdot 10^{29}$;
г) $N(\text{Cu} + \text{C} + \text{O} + \text{H}) =$
 $= 3,36 \cdot 10^{31}$;
д) $N(\text{Fe} + \text{S} + \text{O} + \text{H}) =$
 $= 2,63 \cdot 10^{28}$.
103. $n(\text{CaO}) = 4000$ моль.
104. $a = 5,805$ см.
105. $N(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 30 \cdot 10^3$.
106. $N(\text{H} + \text{O}) = 1,55 \cdot 10^{24}$.
107. $n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,400$ моль,
 $n(\text{HCl}) = 2,74$ моль,
 $n(\text{Mg}) = 4,17$ моль,
 $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,67$ моль.

108. $m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 64 \text{ г.}$
 109. $\omega(\text{Ag}) = 78,0 \text{ \%}$.
 110. $M(\text{X}) = 260 \text{ г/моль.}$
 111. $N(\text{H} + \text{O}) = 2,25 \cdot 10^{27}$.
 112. $V(\text{HCl}) = 20,1 \text{ м}^3$.
 113. а) $\omega(\text{P}) = 14,6 \text{ \%}$,
 $\omega(\text{K}) = 55,2 \text{ \%}$;
 б) $\omega(\text{N}) = 35,0 \text{ \%}$;
 в) $\omega(\text{Si}) = 24,1 \text{ \%}$;
 г) $\omega(\text{O}) = 55,2 \text{ \%}$;
 д) $\omega(\text{O}) = 59,5 \text{ \%}$;
 е) $\omega(\text{C}) = 40,0 \text{ \%}$.
 114. $m(\text{FeS}) = 39,3 \text{ г.}$
 115. $\omega(\text{H}_2) = 66,7 \text{ \%}$.
 116. $1u = \frac{1}{N_A} \text{ г.}$
 117. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 53,0 \text{ дм}^3$.
 118. $\omega(\text{Fe}) = 61,6 \text{ \%}$, $\text{FeS}_{1,09}$.
 119. $N(\text{S}) = 4$.
 120. $m(\text{X}) = 3,61 \text{ г.}$
 121. CO_2 .
 122. а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; б) $\text{Ca}(\text{OCl})_2$;
 в) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
 г) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.
 123. $n(\text{Al}_2\text{S}_3) = 0,208 \text{ моль}$,
 $n(\text{Al}) = 0,324 \text{ моль}$.
 124. K_2SO_3 .
 125. $\omega(\text{N}) = 1,41 \text{ \%}$,
 $m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}) = 35,5 \text{ г.}$
 126. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
 127. Na .
 128. $\omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 42,3 \text{ \%}$.
 129. $n(\text{Ba}^{2+}) = 0,307 \text{ моль}$.
 132. $N(\text{C} + \text{H} + \text{O}) = 24$.
 133. $\rho(\text{X}) = 3,48 \text{ г/дм}^3$.
 134. $\omega(\text{Cu}) = 67,53 \text{ \%}$.
 135. $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 679 \text{ кг.}$
 136. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.
 137. $V(\text{H}_2) = 0,128 \text{ дм}^3$.
 138. $\omega(\text{NaOH}) = 19,2 \text{ \%}$.
 139. $\omega(\text{CaO}) = 65,6 \text{ \%}$.
 140. $\omega(\text{Zn}) = 57,3 \text{ \%}$.
 141. а) $\text{Cu}_{1,89}\text{S}$; б) $\text{TiO}_{2,20}$;
 в) $\text{GaP}_{0,92}$.
 142. NaClO_3 .
 143. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
 144. $m(\text{S}) = 5,2 \text{ г.}$
 145. $\rho(\text{CS}_2) = 3,393 \text{ г/дм}^3$.
 146. $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 667 \text{ мг.}$
 147. Na .
 148. $m(\text{CO}_2) = 2,51 \text{ г.}$
 149. $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 5,22 \text{ г}$,
 $m(\text{KHSO}_4) = 5,44 \text{ г.}$
 150. $V(\text{H}_2) = 1,78 \cdot 10^{-11} \text{ дм}^3$.
 151. $V(\text{O}_2) = 26,2 \text{ дм}^3$.
 152. $Q = 162 \text{ МДж.}$
 154. а) Уменьшится в 2 раза;
 б) уменьшится в 1,25 раза;
 в) увеличится в 2,8 раза.
 155. $m(\text{Fe}) = 500 \text{ кг.}$
 156. $V(\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_6) = 1568 \text{ дм}^3$,
 $M(\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_6) = 20,0 \text{ г/моль}$.
 157. $V(\text{CO}_2) = 4,55 \text{ дм}^3$.
 158. $m(\text{NH}_3 + \text{H}_2) = 59,15 \text{ г.}$
 159. $V(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 372 \text{ дм}^3$.
 160. $\omega(\text{H}_2) = 4,75 \text{ \%}$.
 161. $\varphi(\text{N}_2) = 14,6 \text{ \%}$.
 162. $V(\text{O}_2) = 33,25 \text{ дм}^3$.
 163. $N(\text{X}) = 2,87 \cdot 10^{24}$.
 164. $D_{\text{N}_2+\text{O}_2}(\text{CO}_2) = 1,435$.
 165. $D_{\text{Ar}}(\text{X}) = 1,500$.
 166. N_2O_3 .
 167. $D_{\text{H}_2}(\text{N}_2 + \text{H}_2 + \text{He}) = 2,488$.
 168. $\omega(\text{O}_2) = 38,1 \text{ \%}$.
 169. $\varphi(\text{H}_2) = 46,2 \text{ \%}$
 170. $N(\text{H}) = 172$.
 171. $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
 172. $D_{\text{H}_2}(\text{X}) = 22,0$.
 173. $\varphi(\text{He}) = 22,1 \text{ \%}$.
 174. Na , $\omega(\text{MgCO}_3) = 68,3 \text{ \%}$.
 175. $V(\text{CO}_2) = 6,77 \text{ дм}^3$.
 176. $D_{\text{He}}(\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_6) = 6,32$.
 177. В 6 раз.
 178. $c(\text{H}_2) = 0,0378 \text{ моль/дм}^3$.
 179. $c(\text{CO}) = 0,0298 \text{ моль/дм}^3$,
 $D_{\text{возд}}(\text{CO} + \text{CO}_2) = 1,149$.

180. $N(\text{H}_2\text{S}) = 3,90 \cdot 10^{23}$.
181. $c(\text{NH}_3) = 1,176 \cdot 10^{-8} \text{ моль/дм}^3$.
182. $c(\text{O}_2) = 8,62 \text{ ммоль/дм}^3$.
183. $c(\text{CO}_2) = 29,8 \text{ ммоль/дм}^3$,
 $\varphi(\text{CO}_2) = 50,0 \%$.
187. $A_r(\text{Ar}) = 40$.
188. $^{56}\text{Fe}^{3+} - N(p + n + e) = 79$;
 $^{19}\text{F}^- - N(p + n + e) = 29$;
 $^{32}\text{S}^{2-} - N(p + n + e) = 50$.
189. а) $m(\text{O}^{2-}) = 3,19 \cdot 10^{-22} \text{ г}$;
 б) $m(\text{Fe}^{3+}) = 4,65 \cdot 10^{-22} \text{ г}$;
 в) $m(\text{NH}_4^+) = 2,39 \cdot 10^{-22} \text{ г}$;
 г) $m(\text{SO}_4^{2-}) = 1,44 \cdot 10^{-21} \text{ г}$.
190. $m(p) = 1,40 \text{ г}$.
191. $\omega(n) = 57,1 \%$, $x(p) = 42,9 \%$.
192. $m(\text{Al}^{3+}) = 2,25 \text{ г}$.
193. $n(\text{SO}_4^{2-}) = 1,00 \text{ моль}$.
194. Медь.
195. Для ^{235}U $N(n) - N(e) = 51$;
 для ^{90}Sr $N(n) - N(e) = 14$;
 для ^{131}I $N(n) - N(e) = 25$.
196. Кальций.
197. $A_r(\text{O}) = 17,33$.
198. $A_r(\text{P}) = 31,2$.
199. $x(^{35}\text{Cl}) = 77,4 \%$.
200. Да, $M_r(^2\text{H}_2^{16}\text{O}) = 20$,
 $M_r(^2\text{H}^3\text{H}^{16}\text{O}) = 21$.
201. $N(p + n + e) = 3,41 \cdot 10^{29}$.
202. Хлор, Cl_2 .
203. Cl_2O_7 .
204. Олово.
205. $\omega(^{10}\text{B}) = 18,5 \%$.
206. $x(^1\text{H}_2^{17}\text{O}) = 4 \%$,
 $x(^1\text{H}^2\text{H}^{17}\text{O}) = 32 \%$,
 $x(^2\text{H}_2^{17}\text{O}) = 64 \%$.
207. $\omega(^{12}\text{CH}_4) = 64,0 \%$.
215. $x(^{131}\text{I}) = 87,5 \%$.
216. $N(^{131}\text{I}) = 1,15 \cdot 10^{20}$.
217. $t = 60,4 \text{ года}$.
218. $m(^{28}\text{Al}) = 193,75 \text{ мг}$.
219. ^{12}N .
220. ^{220}Rn .
221. $10\alpha + 10\beta$.
222. $\omega(\text{D}_2) = 53,4 \%$.
223. $\Delta m = 9,80 \cdot 10^{-7} \text{ г}$,
 $N(\text{H}_2\text{O}) = 3,27 \cdot 10^{16}$,
 $E = 88,2 \text{ МДж}$.
234. Ne.
235. Cl^- .
236. $N(e) = 1,57 \cdot 10^{21}$.
237. Mg.
238. Li.
239. $V(\text{воздуха}) = 414 \text{ м}^3$.
240. Na_2SO_4 .
241. $\omega(\text{Fe}) = 47,1 \%$.
242. $x(\text{NaHCO}_3) = 68,8 \%$.
243. Cl_2O_7 .
261. $n(e) = 0,60 \text{ моль}$.
262. $V(\text{Cl}_2) = 1,12 \text{ дм}^3$.
263. $N(\text{Na}) = 1,204 \cdot 10^{23}$.
268. Ca, Ar.
269. P_2O_5 .
270. S.
271. $x(\text{CH}_4) = 25,0 \%$.
272. $V(\text{CO}_2) = 22,5 \text{ дм}^3$.
285. $\omega_1(\text{Si}) = 87,5 \%$,
 $\omega_2(\text{Si}) = 46,7 \%$.
286. $\omega_1(\text{Cl}) = 97,3 \%$,
 $\omega_2(\text{Cl}) = 35,3 \%$.
287. H_5IO_6 .
288. $m(\text{SO}_3) = 2,18 \text{ г}$.
289. $m(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 23,3 \text{ г}$.
290. а) $\omega(\text{O}) = 56,3 \%$;
 б) $\omega(\text{N}) = 82,4 \%$;
 в) $\omega(\text{O}) = 63,7 \%$.
291. Ba.
292. SiH_4 .
293. Al.
294. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 7795 \text{ г}$.
295. $\omega(\text{N}_2) = 77,8 \%$.
296. C_6H_{12} .
304. $D_{\text{возд}}(\text{AsH}_3) = 2,690$.
305. $V(\text{H}_2\text{Se}) = 127,2 \text{ м}^3$.
308. $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 577 \text{ г}$.
309. $n(\text{MeOH}) = 4,25 \text{ моль}$.
310. $m(\text{CaCO}_3) = 10,0 \text{ г}$.

311. S.
 312. Na.
 313. Sr.
 314. $\omega(\text{C}_3\text{H}_8) = 76,2 \%$.
 315. $m(\text{Mg}) = 4,80 \text{ г}$.
 316. H_6TeO_6 , $\omega(\text{O}) = 41,7 \%$.
 317. $\omega(\text{O}) = 25,2 \%$.
 351. IF_3 .
 352. $N_1(\text{e}) = 50$, $N_2(\text{e}) = 50$,
 $N_3(\text{e}) = 10$.
 353. $m(\text{SO}_4^{2-}) = 48,0 \text{ мг}$.
 354. $N(\text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-}) = 3,14 \cdot 10^{23}$.
 355. $m(\text{Li}_3\text{PO}_4) = 116 \text{ г}$.
 356. $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 29,8 \text{ г}$.
 357. $N(\text{Ca}^{2+} + \text{PO}_4^{3-}) = 2,41 \cdot 10^{26}$.
 358. CuAu_2 .
 359. Na_2SO_4 .
 360. C_5H_{12} , $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 7,03 \text{ г}$.
 361. NH_4^+ .
 362. SO_4^{2-} .
 389. $E = 2697 \text{ кДж}$.
 390. $n(\text{F}_2) = 268 \text{ ммоль}$.
 391. $E = 10,2 \text{ МДж}$.
 392. $m(\text{CuS}) = 10,6 \text{ г}$.
 393. $\omega(\text{N}_2) = 75,0 \%$,
 $D_{\text{возд}}(\text{N}_2 + \text{He}) = 0,3862$.
 394. C_2H_2 , $2\pi + 3\delta$.
 395. $m(\text{CH}_4) = 25,4 \text{ мг}$.
 396. В 25 раз.
 397. $D_{\text{возд}}(\text{N}_2\text{O} + \text{NO}_2) = 1,551$.
 419. Cu.
 420. Mg.
 436. $N(\text{Ca} + \text{C}) = 1,52 \cdot 10^{28}$.
 437. $\omega(\text{SiO}_2) = 51,7 \%$.
 438. Se.
 439. $N(\text{Au}) = 4$.
 440. B_2H_6 .
 441. $\omega(\text{FeS}_2) = 25,4 \%$.
 442. SiO_2 .
 443. N_2H_4 .
 444. $N(\text{C}) = 8$,
 $\rho(\text{алмаза}) = 3,505 \text{ г/см}^3$.
 445. $m(\text{C}) = 30,0 \text{ мкг}$.
 466. При 0°C $l = 0,310 \text{ нм}$,
 при 125°C $l = 3,79 \text{ нм}$.
 487. $V(\text{H}_2) = 10,7 \text{ м}^3$.
 488. $m(\text{CO}_2) = 196 \text{ г}$.
 489. $m(\text{AgCl}) = 3,21 \text{ г}$.
 490. $m(\text{CuS}) = 10,7 \text{ г}$.
 491. $\varphi(\text{O}_2) = 50 \%$.
 492. $V(\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2) = 4,48 \text{ дм}^3$.
 493. $V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 45,7 \text{ см}^3$.
 494. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 14,2 \text{ г}$.
 495. $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 29,6 \text{ т}$.
 496. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 1,69 \text{ см}^3$,
 $m(\text{MnO}_2) = 435 \text{ мг}$.
 497. $m(\text{кокса}) = 27,6 \text{ г}$.
 498. $n(\text{HNO}_3) = 0,25 \text{ моль}$.
 499. $\omega(\text{Zn}) = 73,0 \%$.
 500. $N(\text{e}) = 6,39 \cdot 10^{21}$.
 501. $N(\text{e}) = 1,76 \cdot 10^{25}$.
 502. $m(\text{C}_2\text{H}_6) = 5,71 \text{ г}$.
 503. $N(\text{e}) = 8,61 \cdot 10^{24}$.
 507. N_2O .
 508. $V(\text{SO}_2) = 297 \text{ см}^3$.
 509. $N(\text{e}) = 8,43 \cdot 10^{24}$,
 $V(\text{O}_2) = 78,4 \text{ дм}^3$.
 510. $x(\text{KMnO}_4) = 34,4 \%$.
 514. $Q(\text{CH}_4) = 50,1 \text{ кДж}$,
 $Q(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 15,6 \text{ кДж}$.
 515. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,87 \%$.
 516. $\text{H}_2 + \text{F}_2 = 2\text{HF} + 540 \text{ кДж}$.
 517. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 =$
 $= 2\text{H}_2\text{O} + 572 \text{ кДж}$.
 518. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 =$
 $= 2\text{H}_2\text{O} + 572 \text{ кДж}$.
 519. $Q = 32,3 \text{ кДж}$.
 520. $V(\text{H}_2) = 2,35 \text{ м}^3$.
 523. $m(\text{угля}) = 180 \text{ г}$.
 524. $Q = 14,08 \cdot 10^3 \text{ МДж}$.
 525. $Q = 1946 \text{ кДж}$.
 526. $V(\text{CH}_4) = 575 \text{ м}^3$.
 527. $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 374 \text{ г}$,
 $m(\text{Al}) = 126 \text{ г}$.

528. $V(\text{воздуха}) = 2298 \text{ дм}^3$.
529. $V(\text{природн. газа}) = 610 \text{ м}^3$,
 $V(\text{воздуха}) = 5636 \text{ м}^3$.
539. $c(\text{HCl}) = 0,222 \text{ моль/дм}^3$.
540. $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,335 \text{ моль/дм}^3$.
541. $\nu(\text{A}_2\text{B}) = 0,04 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.
542. $\nu(\text{CO}_2) = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.
543. $\nu(\text{HN}_3) = 0,0824 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$,
 $\nu(\text{H}_2) = 0,124 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.
545. $\nu_{300} = 5 \cdot \nu_{10}$.
546. $\nu(\text{Cl}_2) = 4,22 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.
547. $N = 20,5 \cdot 10^6$.
548. $\nu(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,16 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.
558. $n(\text{SO}_2) = 6 \text{ моль}$,
 $n(\text{O}_2) = 8 \text{ моль}$.
559. а) $\nu = k \cdot c(\text{H}_2)$;
б) $\nu = k \cdot c^3(\text{H}_2) \cdot c(\text{N}_2)$;
в) $\nu = k \cdot c^2(\text{CO}_2)$;
г) $\nu = k \cdot c^2(\text{H}_2) \cdot c(\text{O}_2)$.
560. $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$.
561. $\gamma = 3$.
562. $\gamma = 2,604$.
563. В 296 раз.
564. $\nu_{60} = 18 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}}$.
565. $m(\text{NO}_2) = 32,9 \text{ г}$.
566. $t = 161 \text{ час} = 6,73 \text{ суток}$.
567. $5\text{Cu} + 16\text{HNO}_3 = 5\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{NO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$.
568. $\omega(\text{CO}) = 65,6 \%$,
 $D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = 22$.
569. Уменьшилась в 1,163 раза.
570. Увеличится в 2 раза.
571. Увеличится в 3 раза.
572. В 24 раза.
573. В 16 раз.
574. Уменьшится в 27 раз.
575. Уменьшить в 13,5 раза.
576. В 486 раз.
577. В 243 раза.
597. в) $Q = 2,67 \cdot 10^3 \text{ МДж}$;
г) $n(\text{H}_2) = 8,50 \text{ моль}$,
 $n(\text{N}_2) = 3,50 \text{ моль}$.
598. $n(\text{CO}) = 4,0 \text{ моль}$,
 $n(\text{O}_2) = 2,0 \text{ моль}$.
599. $c(\text{O}_2) = 0,067 \text{ моль/дм}^3$.
600. $c(\text{CO}) = 0,0889 \text{ моль/дм}^3$,
 $c(\text{O}_2) = 0,0778 \text{ моль/дм}^3$.
601. Уменьшилось в 1,333 раза.
602. $\frac{\nu_{\text{прямой}}}{\nu_{\text{обратной}}} = 2,25$.
603. $\frac{\nu_{\text{прямой}}}{\nu_{\text{обратной}}} = 9$.
604. $\frac{\nu_{\text{обратной}}}{\nu_{\text{прямой}}} = 2,25$.
615. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
616. $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 14,2 \%$.
617. $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 28,5 \%$.
618. а) $N(\text{Cu} + \text{S} + \text{O} + \text{H}) = 63$;
б) $N(\text{Na} + \text{C} + \text{O} + \text{H}) = 288$;
в) $N(\text{Ca} + \text{S} + \text{O} + \text{H}) = 4,20 \cdot 10^{24}$;
г) $N(\text{K} + \text{O} + \text{H}) = 3,42 \cdot 10^{22}$;
д) $N(\text{Co} + \text{Cl} + \text{O} + \text{H}) = 3,08 \cdot 10^{25}$;
е) $N(\text{Ba} + \text{O} + \text{H}) = 8,03 \cdot 10^{24}$.
619. $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
620. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 8,42\text{H}_2\text{O}$.
621. $\omega(\text{X}) = 14,1 \%$.
622. $s(\text{NH}_3) = 53,1 \text{ г}$.
623. $\omega(\text{X}) = 45,1 \%$.
624. $V(\text{HCl}) = 69,3 \text{ дм}^3$.
625. $m(\text{X}) = 6,67 \text{ г}$.
626. $s(\text{SrCl}_2) = 37,3 \text{ г}$.
627. $m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 16,2 \text{ г}$.
628. $s(\text{AgNO}_3) = 122,3 \text{ г}$.
629. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 519 \text{ г}$.
630. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 122,7 \text{ г}$.
631. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

632. $m(\text{CaCl}_2) = 6,18 \text{ г}$,
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 88,82 \text{ г}$.
633. $V(\text{HCl}) = 8,59 \text{ дм}^3$.
634. $m(\text{K}) = 111 \text{ мг}$.
635. $m(\text{NaF}) = 58,8 \text{ г}$.
636. $m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 18,4 \text{ г}$.
637. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 21,9 \%$.
638. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 41,1 \text{ г}$.
639. $m(\text{H}_2\text{O}) = 40 \text{ г}$.
640. $V(\text{HCl}) = 28,4 \text{ дм}^3$.
641. $V(\text{H}_2\text{O}) = 150,7 \text{ см}^3$,
 $V(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 60,3 \text{ см}^3$.
642. $m_{5\%}(\text{X} + \text{H}_2\text{O}) = 37,5 \text{ г}$,
 $m_{25\%}(\text{X} + \text{H}_2\text{O}) = 112,5 \text{ г}$.
643. $m(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 256,5 \text{ г}$.
644. $V(\text{HCl}) = 134,4 \text{ дм}^3$.
645. $\omega(\text{CH}_3\text{OH}) = 2,97 \%$.
646. $c(\text{NaOH}) = 10,3 \text{ моль/дм}^3$.
647. $\omega(\text{CaCl}_2) = 9,51 \%$,
 $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 83,40 \%$.
648. $V(\text{H}_2\text{O}) = 724 \text{ см}^3$.
649. $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 7,08 \text{ г}$,
 $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 33,7 \text{ г}$.
650. $\omega(\text{NaCl}) = 2,14 \%$,
 $\omega(\text{HCl}) = 1,33 \%$.
651. $m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 108,2 \text{ г}$.
652. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 5,77 \text{ г}$.
653. $m(\text{NaHCO}_3) = 11,94 \text{ г}$.
654. $m(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 33,3 \text{ г}$.
655. $m(\text{X} + \text{H}_2\text{O}) = 376,4 \text{ г}$.
656. $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 18,85 \text{ г}$.
657. $m(\text{X} + \text{H}_2\text{O}) = 180 \text{ г}$.
682. $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,861 \text{ моль/дм}^3$.
683. $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0,0414 \text{ моль}$.
684. $m(\text{LiNO}_3) = 19,5 \text{ г}$.
685. $n(\text{Na}^+) = 0,10 \text{ моль}$.
686. $\alpha(\text{HX}) = 25 \%$.
687. $\alpha(\text{CH}_3\text{COOH}) = 20 \%$.
688. $m(\text{AlCl}_3 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 1050 \text{ г}$.
689. $n(\text{HS}^-) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$.
690. $n(\text{HA}^-) = 0,18 \text{ моль}$.
691. $\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 5,34 \%$.
692. $\alpha_1(\text{H}_2\text{X}) = 16,7 \%$.
693. $\omega(\text{Ca}) = 0,825 \%$.
699. $n(\text{H}^+) = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ моль}$.
700. $N(\text{H}_2\text{O}) = 3,01 \cdot 10^{15}$.
703. $N(\text{H}^+) = N(\text{OH}^-) = 6,69 \cdot 10^{15}$.
704. $\text{pH} = 2$.
705. $\text{pH} = 13$.
706. $\text{pH} = 3$.
707. $c(\text{HCl}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$.
708. $c(\text{H}^+) = 0,10 \text{ моль/дм}^3$,
 $\text{pH} = 1$.
709. $N(\text{H}^+) = 6,02 \cdot 10^{17}$,
 $\text{pH} = 5$.
710. $n(\text{KOH}) = 0,090 \text{ моль}$.
711. Кислая ($n(\text{HCl}) > n(\text{NaOH})$).
712. $\text{pH} = 2$.
713. $\text{pH} = 13$.
714. $\text{pH} = 1,084$.
715. $\text{pH} = 13,35$.
716. $\omega(\text{HNO}_3) = 0,411 \%$.
734. $m(\text{BaSO}_4) = 46,6 \text{ г}$,
 $n(\text{Ba}^{2+}) = 0,10 \text{ моль}$,
 $n(\text{Cl}^-) = 0,60 \text{ моль}$,
 $n(\text{H}^+) = 0,40 \text{ моль}$.
735. $m(\text{BaSO}_4) = 5,65 \text{ г}$.
736. $m(\text{CuS}) = 1,44 \text{ г}$.
737. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,166 \text{ моль}$.
738. $c(\text{Cl}^-) = 0,536 \text{ моль/дм}^3$.
739. Ca.
740. $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 6,24 \text{ г}$,
 $m(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 10,26 \text{ г}$,
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 43,50 \text{ г}$.
741. $m(\text{HNO}_3) = 1,26 \text{ г}$.
742. $c(\text{H}^+) = 0,333 \text{ моль/дм}^3$.
743. $\omega(\text{Ca}) = 33,9 \%$.
744. NaI.
745. $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = \omega(\text{NaHSO}_3) = 16,08 \%$.
752. Al_2S_3 .
762. $N(\text{Se}) = 1,63 \cdot 10^{18}$.
763. $\omega(\text{Si}+\text{O}) = 76,3 \%$.
770. N.
772. $m(\text{кокса}) = 1,84 \text{ т}$.
776. $V(\text{H}_2) = 666 \text{ см}^3$.

777. $V(\text{H}_2\text{S}) = 1,01 \text{ дм}^3$.
 778. Se.
 779. $m(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 115 \text{ г}$.
 780. $V(\text{N}_2) = 2,24 \text{ дм}^3$,
 $m(\text{N}_2) = 2,8 \text{ г}$.
 781. $N(\text{F}) = 1120$.
 782. $V(\text{He}) = 4,91 \text{ дм}^3$.
 783. $m(\text{H}_2 + \text{CO}_2) = 2,84 \text{ г}$.
 784. $c(\text{HF}) = 58,85 \text{ ммоль/дм}^3$,
 $N(\text{H}^+) = 3,40 \cdot 10^{18}$.
 785. $\omega(\text{H}_2) = 6,67 \%$.
 794. $A_r(\text{H}) = 1,25$.
 795. $V(\text{H}_2) = 2,91 \text{ дм}^3$.
 796. $m(\text{H}_2) = 5,48 \text{ кг}$
 797. $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,21 \text{ г}$.
 798. $\omega(\text{H}_2) = 12,7 \%$.
 799. $V(\text{H}_2) = 106 \text{ см}^3$.
 800. $m(\text{H}) = 10 \text{ кг}$,
 $N(\text{H}) = 6,02 \cdot 10^{27}$.
 801. $Q = 4576 \text{ кДж}$.
 802. В 8 раз.
 803. $D_{\text{H}_2}(\text{H}_2 + \text{N}_2) = 1,718$.
 804. $\omega(\text{NaOH}) = 27,59 \%$.
 805. К.
 806. $N(\text{H}_2\text{O}) = 9,06 \cdot 10^6$.
 807. $m(\text{W}) = 3,35 \text{ г}$.
 808. $m(\text{CH}_3\text{OH}) = 12,6 \text{ т}$.
 809. $\omega(\text{Cu}) = 46,2 \%$.
 810. $m(\text{кокса}) = 204 \text{ т}$,
 $V(\text{воздуха}) = 138 \cdot 10^3 \text{ м}^3$.
 811. $V(\text{воздуха}) = 385 \text{ м}^3$.
 812. Fe.
 813. $V(\text{H}_2) = 180 \text{ м}^3$.
 814. $E = 152,8 \text{ кДж}$.
 815. $V(\text{воздуха}) = 47,6 \text{ дм}^3$,
 $\rho(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 1,222 \text{ г/дм}^3$.
 816. $\varphi(\text{H}_2) = 32,0 \%$.
 817. $\alpha(\text{HF}) = 50 \%$.
 818. $N(\text{e}) = 2,60 \cdot 10^{24}$.
 819. Ca.
 820. $\alpha(\text{KH}) = 56,5 \%$.
 821. $\omega(\text{H}_2\text{S}) = 36,9 \%$.
 822. $V(\text{воздуха}) = 707 \text{ дм}^3$.
 823. C_2H_6 .
 824. $m(\text{NH}_3) = 16,5 \text{ г}$.
 828. $\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = 5,49 \%$.
 829. В 1,113 раза.
 830. $\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = 16,8 \%$.
 843. $\omega(\text{F}) = 54,3 \%$.
 844. $\rho(\text{Cl}_2) = 3,170 \text{ г/дм}^3$,
 $\rho(\text{F}_2) = 1,696 \text{ г/дм}^3$.
 845. $m(\text{Cl}_2) = 30,1 \text{ г}$.
 846. $V(\text{Cl}_2) = 11,2 \cdot 10^3 \text{ м}^3$.
 847. $D_{\text{возд}}(\text{Br}_2) = 5,517$.
 848. $m(\text{Al}) = 0,493 \text{ г}$,
 $m(\text{Cl}_2) = 1,947 \text{ г}$.
 849. $V(\text{F}_2) = 3,14 \text{ дм}^3$.
 850. $N(\text{Cl}) = 122 \cdot 10^3$.
 851. $m(\text{I}) = 178 \text{ мкг}$.
 853. $m(\text{I}_2) = 4,01 \text{ г}$.
 854. $\omega(\text{Cl}_2) = 54,2 \%$.
 855. $\omega_1(\text{Cl}_2) = 16,7 \%$,
 $\omega_2(\text{Cl}_2) = 83,3 \%$.
 856. HBr.
 857. $N(^{35}\text{Cl}) = 342$.
 858. $\varphi(\text{Cl}_2) = 10,0 \%$.
 859. $\varphi(\text{Cl}_2) = 33,3 \%$.
 860. $\omega(\text{Br}_2) = 70,1 \%$.
 869. $m(\text{ZnF}_2) = 10,3 \text{ г}$.
 870. $Q = 11,2 \text{ кДж}$.
 871. $V(\text{O}_2) = 1,01 \text{ дм}^3$.
 872. $m(\text{Cl}_2) = 0,71 \text{ г}$.
 873. $\varphi(\text{Cl}_2) = 0,472 \%$.
 874. $V(\text{HCl}) = 952 \text{ дм}^3$.
 875. $V(\text{HF}) = 48,5 \text{ дм}^3$.
 876. $m(\text{HI}) = 4,30 \text{ г}$.
 877. $m(\text{AgCl}) = 28,7 \text{ г}$.
 878. HClO_2 .
 879. Ca.
 880. $V(\text{Cl}_2) = 105 \text{ м}^3$,
 $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 348 \text{ кг}$.
 881. $\omega(\text{FeO}) = 50 \%$.
 882. $\alpha(\text{HClO}_3) = 86,4 \%$.
 883. $\omega(\text{HCl}) = 40,6 \%$.
 884. C_2F_4 .
 885. $m(\text{NaCl}) = 5,85 \text{ г}$.

886. $m(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г.}$
 887. $\omega(\text{CuCl}_2) = 24,5 \text{ \%}.$
 888. C.
 889. $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}.$
 890. $n(\text{KClO}_4) = 15,92 \text{ ммоль}.$
 891. $N(\text{I}) = 4.$
 905. $m(\text{O}_2) = 30,0 \text{ кг}.$
 906. $\varphi(\text{O}_2) = 33,3 \text{ \%}.$
 907. $V(\text{O}_2) = 2,00 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$
 908. $V(\text{O}_2) = 224 \text{ м}^3.$
 909. $V(\text{воздуха}) = 45,6 \text{ дм}^3.$
 910. $m(\text{O}_2) = 272,5 \text{ кг}.$
 911. $Q = 12,4 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$
 912. Из KClO_3 $n(\text{O}_2) = 1,22 \text{ моль}$,
 из KMnO_4 $n(\text{O}_2) = 0,316 \text{ моль}.$
 913. $V(\text{O}_2) = 39,8 \text{ дм}^3.$
 914. $D_{\text{возд}}(\text{H}_2 + \text{O}_2) = 0,941.$
 915. $\eta(\text{KMnO}_4) = 83,34 \text{ \%}.$
 916. Mn.
 917. $\omega(\text{CuS}) = 81,3 \text{ \%},$
 $\omega(\text{CuO}) = 18,7 \text{ \%}.$
 918. $\omega(\text{CuS}) = 7,89 \text{ \%}.$
 919. $\text{C}_6\text{H}_{12}.$
 920. $N(\text{H}_2\text{O}) = 3,34 \cdot 10^{25}.$
 921. $x(\text{S}_3) = 88,0 \text{ \%}.$
 922. $N(\text{Cu}) = 5,35 \cdot 10^{17},$
 $V(\text{O}_2) = 9,96 \text{ мм}^3.$
 926. $D_{\text{H}_2}(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 17,6.$
 927. $m(\text{O}_3) = 2,40 \text{ г}.$
 928. $N(\text{O}_2) = 4,5 \cdot 10^6.$
 929. $p(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 103,1 \text{ кПа}.$
 937. $V(\text{H}_2) = 14,2 \text{ дм}^3.$
 938. $m(\text{H}_2\text{S}) = 1,76 \text{ г}.$
 939. $V(\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}) = 2,24 \text{ дм}^3.$
 940. $m(\text{ZnS}) = 9,7 \text{ г}.$
 941. $\text{H}_2\text{S}_3, \text{H}-\text{S}-\text{S}-\text{S}-\text{H}.$
 942. $c(\text{H}^+) = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3.$
 943. $N(\text{O}_2) = 31 \text{ 875}.$
 944. $n(\text{KHS}) = 15,0 \text{ ммоль}.$
 945. $M(\text{X}) = 17 \text{ г/моль}.$
 946. $V(\text{H}_2\text{S}) = 1,29 \text{ дм}^3.$
 947. $m(\text{H}_2\text{S}) = 1,973 \text{ г}.$
 948. Zn.
 954. $\text{SO}_2.$
 955. $M_1(\text{O}_2 + \text{SO}_2) = 51,2 \text{ г/моль},$
 $M_2(\text{O}_2 + \text{SO}_2) = 44,8 \text{ г/моль}.$
 956. $s(\text{SO}_2) = 10,8 \text{ г}.$
 957. $D_{\text{H}_2}(\text{SO}_2) = 32.$
 958. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1078 \text{ г}.$
 960. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,4 \text{ \%}.$
 961. $m(\text{SO}_3) = 8,79 \text{ г}.$
 962. $\omega(\text{NaCl}) = 50,0 \text{ \%}.$
 963. $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 71,0 \text{ \%}.$
 964. $n(\text{SO}_2) = 0,80 \text{ моль},$
 $n(\text{O}_2) = 0,55 \text{ моль}.$
 965. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}, \omega(\text{O}) = 63,3 \text{ \%}.$
 966. $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}.$
 967. $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 30,7 \text{ \%}.$
 968. Cu (A), SO_2 (B), CuSO_4 (B),
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Г).
 981. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 24,4 \text{ г}.$
 982. $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $= \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$
 983. $N(\text{H}_2\text{SO}_4) = 900.$
 984. $m(\text{руды}) = 181 \cdot 10^6 \text{ т}.$
 985. $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,10 \text{ моль},$
 $n(\text{NaHCO}_3) = 0,20 \text{ моль}.$
 986. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 15,4 \text{ \%}.$
 987. $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}.$
 988. $V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 55,93 \text{ см}^3.$
 989. $m(\text{BaSO}_4) = 5,49 \text{ г}.$
 990. $V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 8,75 \text{ см}^3.$
 991. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 30,7 \text{ \%}.$
 993. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_3) = 4,20 \text{ \%}.$
 994. $m(\text{H}_2\text{O}) = 5,54 \text{ г}.$
 995. $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$
 996. $\frac{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega(\text{Ag}_2\text{SO}_4)} = 13,89.$
 997. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 128,5 \text{ г}.$
 998. $m(\text{Hg}) = 20,1 \text{ г}.$
 999. $s(\text{CuSO}_4) = 25,4 \text{ г}.$
 1000. $m(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 36,3 \text{ г}.$
 1016. $m(\text{N}_2) = 113 \text{ кг}.$
 1017. $m(\text{Li}_3\text{N}) = 5,83 \text{ г}.$
 1019. $V(\text{N}_2) = 2,24 \text{ м}^3.$
 1020. $N(\text{P}_4) = 4,30 \cdot 10^{21}.$

1021. $\omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 77,0 \%$.
1022. $m(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 640 \text{ мг}$.
1023. $V(\text{N}_2) = 511 \text{ см}^3$.
1024. $m(\text{P}_4) = 1,10 \text{ т}$.
1026. Ca_3N_2 .
1027. NH_3 .
1028. $N(^{14}\text{N}) = 14 \text{ 186}$.
1029. $\omega(\text{Li}_2\text{O}) = 46,2 \%$.
1030. $\omega(^{31}\text{P}) = 48,44 \%$.
1031. $V((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) =$
 $= 4,52 \text{ дм}^3$,
 $m(\text{Ba}(\text{NO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 893 \text{ г}$.
1032. $c(\text{NO}) = 550 \text{ ммоль/дм}^3$,
 $c(\text{O}_2) = 350 \text{ ммоль/дм}^3$.
1041. $V(\text{NH}_3) = 24,6 \text{ дм}^3$.
1042. $D_{\text{N}_2+\text{H}_2}(\text{NH}_3) = 2,684$.
1043. $n(\text{NH}_4^+) = 129 \text{ моль}$.
1044. $m(\text{O}_2) = 471 \text{ кг}$.
1045. $D_{\text{возд}}(\text{N}_2 + \text{H}_2) = 0,517$.
1046. $\omega(\text{NH}_3) = 38,4 \%$.
1047. $V(\text{N}_2) = 6,79 \cdot 10^8 \text{ м}^3$,
 $m(\text{H}_2) = 1,82 \cdot 10^5 \text{ т}$.
1048. $m(\text{O}_2) = 132 \text{ мг}$.
1050. $\omega(\text{NH}_3) = 26,2 \%$.
1051. $V(\text{NH}_3) = 1,62 \text{ м}^3$.
1052. $\omega(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 7,70 \%$.
1053. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.
1054. $c((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 1,0 \text{ моль/дм}^3$.
1055. $m(\text{AgCl}) = 8,44 \text{ г}$.
1056. $m(\text{NH}_3) = 212,5 \text{ г}$.
1057. $n(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-) =$
 $= 0,5625 \text{ моль}$.
1058. $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 33,2 \%$.
1059. NH_3 .
1060. $N(\text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 26 \text{ 075}$.
1061. NH_3 .
1062. $\varphi(\text{NH}_3) = 80,0 \%$.
1063. $n(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = 0,050 \text{ моль}$,
 $n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,050 \text{ моль}$.
1064. $D_{\text{возд}}(\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 0,736$.
1065. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$.
1066. $V(\text{газа}) = 337 \cdot 10^3 \text{ м}^3$,
 $V(\text{NH}_3) = 312 \text{ м}^3$.
1072. $x(\text{N}_2\text{O}) = 13,08 \%$.
1073. $\omega(\text{KNO}_3) = 3,27 \%$,
 $\omega(\text{KNO}_2) = 10,37 \%$.
1074. $\varphi(\text{O}_2) = 14,96 \%$.
1083. $N(\text{H}^+ + \text{NO}_3^-) = 1,30 \cdot 10^{22}$.
1084. $m(\text{HNO}_3) = 7,69 \text{ т}$.
1085. $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 312 \text{ г}$.
1086. $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 64,1 \text{ кг}$.
1087. $m(\text{NaNO}_3) = 135 \text{ г}$.
1088. $c(\text{H}^+) = 1,27 \text{ моль/дм}^3$.
1089. $V(\text{NO}_2) = 629 \text{ см}^3$.
1090. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 17,2 \text{ г}$.
1091. $\omega(\text{HNO}_3) = 55,7 \%$.
1092. Из $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ $V(\text{NO}_2 + \text{O}_2) =$
 $= 29,8 \text{ дм}^3$,
из AgNO_3 $V(\text{NO}_2 + \text{O}_2) =$
 $= 17,8 \text{ дм}^3$.
1093. $m(\text{KNO}_3) = 5050 \text{ г}$.
1094. $D_{\text{N}_2}(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = 1,476$.
1095. $\omega(\text{Ag}) = 74,9 \%$,
 $\omega(\text{CuO}) = 25,1 \%$.
1096. $m(\text{KNO}_3) = 83,3 \text{ г}$.
1097. $V(\text{NO}_2) = 854 \text{ см}^3$.
1098. $c(\text{H}^+) = 13,2 \text{ ммоль/дм}^3$.
1099. $V(\text{O}_2) = 60,2 \text{ дм}^3$.
1100. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
1101. $V(\text{O}_2) = 224 \text{ см}^3$.
1102. $\varphi(\text{O}_2) = 20 \%$.
1103. $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 42,2 \%$,
 $\omega(\text{Zn}) = 57,8 \%$.
1104. $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 69,3 \%$,
 $\omega(\text{CaCO}_3) = 30,7 \%$.
1105. Cu .
1106. $n(\text{NaNO}_2) = 0,05 \text{ моль}$,
 $n(\text{NaNO}_3) = 0,05 \text{ моль}$,
 $n(\text{HNO}_2) = 0,15 \text{ моль}$,
 $n(\text{HNO}_3) = 0,15 \text{ моль}$.
1107. $\alpha(\text{HNO}_2) = 0,313 \%$.
1122. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 2,70 \text{ кг}$.
1123. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$.
1124. $m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 531 \text{ г}$.
1125. $\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = 24,2 \%$.
1126. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 1,90 \text{ г}$,
 $m(\text{KOH}) = 4,49 \text{ г}$.

1127. $V(\text{H}_2) = 13,8 \text{ дм}^3$.
1128. $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2,58 \text{ моль/дм}^3$.
1129. $V(\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 159 \text{ см}^3$.
1130. $n(\text{KOH}) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 459 \text{ моль}$.
1131. $m(\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 2,72 \text{ т}$.
1132. $n(\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}) = 2,82 \text{ моль}$.
1133. $n(\text{H}^+) = 9,73 \text{ ммоль}$.
1134. $\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = 6,66 \%$.
1135. Hg.
1136. $\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 56,3 \%$.
1137. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 15,77 \text{ г}$.
1138. $\omega(\text{KOH}) = 16,8 \%$,
 $\omega(\text{NaOH}) = 12,0 \%$.
1139. $n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,050 \text{ моль}$,
 $n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,050 \text{ моль}$.
1140. Ba.
1141. P(A), $\text{P}_2\text{O}_5(\text{Б})$, $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{В})$,
 $\text{K}_3\text{PO}_4(\text{Г})$, $\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{Д})$,
 $\text{K}_2\text{HPO}_4(\text{Е})$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{Ж})$.
1142. $n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,010 \text{ моль}$,
 $n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,010 \text{ моль}$.
1143. $\text{PH}_3(\text{А})$, $\text{H}_3\text{PO}_3(\text{Б})$, $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{В})$.
1144. $\omega(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 10,1 \%$,
 $\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 6,42 \%$.
1150. В 1,233 раза.
1151. $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 19,84 \text{ кг}$.
1152. $m(\text{NH}_3) = 70,8 \text{ кг}$,
 $m(\text{HNO}_3) = 262,5 \text{ кг}$.
1153. $m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 936 \text{ кг}$.
1154. $m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 2,16 \text{ кг}$.
1155. $m(\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 2,65 \text{ г}$,
 $m(\text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 903 \text{ г}$.
1156. $m(\text{N}) = 7,60 \text{ кг}$.
1157. $m(\text{CaCO}_3) = 269 \text{ кг}$,
 $m(\text{HNO}_3) = 306 \text{ кг}$.
1158. $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 292 \text{ кг}$.
1159. $m(\text{золы}) = 700 \text{ кг}$.
1160. $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 295 \text{ г}$,
 $m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 214 \text{ г}$.
1161. $m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 21,5 \text{ т}$.
1162. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 194 \text{ кг}$,
 $m(\text{фосфорита}) = 326 \text{ кг}$.
1163. $\omega(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 46,2 \%$.
1164. $\omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 85 \%$.
1165. $m(\text{CaO}) = 341 \text{ кг}$.
1166. $\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 60,7 \%$.
1167. $\omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 87,3 \%$.
1168. $\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 53,8 \%$.
1169. $m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 221 \text{ г}$.
1170. $\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 59,3 \%$.
1171. $\omega((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 27,6 \%$.
1172. $m(\text{NH}_3) = (11,3 - 19,8) \text{ г}$.
1173. $\omega(\text{K}_2\text{O}) = 16,9 \%$.
1193. $N(\text{C}) = 1,78 \cdot 10^{14}$.
1194. $V(\text{воздуха}) = 63,2 \text{ м}^3$.
1195. $D_{\text{воздух}}(\text{CO} + \text{H}_2) = 0,517$.
1196. $V(\text{C}_2\text{H}_2 + \text{CH}_4) = 17,2 \text{ дм}^3$.
1197. Cu.
1198. $m(\text{H}_2) = 5,88 \text{ г}$,
 $m(\text{Si}) = 41,2 \text{ г}$.
1199. $V(\text{H}_2) = 71,7 \text{ дм}^3$.
1200. $\omega(\text{Si}) = 20,3 \%$.
1201. $\omega(\text{Si}) = 17,5 \%$.
1202. $V(\text{SiH}_4 + \text{H}_2) = 1,68 \text{ дм}^3$.
1203. $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль}$.
1204. $n(\text{CO}_2) = 4,46 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$.
1205. $m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 12,5 \text{ г}$.
1206. $Q = 1556 \text{ кДж}$.
1207. $V(\text{CO}_2) = 8,82 \text{ дм}^3$.
1208. $\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 25,4 \%$.
1209. $\varphi(\text{CO}_2) = 70,8 \%$.
1210. $\omega(\text{CO}) = 56,0 \%$.
1211. $m(\text{Cu} + \text{CuO}) = 84,5 \text{ г}$.
1212. $m(\text{CO}) = 2,80 \text{ г}$.
1213. $\varphi(\text{CO}_2) = 60 \%$.
1214. $\omega(\text{ZnCO}_3) = 65,9 \%$,
 $\omega(\text{ZnS}) = 34,1 \%$.
1215. $\omega(\text{CO}) = 46,7 \%$.
1216. $m(\text{CO}_2) = 50,45 \text{ г}$.
1217. $n(\text{CO}) = 5,0 \text{ моль}$,
 $n(\text{O}_2) = 4,5 \text{ моль}$.
1218. $V(\text{CO}_2) = 2,35 \text{ дм}^3$.
1219. $m(\text{воздуха}) = 12,1 \text{ кг}$.
1231. $\alpha(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0,278 \%$.
1232. $\omega(\text{O}) = 48,9 \%$.

1233. $n(\text{NaOH}) = 9,03$ ммоль.
 1234. $V(\text{CO}_2) = 1,45$ м³.
 1235. $m(\text{CaCO}_3) = 284$ мг.
 1236. $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,589$ %.
 1237. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 377$ г.
 1238. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3,43$ г.
 1239. $m(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 1,58$ г.
 1240. $m(\text{H}_2\text{SiO}_3) = 6,28$ г.
 1241. $\omega(\text{Si}) = 35,1$ %.
 1242. $m(\text{SiO}_2) = 1,64$ т,
 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 483$ кг,
 $m(\text{CaCO}_3) = 456$ кг.
 1243. $\phi(\text{CO}_2) = 25$ %.
 1244. $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 16,0$ %.
 1245. KHCO_3 .
 1246. $\omega(\text{K}_2\text{SiO}_3) = 21,8$ %.
 1247. $m(\text{H}_2\text{SiO}_3) = 609$ мг.
 1248. $\omega(\text{CaCO}_3) = 88,7$ %.
 1249. $m(\text{CaCO}_3) = 5,00$ г.
 1250. $n(\text{H}_2\text{O}) = 65,76$ моль.
 1251. $\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 35,8$ %.
 1252. $m(\text{CaCO}_3) = 500$ мг.
 1253. $V(\text{CO}_2) = 448$ см³.
 1254. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (А), CaCO_3 (Б),
 NaHCO_3 (В), Na_2CO_3 (Г), CO_2 (Д),
 CaO (Е).
 1255. $V(\text{жемчуга}) = 2385$ см³,
 $m(\text{Ca}) = 2347$ г.
 1267. $m(^{56}\text{Fe}) = 9,30 \cdot 10^{-23}$ г,
 в 3,11 раза.
 1268. $N(\text{Sc}) = 1,34 \cdot 10^{24}$.
 1269. $N(\text{Hf}) = 270$.
 1279. $\rho(\text{Na}) = 0,97$ г/см³.
 1280. $m(\text{Hg}) = 40,8$ кг.
 1281. $V(\text{H}_2\text{O}) = 11,3$ см³.
 1282. $V(\text{H}_2\text{O}) = 1,02$ см³.
 1283. $m(\text{Al}) = 5,12$ г.
 1284. $m(\text{Al}) = 94$ т,
 $m(\text{Cu}) = 4,0$ т,
 $m(\text{Mn}) = 1,0$ т,
 $m(\text{Mg}) = 1,0$ т.
 1285. $\omega(\text{V}) = 27,1$ %.
 1286. $x(^{24}\text{Mg}) = 75$ %.
 1287. $A_r(\text{Cu}) = 63,54$.
 1288. S (А), Cu (Б), CuS (В),
 CuO (Г), SO₂ (Д), H₂SO₃ (Е),
 NaHSO₃ (Ж), Na₂SO₃ (З).
 1298. $V(\text{O}_2) = 3,07$ дм³.
 1299. $m(\text{S}) = 30,3$ г.
 1300. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 203$ см³.
 1301. $V(\text{H}_2) = 11,3$ дм³.
 1302. $m(\text{Li}) = 1,40$ г.
 1303. $m(\text{Ag}) = 13,0$ г.
 1304. $m(\text{Pb}) = 16,7$ г.
 1305. $m(\text{Hg}) = 887$ мг.
 1306. $\omega(\text{FeSO}_4) = 15,3$ %.
 1307. Ca.
 1308. Ca.
 1309. $m(\text{Na}_2\text{S}) = 7,80$ г.
 1310. Fe.
 1311. Mg.
 1312. Mn.
 1313. Cu.
 1320. CrO₂.
 1324. $m(\text{K}) = 780$ г.
 1325. $m(\text{ZnS}) = 18,9$ т.
 1326. $m(\text{WO}_3) = 13,7$ т.
 1327. $\omega(\text{Fe}_3\text{C}) = 16,8$ %.
 1328. $\omega(\text{ZnO}) = 31,1$ %,
 $m(\text{Zn} + \text{Cu}) = 27,7$ г.
 1329. $m(\text{Fe}) = 170$ т.
 1330. $V(\text{CO}_2) = 2,89$ м³.
 1331. $\omega(\text{Cu}) = 72,2$ %.
 1332. $m(\text{Cu}) = 1,536$ г.
 1343. $\omega(\text{Na}) = 37,1$ %,
 $\omega(\text{K}) = 62,9$ %,
 $m(\text{K} + \text{Na}) = 4,98$ кг.
 1344. $V(\text{CO}_2) = 12,0$ дм³.
 1345. CH₃COOK.
 1346. $\omega(\text{LiOH}) = 27,3$ %.
 1347. $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 471$ мг.
 1348. В растворе NaOH,
 в 2,14 раза.
 1349. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 12,0$ кг.
 1350. $m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 4,69$ г.
 1351. $V(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 3,08$ дм³.

1352. $m(\text{Na}) = 21,7 \text{ г}$,
 $V(\text{CO}) = 31,7 \text{ дм}^3$.
1353. $m(\text{AgCl} + \text{Ag}_2\text{O}) = 30,8 \text{ г}$.
1354. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 125 \text{ г}$.
1355. $\omega(\text{NaOH}) = 7,74 \%$.
1357. $\omega(\text{Na}) = 14,5 \%$,
 $\omega(\text{K}) = 24,6 \%$,
 $V(\text{Cl}_2) = 7,06 \text{ дм}^3$.
1358. $m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 50,1 \text{ г}$.
1359. $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,050 \text{ моль}$,
 $n(\text{NaHSO}_4) = 0,10 \text{ моль}$.
1360. $\omega(\text{NaCl}) = 64,6 \%$.
1361. $\omega(\text{Cu}) = 74,7 \%$.
1362. $\omega(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 51,4 \%$,
 $\omega(\text{Ag}_2\text{SO}_3) = 48,6 \%$.
1363. $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 19,9 \%$.
1364. $m(\text{KO}_2) = 44,4 \text{ кг}$.
1365. $t = 8,76 \text{ года}$,
 $m(\text{Na}^+) = 12,88 \text{ г}$,
 $\omega(\text{Na}^+) = 0,304 \%$.
1366. КН, изменится — будет два решения: КН и Са.
1379. $m(\text{CaCO}_3) = 1,01 \text{ г}$.
1380. $V(\text{H}_2) = 98,1 \text{ дм}^3$.
1381. $V(\text{CO}_2) = 3,79 \text{ дм}^3$.
1382. $m(\text{CaSO}_4) = 31,96 \text{ г}$.
1383. $m(\text{BaO}) = 1,53 \text{ г}$.
1384. $m(\text{Cu}) = 1,88 \text{ г}$.
1385. $\omega(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 7,04 \%$.
1386. $m(\text{BaSO}_4) = 292 \text{ мг}$.
1387. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 27,9 \text{ г}$.
1388. $\omega(\text{CaO}) = 68,6 \%$.
1389. $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 4,24 \text{ дм}^3$.
1390. $\eta(\text{CaO}) = 85,7 \%$.
1391. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.
1392. Fe.
1393. $x(\text{CaO}) = 70,6 \%$.
1394. Са.
1395. Са.
1396. Ва.
1397. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 4,79 \text{ г}$.
1410. $N(\text{Al}) = 3167$.
1411. $c(\text{Al}^{3+}) = 0,339 \text{ моль/дм}^3$.
1412. $V(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 60,2 \text{ см}^3$.
1413. $m(\text{NaAlO}_2) = 20,8 \text{ г}$.
1414. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 34,4 \text{ см}^3$,
 $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 103,3 \text{ см}^3$.
1415. $m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 739 \text{ г}$.
1416. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,23\text{H}_2\text{O}$.
1417. $Q = 149 \text{ кДж}$.
1418. $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 7,63 \text{ кг}$,
 $m(\text{Al}) = 2,37 \text{ кг}$.
1419. $m(\text{Al}) = 146 \text{ кг}$.
1420. $m(\text{Al}) = 8,89 \text{ т}$.
1421. $V(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 417 \text{ см}^3$,
 $V(\text{H}_2) = 6,64 \text{ дм}^3$.
1422. $\omega(\text{Al}) = 38,3 \%$.
1423. $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) = 63,0 \%$,
 $\omega(\text{Al}(\text{OH})_3) = 37,0 \%$.
1424. $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
1430. $\omega(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 46,9 \%$.
1431. $\omega(\text{Mn}_2\text{O}_3) = 68,0 \%$.
1432. $\omega(\text{CrO}) = 69,1 \%$.
1437. В 1,282 раза.
1438. $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 6,57 \%$.
1450. $m(\text{Fe}) = 186,5 \text{ г}$.
1451. $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 22,3 \text{ г}$.
1452. $V(\text{H}_2) = 12,6 \text{ дм}^3$.
1453. $\omega(\text{Fe}) = 34,4 \%$.
1454. Fe_3O_4 .
1455. Увеличилась в 1,144 раза.
1456. $V(\text{H}_2) = 2,30 \text{ дм}^3$.
1457. $m(\text{Ag} + \text{Cu}) = 4,864 \text{ г}$.
1458. $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 55,7 \%$,
 $\omega(\text{FeCl}_2) = 44,3 \%$.
1459. $\omega(\text{FeO}) = 23,94 \%$.
1460. $\omega(\text{Fe}) = 14,0 \%$,
 $\omega(\text{FeCl}_2) = 18,4 \%$.
1464. $N(\text{H}_2\text{O}) = 400$.
1465. $\omega(\text{Cr}) = 65 \%$.
1466. $V(\text{H}_2) = 106 \text{ дм}^3$.
1467. $\omega(\text{Fe}) = 37,0 \%$.
1468. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
1469. $V(\text{CO}) = 105 \cdot 10^3 \text{ м}^3$.
1470. $m(\text{Fe}) = 229 \text{ мг}$.

1471. $m(\text{Fe} + \text{C}) = 55,1 \text{ г.}$
 1472. $V(\text{крови}) = 4,95 \text{ дм}^3$.
 1473. $m(\text{руды}) = 1,753 \text{ т,}$
 $V(\text{древесины}) = 0,908 \text{ м}^3$,
 $V(\text{SO}_2) = 3,87 \cdot 10^3 \text{ м}^3$.
 1478. $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, $\omega(\text{Fe}) = 35,0 \text{ \%}$.
 1479. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 6,06 \text{ дм}^3$.
 1480. $m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 899 \text{ кг.}$
 1484. $x(\text{KMnO}_4) = 54,9 \text{ \%}$.
 1485. $V(\text{Cl}_2) = 2,09 \text{ дм}^3$.
 1486. MnOOH , Mn_3O_4 ,
 $m(\text{руды}) = 17,4 \text{ т.}$
 1488. $m(\text{Fe}) = 33,0 \text{ г.}$
 1489. Fe_3O_4 .
 1490. $m(\text{BaCO}_3) = 54,0 \text{ г,}$
 $m(\text{CaCO}_3) = 27,4 \text{ г,}$
 $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) =$
 $= 99,6 \text{ г,}$
 $V(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}) =$
 $= 764 \text{ см}^3$.
 1491. $N(\text{Co}) = 6,22 \cdot 10^{16}$.
 1496. $m(\text{SiO}_2) = 675 \text{ кг,}$
 $m(\text{кокса}) = 431 \text{ кг.}$
 1497. $m(\text{SiO}_2) = 667 \text{ кг,}$
 $m(\text{кокса}) = 281 \text{ кг.}$
 1498. $V(\text{SO}_2) = 2,52 \text{ м}^3$.
 1499. $V(\text{воздуха}) = 2,30 \text{ м}^3$.
 1500. $Q = 171 \text{ МДж,}$
 $V(\text{O}_2) = 9,75 \text{ м}^3$.
 1501. $\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = 24,0 \text{ \%}$.
 1502. $c(\text{CH}_3\text{COOH}) =$
 $= 58,3 \text{ ммоль/дм}^3$.
 1503. $m(\text{NaF}) = 300 \text{ г.}$
 1504. $m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 3,88 \text{ кг.}$
 1505. $n(\text{тироксина}) =$
 $= 60,2 \text{ мкмоль.}$
 1506. $m(\text{KIO}_3) = 143 \text{ мг.}$
 1507. $m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 167 \text{ кг.}$
 1508. $\omega(\text{Al}) = 19,9 \text{ \%}$.
 1509. $m(\text{Fe}) = 101 \text{ мг.}$
 1514. $V(\text{O}_2) = 50,9 \text{ м}^3$.
 1515. $m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 +$
 $+ (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 407 \text{ г.}$
 1516. $m(\text{угля}) = 8,25 \text{ т.}$
 1517. $m(\text{O}_2) = 2,40 \text{ кг,}$
 $V(\text{O}_2) = 1,68 \text{ м}^3$.
 1518. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 159 \text{ г.}$
 1519. $m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 +$
 $+ (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3) =$
 $= 21,37 \text{ кг.}$
 1520. $\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 37,3 \text{ \%}$.
 1521. $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 144 \text{ кг.}$
 1522. $\omega(\text{примесей}) = 2,89 \text{ \%}$.
 1523. $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_5\text{NCl}$.
 1527. $m(\text{Cu}) = 255 \text{ кг,}$
 $m(\text{Zn}) = 9,0 \text{ кг,}$
 $m(\text{Sn}) = 36,0 \text{ кг.}$
 1528. $\omega(\text{Be}) = 0,532 \text{ \%}$.
 1541. $m(\text{Ti}) = 18,3 \text{ т.}$
 1542. $m(\text{Cu}) = 23,1 \text{ т.}$
 1543. $m(\text{металлов}) = 170 \text{ г,}$
 $m(\text{грибов}) = 100 \text{ г.}$
 1544. $\text{Cu (A), Ag (B), CuSO}_4 \text{ (B),}$
 $\text{Ag}_2\text{SO}_4 \text{ (Г), Cu(NO}_3)_2 \text{ (Д),}$
 $\text{AgNO}_3 \text{ (E), AgCl (Ж);}$
 существует — CuCl ,
 можно получить
 $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}$.
 1545. $m(\text{Mg} + \text{Al}) = 3,08 \text{ г,}$
 $V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 621 \text{ см}^3$,
 $N(\text{H}_2) = 0,97 \cdot 10^{23}$.
 1546. $\omega(\text{Cr}) = 0,53 \text{ \%}$,
 $\omega(\text{Pb}) = 13,9 \text{ \%}$.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Условные обозначения.....	4
ГЛАВА 1. Основные понятия и законы химии	7
§ 1. Химия. Вещество, химический элемент, атом	7
§ 2. Простые и сложные вещества. Вещества молекулярного и немолекулярного строения	11
§ 3. Основные классы неорганических соединений.....	15
§ 3.1–3.5. *Оксиды. Кислоты. Основания. Соли... ..	22
§ 4. Количественные характеристики вещества.....	23
§ 5. Основные законы химии. Закон постоянства состава вещества. Закон сохранения массы веществ.....	27
§ 6. Закон Авогадро как один из основных законов химии.....	31
§ 6.1. *Молярная концентрация газа	34
ГЛАВА 2. Строение атома и периодический закон	35
§ 7. Строение атома	35
§ 8. Явление радиоактивности	37
§ 9. Состояние электрона в атоме	39
§ 10. Периодический закон в свете теории строения атома	42
§ 11. Периодичность изменения свойств атомов химических элементов и образуемых ими веществ.....	45
§ 12. Значение периодического закона и периодической системы Д. И. Менделеева для развития науки	48
ГЛАВА 3. Химическая связь и строение вещества	51
§ 13. Природа и типы химической связи	51
§ 14. Свойства химических связей.....	57
§ 14.1. *Гибридизация атомных орбиталей.....	61
§ 15. Валентность и степень окисления.....	62
§ 16. Типы кристаллических структур.....	65
§ 17. Межмолекулярное взаимодействие и водородная связь.....	68
ГЛАВА 4. Химические реакции.....	71
§ 18. Классификация и общие характеристики химических реакций	71
§ 18.1. *Окислительно-восстановительные реакции... ..	77
§ 19. Тепловые эффекты химических реакций.....	79
§ 20. Скорость химических реакций	82
§ 21. Факторы, влияющие на скорость химических реакций	88
§ 21.1. *Закон действующих масс	92
§ 22. Химическое равновесие	95
ГЛАВА 5. Химия растворов.....	101
§ 23. Растворение как физико-химический процесс	101
§ 24. Приготовление растворов.....	106
§ 25. Электролитическая диссоциация веществ в растворах.....	109
§ 26. Понятие о водородном показателе (рН) раствора.....	116

§ 27. Химические свойства кислот, оснований, солей в свете теории электролитической диссоциации.....	119
§ 27.1. *Гидролиз солей	123
ГЛАВА 6. Неметаллы.....	125
§ 28. Общая характеристика неметаллов.....	125
§ 29. Водород	129
§ 29.1. *Водородные соединения неметаллов и металлов... ..	134
§ 29.2. *Пероксид водорода	135
§ 30. Галогены	136
§ 31. Соединения галогенов	140
§ 32. Элементы VIA-группы. Кислород и сера	145
§ 32.1. *Озон.....	149
§ 33. Водородные соединения кислорода и серы	150
§ 34. Кислородные соединения серы.....	153
§ 35. Серная кислота.....	156
§ 36. Элементы VA-группы. Азот и фосфор	160
§ 37. Аммиак	164
§ 38. Азотная кислота	171
§ 39. Кислородсодержащие соединения фосфора	175
§ 40. Важнейшие минеральные удобрения	180
§ 41. Элементы IVA-группы. Углерод и кремний	183
§ 42. Угольная и кремниевая кислоты, их соли.....	189
ГЛАВА 7. Металлы.....	194
§ 43. Металлы. Общая характеристика	194
§ 44. Общие химические свойства металлов	197
§ 45. Общие способы получения металлов	202
§ 45.1. *Получение металлов электролизом водных растворов солей ..	205
§ 46. Щелочные металлы	206
§ 47. Металлы IIA-группы периодической системы	211
§ 48. Алюминий и его соединения.....	216
§ 48.1. *Общая характеристика металлов В-групп	220
§ 48.2. *Общая характеристика кислотно-основных свойств оксидов... ..	221
§ 49. Железо и его соединения.....	223
§ 50. Важнейшие соединения железа.....	227
§ 50.1. *Соединения хрома в различных степенях окисления	229
§ 50.2. *Соединения марганца в различных степенях окисления... ..	231
§ 50.3. *Применение и биологическая роль металлов В-групп... ..	233
ГЛАВА 8. Химические вещества в жизни и деятельности человека	235
§ 51. Роль химии в развитии цивилизации	235
§ 51.1. *Химия и сельское хозяйство.....	239
§ 52. Химическая промышленность Республики Беларусь в интересах устойчивого развития страны.....	240
§ 53. Охрана окружающей среды от вредного воздействия химических веществ. «Зелёная химия»	241
Приложение	245
Ответы	249

(Название учреждения образования)

Учебный год	Имя и фамилия учащегося	Состояние учебного пособия при получении	Оценка учащегося за пользование учебным пособием
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

Учебное издание

Хвалюк Виктор Николаевич

Резяпкин Виктор Ильич

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебное пособие для 11 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения

Редактор *О. В. Миненкова*

Художник обложки *К. К. Шестовский*

Правка *О. В. Миненковой,*

компьютерного набора *О. А. Праходской*

Компьютерная вёрстка *О. А. Праходской*

Корректор *А. В. Афанасенко*

Подписано в печать 17.02.2023. Формат 60×90 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 11,5. Тираж 46 680 экз. Заказ

Республиканское унитарное предприятие

«Издательство “Адукацыя і выхаванне”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/19 от 02.08.2013. Ул. Будённого, 21, 220070, г. Минск.

Республиканское унитарное предприятие

«Издательство “Белорусский Дом печати”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/102 от 01.04.2014.

Пр. Независимости, 79/1, 220013, г. Минск.

Правообладатель «Адукацыя і выхаванне»