

В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин

Сборник задач по **ХИМИИ**

8

класс



В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебное пособие для 8 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

Под редакцией В. Н. Хвалюка

*Допущено Министерством образования
Республики Беларусь*

Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2019

Правообладатель Адукацыя і выхаванне

УДК 54(075.3=161.1)
ББК 24я721
Х30

Рецензенты: кафедра химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (кандидат химических наук, доцент *А. Л. Козлова-Козыревская*); учитель химии высшей квалификационной категории государственного учреждения образования «Средняя школа № 22 г. Минска» *Л. Ф. Казак*

ISBN 978-985-599-064-3

© Хвалюк В. Н., Резяпкин В. И.,
2019
© Оформление. РУП «Издательство
“Адукацыя і выхаванне”», 2019

Правообладатель Адукацыя і выхаванне

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый сборник задач по химии предназначен для учащихся 8-го класса учреждений общего среднего образования, изучающих химию на базовом уровне. В нём содержатся задания на все основные типы расчётов, предусмотренных учебной программой по химии.

Представленный в сборнике материал разбит по темам и параграфам в полном соответствии с учебным пособием «Химия» для 8-го класса. Кроме основного материала, к каждому параграфу приводятся задания на повторение и закрепление пройденного материала.

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 условные обозначения, сокращения и единицы физических величин, рекомендованные Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC). Численные расчёты необходимо проводить с учётом точности исходных данных. При проведении вычислений следует использовать калькулятор, а промежуточные и конечные величины округлять до необходимой точности. В конце сборника приводятся некоторые справочные материалы и ответы на расчётные задачи.

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

Авторы будут признательны всем, кто сформулирует и пришлёт свои замечания, рекомендации по улучшению сборника по адресу: 220030, г. Минск, пр. Независимости, 4, Белорусский государственный университет, химический факультет.

Авторы

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

н. у. — нормальные условия (0 °С и 101,3 кПа).

$m_a(X)$ — масса атома X. Например, $m_a(C)$ — масса атома углерода (C).

$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ — постоянная атомной массы.

$m(X)$ — масса образца X (навески, порции, физического тела). Например, $m(Fe)$ — масса образца железа, $m(H_2O)$ — масса порции воды, $m(4SO_2)$ — масса порции из четырёх молекул SO_2 , $m(Al)$ — масса алюминиевой детали.

$A_r(X)$ — относительная атомная масса химического элемента X. Например, $A_r(Na)$ — относительная атомная масса натрия.

$N(X)$ — число частиц X (атомов, молекул, формульных единиц и др.). Например, $N(Na)$ — число атомов натрия, $N(H_2O)$ — число молекул воды, $N(NaCl)$ — число формульных единиц хлорида натрия.

$M_r(X)$ — относительная молекулярная (вещество X имеет молекулярное строение) или формульная (вещество X имеет немолекулярное строение) масса. Например, $M_r(CO_2)$ — относительная молекулярная масса углекислого газа, $M_r(NaCl)$ — относительная формульная масса хлорида натрия, $M_r(Mg)$ — относительная формульная масса магния.

$M(X)$ — молярная масса вещества X. Например, $M(CuSO_4)$ — молярная масса $CuSO_4$.

$w(X)$ — массовая доля X (химического элемента, простого или сложного вещества) в смеси, в составе сложного вещества, в растворе и т. д. Например, $w(Fe)$ — массовая доля химического элемента железа; $w(O_2)$ — массовая доля O_2 .

$V(X)$ — объём газа X. Например, $V(O_2)$ — объём кислорода.

$V_m = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}$ — молярный объём газа при нормальных условиях.

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ — постоянная Авогадро.

Q — количество теплоты, выделившейся или поглощённой в результате протекания химической реакции.

ПОВТОРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ КУРСА ХИМИИ VII КЛАССА. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОНЯТИЯ В ХИМИИ

§ 1. Атомы. Химические элементы. Относительная атомная масса

Пример 1. Рассчитайте массу 20 атомов брома.

Дано:	Решение
$N(\text{Br}) = 20$	Для того чтобы рассчитать массу 20 атомов брома, необходимо сначала рассчитать массу одного атома брома, а затем полученную величину умножить на 20.
$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	
$m(20\text{Br}) = ?$	

$$m(20\text{Br}) = 20 \cdot m_a(\text{Br}).$$

$$m_a(\text{Br}) = 1 \text{ u} \cdot A_r(\text{Br}) = 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 80 = 1,33 \cdot 10^{-25} \text{ кг}.$$

$$m(20\text{Br}) = 20 \cdot 1,33 \cdot 10^{-25} \text{ кг} = 2,66 \cdot 10^{-24} \text{ кг}.$$

Ответ: $m(20\text{Br}) = 2,66 \cdot 10^{-24} \text{ кг}$.

1. Приведите по одному примеру физических тел, в состав которых входит указанное вещество:

- | | |
|-------------|----------------------|
| а) графит; | д) вода; |
| б) железо; | е) ртуть; |
| в) глюкоза; | ж) карбонат кальция; |
| г) серебро; | з) хлорофилл. |

2. Приведите по одному примеру физических тел, в состав которых входит указанное вещество:

- | | |
|----------------------|------------------------|
| а) золото; | д) хлорид натрия; |
| б) серная кислота; | е) цинк; |
| в) вольфрам; | ж) оксид углерода(IV); |
| г) оксид свинца(IV); | з) оксид кремния(IV). |

3. Приведите по два примера физических тел, состоящих:

- из одного вещества;
- из нескольких веществ.

Назовите известные вам вещества, которые входят в состав каждого из указанных физических тел.

4. Назовите хотя бы одно вещество, которое входит в состав каждого из следующих физических тел:

- а) школьный мелок;
- б) лампочка накаливания;
- в) зубная паста;
- г) шоколадка;
- д) воздух;
- е) зелёный лист дуба.

5. Назовите хотя бы одно вещество, которое входит в состав каждого из следующих физических тел:

- а) простой карандаш;
- б) канцелярская скрепка;
- в) обручальное кольцо;
- г) молоток;
- д) медицинский термометр;
- е) шампунь для волос;
- ж) апельсин;
- з) морская ракушка.

6. В каких случаях речь идёт о химических явлениях, а в каких — о физических:

- а) мел «шипит», если его облить уксусом;
- б) при горении природного газа образуются пары воды;
- в) блестящий бронзовый памятник со временем покрывается зеленоватым налётом;
- г) если серебряный слиток погрузить в воду, то он опустится на дно;
- д) лёд при нагревании превращается в воду;
- е) если кусочек сахара бросить в воду и перемешать, то он «исчезнет»;
- ж) при сильном нагревании сахар становится чёрным;
- з) если медную проволоку облить азотной кислотой, то происходит образование бурого газа;
- и) при горении дров выделяется тепло?

7. Приведите по три примера названий газообразных, жидких и твёрдых веществ. Кратко укажите, для чего используются или где встречаются эти вещества.

8. Что из перечисленного ниже относится к физическим свойствам вещества:

- а) форма частиц твёрдого вещества;
- б) масса навески вещества;
- в) стоимость единицы массы;
- г) размер частиц твёрдого вещества;
- д) температура кипения;
- е) цвет кристаллов;
- ж) твёрдость кристаллов?

9. Перечислите известные вам физические свойства следующих веществ:

- | | |
|----------------------|--------------|
| а) железо; | д) медь; |
| б) углекислый газ; | е) графит; |
| в) алмаз; | ж) кислород; |
| г) карбонат кальция; | з) ртуть. |

10. Рассчитайте величину массы 1 а. е. м., если она равна:

- а) $\frac{1}{16}$ части массы атома кислорода;
- б) $\frac{3}{14}$ части массы атома кремния;
- в) $\frac{1}{10}$ части массы атома углерода;
- г) $\frac{2}{7}$ частям массы атома гелия.

11. Рассчитайте массу порции, содержащей:

- а) три атома магния;
- б) $3,01 \cdot 10^{23}$ атомов натрия;
- в) шесть атомов водорода и пять атомов гелия;
- г) $6,02 \cdot 10^{22}$ атомов железа и $3,01 \cdot 10^{22}$ атомов алюминия.

12. Рассчитайте число атомов, содержащихся в каждой порции:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| а) $m(\text{Na}) = 12,8 \text{ г}$; | в) $m(\text{Ca}) = 680 \text{ мг}$; |
| б) $m(\text{He}) = 1,56 \text{ кг}$; | г) $m(\text{Ag}) = 10,6 \text{ т}$. |

13. Величина атомной единицы массы является результатом соглашения химиков и может быть изменена. Представьте, что в качестве атомной единицы массы приняли $\frac{3}{20}$ части массы атома серы. Рассчитайте, какой будет при этом относительная атомная масса следующих химических элементов:

- | | |
|-------------|-------------|
| а) фосфора; | в) серебра; |
| б) натрия; | г) ртути. |

14. Для каждой пары порций указанных веществ с помощью расчёта выберите ту, которая содержит большее число атомов при н. у.:

- а) 50 т Cu и 4000 кг S; в) 20 кг C и 5,0 кг Fe;
 б) 300 мг He и 0,80 г Ar; г) 3,80 кг P и 990 г S.

§ 2. Молекулы. Простые и сложные вещества. Химические формулы. Относительная молекулярная масса

Пример 2. Химический анализ показал, что массовые доли фосфора и кислорода в неизвестной кислоте соответственно равны 46,93 % и 48,49 %. Определите эмпирическую формулу кислоты.

Дано: $w(P) = 46,93 \%$ $w(O) = 48,49 \%$ $H_xP_yO_z - ?$	Решение В состав любой кислоты обязательно входят атомы водорода. Рассчитаем массовую долю водорода в кислоте:
--	---

$$w(H) = 100 \% - w(P) - w(O) = 100 \% - 46,93 \% - 48,49 \% = 4,58 \%$$

$$n(H) : n(P) : n(O) = \frac{w(H)}{A_r(H)} : \frac{w(P)}{A_r(P)} : \frac{w(O)}{A_r(O)} = \frac{4,58}{1} : \frac{46,93}{31} : \frac{48,49}{16} = 4,58 : 1,514 : 3,030 = 3 : 1 : 2.$$

Эмпирическая формула кислоты H_3PO_2 .

Ответ: H_3PO_2 .

Пример 3. Рассчитайте число всех атомов в навеске карбоната кальция массой 500 мг.

Дано: $m(CaCO_3) = 500 \text{ мг}$ $1 \text{ у} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $N(Ca + C + O) - ?$	Решение Чтобы рассчитать число всех атомов в заданной навеске, следует рассчитать число формульных единиц в ней $N(CaCO_3)$ и полученную величину умножить на число атомов в одной формульной единице.
--	---

В состав одной формульной единицы карбоната кальция CaCO_3 входят 1 атом кальция, 1 атом углерода и 3 атома кислорода, всего $1 + 1 + 3 = 5$ атомов.

$$N(\text{Ca} + \text{C} + \text{O}) = 5 \cdot N(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(1\text{CaCO}_3)}.$$

Масса одной формульной единицы карбоната кальция $m(1\text{CaCO}_3)$ равна сумме масс всех атомов, входящих в её состав: 1 атома кальция, 1 атома углерода и 3 атома кислорода.

$$m(1\text{CaCO}_3) = m_a(\text{Ca}) + m_a(\text{C}) + 3 \cdot m_a(\text{O}) = 1 \text{ у} \cdot A_r(\text{Ca}) + 1 \text{ у} \times A_r(\text{C}) + 3 \cdot 1 \text{ у} \cdot A_r(\text{O}) = 1 \text{ у} \cdot (A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O})) = 1 \text{ у} \cdot M_r(\text{CaCO}_3).$$

$$M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100.$$

$$m(1\text{CaCO}_3) = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 100 = 1,66 \cdot 10^{-25} \text{ кг}.$$

$$N(\text{Ca} + \text{C} + \text{O}) = 5 \cdot \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(1\text{CaCO}_3)} = 5 \cdot \frac{0,500 \cdot 10^3 \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-25} \text{ кг}} = 1,88 \cdot 10^{22}.$$

Ответ: $N(\text{Ca} + \text{C} + \text{O}) = 1,88 \cdot 10^{22}$.

Пример 4. Основным веществом мрамора является карбонат кальция. Рассчитайте массу всех атомов кальция в порции мрамора массой 18,6 кг, если массовая доля карбоната кальция в нём равна 96,8 %.

Дано:

$$m(\text{мрамора}) = 18,6 \text{ кг}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 96,8 \%$$

$$m(\text{Ca}) \text{ — ?}$$

Решение

Рассчитаем массу карбоната кальция, содержащегося в 18,6 кг мрамора.

$$m(\text{CaCO}_3) = w(\text{CaCO}_3) \cdot m(\text{мрамора}) = \frac{96,8}{100} \cdot 18,6 \text{ кг} = 18,0 \text{ кг}.$$

Чтобы рассчитать массу кальция в такой навеске карбоната кальция, сначала следует рассчитать массовую долю кальция в CaCO_3 , а затем полученную величину умножить на массу CaCO_3 .

$$w(\text{Ca}) = \frac{1 \cdot A_r(\text{Ca})}{M_r(\text{CaCO}_3)} = \frac{1 \cdot 40}{40 + 12 + 3 \cdot 16} = 0,400.$$

$$m(\text{Ca}) = w(\text{Ca}) \cdot m(\text{CaCO}_3) = 0,400 \times 18,0 \text{ кг} = 7,20 \text{ кг.}$$

Ответ: $m(\text{Ca}) = 7,20 \text{ кг.}$

15. Из приведённого перечня выберите и запишите в тетради по отдельности формулы простых и сложных веществ: He, H₂SO₄, Na₂O, CaCl₂, SO₂, CO, Mg, P₄, O₂, KCl, Ba(NO₃)₂, Fe, H₂S, NO₂, N₂, K₂SO₄, NH₃, P₂O₅, N₂O, O₃.

16. Атомы химических элементов могут проявлять постоянную или переменную валентность. Приведите по два примера химических элементов, которые проявляют постоянную и переменную валентность, укажите валентность каждого из них.

17. Составьте формулы соединений, содержащих атомы и группы атомов с указанной валентностью:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| а) Al и SO ₄ (II); | г) S(VI) и O; |
| б) Fe(III) и OH(I); | д) K и PO ₄ (III); |
| в) Mg(II) и Cl(I); | е) Na и O. |

18. Укажите верные утверждения:

- а) при разложении сложных веществ могут образоваться только простые вещества;
- б) при разложении простого вещества может образоваться другое простое вещество;
- в) при разложении сложного вещества могут образоваться как простые, так и сложные вещества;
- г) все сложные вещества имеют молекулярное строение при нормальных условиях;
- д) свойства сложного вещества зависят от его качественного и количественного состава;
- е) среди веществ немолекулярного строения есть сложные вещества.

19. Укажите верные утверждения относительно понятия «химическая формула»:

- а) характеризует только количественный состав вещества;
- б) имеется у всех веществ;
- в) зная химическую формулу вещества, можно рассчитать его молярную массу;
- г) выражает качественный состав вещества;
- д) имеется только у веществ немолекулярного строения;

е) показывает пространственное строение молекулы данного вещества;

ж) содержит информацию о физических свойствах вещества.

20. Из приведённого перечня формул веществ выберите те, состав которых выражается формульной единицей:

а) H_2SO_4 , FeF_2 , S_8 , C (алмаз);

б) MgO , Cu , P_4 , H_3PO_4 , Na_2S ;

в) HCl , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, PbI_2 , PCl_3 , NH_3 ;

г) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CH_3COOH , C (графит), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

21. Рассчитайте относительную молекулярную (формульную) массу для следующих веществ:

а) S_8 ;

д) SO_2 ;

б) AgNO_3 ;

е) Cl_2 ;

в) KNO_3 ;

ж) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;

г) H_2O ;

з) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

22. Рассчитайте число атомов железа в образце FeSO_4 массой 63,0 г.

23. Рассчитайте число атомов кислорода, содержащихся в навеске кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ массой 4,86 т.

24. Рассчитайте массу порции, содержащей:

а) 500 формульных единиц CuSO_4 ;

б) 350 формульных единиц карбоната кальция и 250 формульных единиц нитрата калия;

в) $4,0 \cdot 10^{20}$ молекул углекислого газа;

г) $6,85 \cdot 10^{21}$ формульных единиц медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

25. Рассчитайте число атомов всех химических элементов, содержащихся в образце кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ массой 15,0 кг.

26. Смесь состоит из гидроксида калия массой 730 мг и гидроксида кальция массой 1,30 г. Рассчитайте число атомов водорода, входящих в состав веществ смеси.

27. Общее число всех атомов в образце медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ составляет $2,24 \cdot 10^{20}$. Рассчитайте число атомов кислорода в этом образце.

28. К азоту массой 200 мг добавили кислород массой 750 мг. Рассчитайте, какое число молекул азота приходится на 1000 молекул кислорода в образовавшейся газовой смеси.

29. Масса смеси, состоящей из кислорода и озона, составляет 60,0 г. Число молекул озона в смеси в три раза меньше числа молекул кислорода. Рассчитайте число молекул кислорода в смеси.

30. Рассчитайте массовую долю водорода в следующих веществах:

- а) серная кислота;
- б) аммиак;
- в) вода;
- г) гидроксид натрия.

31. Смесь состоит из азотной кислоты массой 23,0 г и серной кислоты массой 48,0 г. Рассчитайте отношение числа атомов кислорода к числу атомов водорода в этой смеси.

32. В образце оксида хлора массой 366 мг содержится $8,43 \cdot 10^{21}$ атомов кислорода. Установите формулу этого оксида хлора.

33. Фосфор образует ряд кислот, в состав молекул которых входят атомы водорода, фосфора и кислорода. В состав молекулы одной из таких кислот входит два атома кислорода. Порция этой кислоты массой 66,0 мг содержит $1,204 \cdot 10^{21}$ атомов кислорода. Рассчитайте относительную молекулярную массу этой фосфорной кислоты.

34. Витамин С (аскорбиновая кислота) является для человека важнейшим компонентом пищи. При его остром недостатке развивается заболевание цинга, которое характеризуется кровоточивостью дёсен, замедленным восстановлением тканей после физических повреждений, выпадением волос, ломкостью ногтей, быстрой утомляемостью, расшатыванием и выпадением зубов. Определите формулу аскорбиновой кислоты, если известно, что её относительная молекулярная масса составляет 176, а массовые доли углерода, водорода и кислорода соответственно равны 40,92 %, 4,58 % и 54,50 %.

35. Аденозинтрифосфорная кислота (кратко обозначается как АТФ) является универсальным источником энергии для многих биологических процессов, в том числе для

мышечного сокращения. Рассчитайте, какое число атомов фосфора содержится в одной молекуле АТФ, если её относительная молекулярная масса равна 507, а массовая доля фосфора в ней равна 18,34 %.

36. Массовая доля железа в образце железной руды составляет 28,6 %. Рассчитайте массовую долю оксида железа(III) в этом образце руды.

§ 3. Химическое количество вещества

37. Для каждого варианта укажите, как изменится:

а) масса порции вещества, если его химическое количество увеличить в 5 раз;

б) химическое количество вещества, если его навеску уменьшить в 7 раз;

в) число молекул воды, если её химическое количество увеличить в 10 раз;

г) общее число атомов в порции воды, если её химическое количество увеличить в 3 раза;

д) отношение числа атомов водорода к числу атомов кислорода в порции воды, если её массу увеличить в 6 раз;

е) химическое количество воды, если общее число всех атомов увеличится в 15 раз;

ж) масса навески серной кислоты, если общее число атомов в ней уменьшится в 14 раз.

38. Во сколько раз химическое количество атомов водорода больше химического количества атомов алюминия в любой порции гидроксида алюминия?

39. Рассчитайте, во сколько раз химическое количество всех атомов в любой порции карбоната кальция больше химического количества атомов кислорода в этой порции.

40. Во сколько раз увеличится масса некоторой порции кислорода, если к ней добавить такое же химическое количество O_2 ?

41. В порции аммиака NH_3 содержится $1,20 \cdot 10^{22}$ молекул, а в порции озона O_3 — $0,400 \cdot 10^{22}$ молекул. Рассчитайте отношение химического количества атомов азота к химическому количеству атомов кислорода.

§ 4. Моль — единица химического количества вещества. Постоянная Авогадро

Пример 5. В сосуде находится $3,01 \cdot 10^{22}$ молекул углекислого газа CO_2 . Рассчитайте химическое количество кислорода и число атомов кислорода в этой порции газа.

Дано: $N(\text{CO}_2) = 3,01 \cdot 10^{22}$ $n(\text{O}) - ?$ $N(\text{O}) - ?$	Решение Поскольку в 1 молекуле CO_2 содержится 2 атома кислорода, то $N(\text{O}) = 2 \cdot N(\text{CO}_2) = 2 \cdot 3,01 \cdot 10^{22} = 6,02 \cdot 10^{22}$.
--	--

$$n(\text{O}) = \frac{N(\text{O})}{N_A} = \frac{6,02 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,10 \text{ моль.}$$

Ответ: $N(\text{O}) = 6,02 \cdot 10^{22}$; $n(\text{O}) = 0,10$ моль.

Пример 6. Смешали Cu_2O химическим количеством 0,16 моль и Fe_2O_3 химическим количеством 0,44 моль. Рассчитайте, какое число атомов кислорода входит в состав веществ, находящихся в смеси.

Дано: $n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,16$ моль $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,44$ моль $N(\text{O}) - ?$	Решение Поскольку в состав одной формульной единицы Cu_2O входит 1 атом кислорода, то $n_1(\text{O}) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,16$ моль.
--	--

Поскольку в состав одной формульной единицы Fe_2O_3 входит 3 атома кислорода, то

$$n_2(\text{O}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 0,44 \text{ моль} = 1,32 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}) = n_1(\text{O}) + n_2(\text{O}) = 0,16 \text{ моль} + 1,32 \text{ моль} = 1,48 \text{ моль};$$

$$N(\text{O}) = n(\text{O}) \cdot N_A = 1,48 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 8,91 \cdot 10^{23}.$$

Ответ: $N(\text{O}) = 8,91 \cdot 10^{23}$.

42. Рассчитайте число атомов в образце, содержащем калий химическим количеством:

а) 2,3 моль;

г) 6,5 Ммоль;

б) 34 ммоль;

д) 0,058 нмоль;

в) 0,43 кмоль;

е) 0,60 Гмоль.

43. В сосуде содержится $4,34 \cdot 10^{24}$ молекул воды. Вычислите химическое количество воды в этом сосуде.

44. Рассчитайте химическое количество Na_2CO_3 в порции, содержащей $8,12 \cdot 10^{23}$ его формульных единиц.

45. Какое число атомов содержится в серной кислоте химическим количеством 3,00 моль?

46. В порции фосфорной кислоты H_3PO_4 содержится $7,57 \cdot 10^{23}$ атомов кислорода. Рассчитайте, какое химическое количество фосфорной кислоты содержится в этой порции.

47. Первый образец содержит озон химическим количеством 75 кмоль, а второй — кислород химическим количеством 0,24 Ммоль. В каком образце число атомов кислорода больше и во сколько раз?

48. Начертите в тетради таблицу и заполните в ней пустые клеточки.

Формула вещества	Химическое количество	Число молекул или формульных единиц	Число атомов кислорода
NO	0,63 моль		
Al_2O_3		$3,01 \cdot 10^{22}$	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			$1,204 \cdot 10^{24}$

49. Смесь состоит из CuO химическим количеством 2,30 моль и Cu_2O химическим количеством 4,20 моль. Рассчитайте число атомов меди в этой смеси.

50. Смесь состоит из K_2SO_4 химическим количеством 6,35 моль и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ химическим количеством 0,75 моль. Какое число атомов кислорода содержится в этой смеси?

51. В образце неизвестного вещества содержится $6,02 \times 10^{23}$ атомов натрия, $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов хлора и $1,806 \cdot 10^{24}$ атомов кислорода. Установите формулу вещества.

52. Относительная молекулярная масса неизвестного вещества равна 28. Образец этого вещества содержит углерод

химическим количеством 0,30 моль и водород химическим количеством 0,60 моль. Установите формулу этого вещества.

53. Образец неизвестного вещества содержит $3,01 \cdot 10^{23}$ атомов азота и $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов водорода. Относительная молекулярная масса вещества равна 32. Установите молекулярную формулу вещества.

54. Массовая доля цинка в его сплаве с медью составляет 58,0 %. Рассчитайте, какое число атомов меди содержится в 4,50 г такого сплава.

§ 5. Молярная масса. Молярный объём

Пример 7. Химическое количество молекул неизвестного органического вещества в порции равно 340 ммоль, а её масса составляет 162 г. Рассчитайте молярную массу неизвестного органического вещества.

Дано: $n(X) = 340$ ммоль $m(X) = 162$ г	Решение
$M(X) — ?$	$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)} = \frac{162 \text{ г}}{0,340 \text{ моль}} =$ $= 476 \text{ г/моль.}$ <p>Ответ: $M(X) = 476 \text{ г/моль.}$</p>

Пример 8. В некоторой порции вещества немольного строения содержится $8,96 \cdot 10^{24}$ его формульных единиц, а масса этой порции равна 1,83 кг. Рассчитайте молярную массу этого вещества.

Дано: $N(X) = 8,96 \cdot 10^{24}$ $m(X) = 1,83$ кг	Решение
$M(X) — ?$	$n(X) = \frac{N(X)}{N_A} = \frac{8,96 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} =$ $= 14,9 \text{ моль;}$ $M(X) = \frac{m(X)}{n(X)} = \frac{1830 \text{ г}}{14,9 \text{ моль}} =$ $= 123 \text{ г/моль.}$ <p>Ответ: $M(X) = 123 \text{ г/моль.}$</p>

Пример 9. Какой объём (н. у.) занимает водород H_2 химическим количеством 2,50 моль? Какое число атомов водорода содержится в такой смеси?

Дано:	Решение
$n(H_2) = 2,50$ моль	$V(H_2) = n(H_2) \cdot V_m = 2,50 \text{ моль} \times$
$V_m = 22,4 \text{ дм}^3$	$\times 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} = 56,0 \text{ дм}^3.$
$V(H_2) — ?$	$N(H_2) = n(H_2) \cdot N_A = 2,50 \text{ моль} \times$
$N(H) — ?$	$\times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 15,05 \cdot 10^{23}.$

Молекула водорода H_2 состоит из двух атомов, поэтому число атомов водорода всегда будет в 2 раза больше числа молекул:

$$N(H) = 2 \cdot N(H_2) = 2 \cdot 15,05 \cdot 10^{23} = 30,1 \cdot 10^{23}.$$

Ответ: $V(H_2) = 56,0 \text{ дм}^3$; $N(H) = 30,1 \cdot 10^{23}$.

55. Рассчитайте молярные массы следующих веществ:

а) Fe, KF, Na_3PO_4 ;

б) H_2SO_3 , $Fe(OH)_3$, NH_3 ;

в) C_2H_6 , $Al_2(SO_4)_3$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$;

г) S_8 , $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$.

56. Начертите в тетради таблицу и заполните в ней пустые клеточки.

Формула вещества	Химическое количество вещества, n	Молярная масса вещества, M , г/моль	Масса вещества, m
CaS			22 г
Fe_2O_3	3,60 моль		
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$			120 г
Неизвестное вещество X	0,15 моль		2,70 г

57. Укажите верные утверждения. При нормальных условиях все газообразные вещества химическим количеством 1 моль:

а) обладают одинаковой молярной массой;

б) имеют одинаковую массу;

- в) имеют одинаковый объём;
- г) занимают объём, равный 22,4 дм³;
- д) содержат равное число структурных единиц.

58. Начертите в тетради таблицу и заполните в ней пустые клеточки.

Формула газообразного вещества	Химическое количество вещества, n	Объём (н. у.) вещества, V	Масса вещества, m
NO ₂	2,60 моль		
CH ₄			24 г
SO ₂		11,2 дм ³	

59. Какое химическое количество каждого из веществ содержится в:

- а) железе массой 2,50 кг;
- б) озоне массой 140 мг;
- в) карбонате кальция массой 24,8 г;
- г) 16-каратном бриллианте (1 карат = 0,200 г);
- д) метане массой 50,0 т?

60. Рассчитайте химическое количество и число формульных единиц в порции гидроксида магния Mg(OH)₂ массой 56,0 г.

61. Чему равно число молекул и общее число всех атомов в порции углекислого газа объёмом (н. у.) 100 дм³?

62. Рассчитайте объём (н. у.) газообразной смеси, состоящей из кислорода массой 120 г и азота массой 300 г.

§ 6. Вычисление химического количества вещества по его массе и массы вещества по его химическому количеству

Пример 10. Газообразная смесь состоит из кислорода и азота, химические количества которых соответственно равны 2,58 моль и 4,12 моль. Рассчитайте среднюю молярную массу смеси.

Дано:

$$n(\text{O}_2) = 2,58 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 4,12 \text{ моль}$$

$$M(\text{O}_2 + \text{N}_2) \text{ — ?}$$

Решение

$$M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32;$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 2,58 \text{ моль} \times \\ \times 32 \text{ г/моль} = 82,56 \text{ г};$$

$$M_r(\text{N}_2) = 2 \cdot A_r(\text{N}) = 2 \cdot 14 = 28;$$

$$M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{N}_2) = 4,12 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 115,36 \text{ г};$$

$$m(\text{O}_2 + \text{N}_2) = m(\text{O}_2) + m(\text{N}_2) = 82,56 \text{ г} + 115,36 \text{ г} = 197,92 \text{ г};$$

$$n(\text{O}_2 + \text{N}_2) = n(\text{O}_2) + n(\text{N}_2) = 2,58 \text{ моль} + 4,12 \text{ моль} = \\ = 6,70 \text{ моль};$$

$$M(\text{O}_2 + \text{N}_2) = \frac{m(\text{O}_2 + \text{N}_2)}{n(\text{O}_2 + \text{N}_2)} = \frac{197,92 \text{ г}}{6,70 \text{ моль}} = 29,54 \text{ г/моль}.$$

Ответ: $M(\text{O}_2 + \text{N}_2) = 29,54 \text{ г/моль}$.

Пример 11. Химическим анализом установлено, что массы кальция и хлора в составе образца неизвестного вещества соответственно равны 0,240 г и 0,426 г. Определите состав формульной единицы неизвестного вещества.

Дано:

$$m(\text{Ca}) = 0,240 \text{ г}$$

$$m(\text{Cl}) = 0,426 \text{ г}$$

$$\text{Ca}_x\text{Cl}_y \text{ — ?}$$

Решение

$$n(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{0,240 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} =$$

$$= 0,0060 \text{ моль};$$

$$n(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl})} = \frac{0,426 \text{ г}}{35,5 \text{ г/моль}} = 0,0120 \text{ моль};$$

$$x : y = n(\text{Ca}) : n(\text{Cl}) = 0,0060 : 0,0120 = 1 : 2.$$

Состав формульной единицы неизвестного вещества CaCl_2 .

Ответ: CaCl_2 .

Пример 12. Рассчитайте массовую долю кислорода в смеси, состоящей из CuSO_4 массой 120 г и Na_2SO_4 массой 36,0 г.

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4) = 120 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 36,0 \text{ г}$$

$$w(\text{O}) \text{ — ?}$$

Решение

$$M_r(\text{CuSO}_4) = A_r(\text{Cu}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = \\ = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160;$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{120 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,750 \text{ моль.}$$

Поскольку в 1 формульной единице CuSO_4 содержится 4 атома кислорода, то:

$$n_1(\text{O}) = 4 \cdot n(\text{CuSO}_4) = 4 \cdot 0,75 \text{ моль} = 3,00 \text{ моль};$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot A_r(\text{Na}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142;$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{36,0 \text{ г}}{142 \text{ г/моль}} = 0,254 \text{ моль.}$$

Поскольку в одной формульной единице Na_2SO_4 содержится 4 атома кислорода, то:

$$n_2(\text{O}) = 4 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 4 \cdot 0,254 \text{ моль} = 1,016 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}) = n_1(\text{O}) + n_2(\text{O}) = 3,00 \text{ моль} + 1,016 \text{ моль} = 4,016 \text{ моль};$$

$$m(\text{O}) = n(\text{O}) \cdot M(\text{O}) = 4,016 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} = 64,3 \text{ г};$$

$$m(\text{смеси}) = m(\text{CuSO}_4) + m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 120 \text{ г} + 36,0 \text{ г} = 156 \text{ г};$$

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{64,3 \text{ г}}{156 \text{ г}} = 0,412.$$

Ответ $w(\text{O}) = 0,412 = 41,2 \%$.

63. Образец содержит $3,01 \cdot 10^{22}$ формульных единиц безводной соды Na_2CO_3 . Рассчитайте химическое количество Na_2CO_3 в образце и его массу.

64. Рассчитайте число и химическое количество атомов кислорода, содержащихся в озоне O_3 массой 23,0 кг.

65. Вычислите химические количества атомов каждого из химических элементов в навеске $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ массой 320 г.

66. В образце безводной соды Na_2CO_3 какой массы содержится $1,806 \cdot 10^{22}$ атомов кислорода? Рассчитайте химическое количество Na_2CO_3 в этом образце.

67. В чайной ложке вмещается примерно 5 г глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Рассчитайте, какое химическое количество атомов содержится в 5 чайных ложках глюкозы.

68. Кислород каким химическим количеством содержится в смеси, состоящей из CaO массой 5,60 г и CaCO₃ химическим количеством 0,10 моль?

69. В составе неизвестного соединения массы атомов кислорода и атомов серы равны. Определите формулу этого вещества.

70. Рассчитайте среднюю молярную массу газообразной смеси, состоящей из озона и кислорода, массы которых равны.

71. Рассчитайте массовую долю кислорода в эквимольной (т. е. содержащей равные химические количества компонентов) смеси оксида железа(III) и оксида меди(II).

§ 7. Вычисление химического количества газа по его объёму и объёма газа по его химическому количеству

Пример 13. Какое число атомов кислорода содержится в порции озона объёмом (н. у.) 20,0 м³?

Дано: $V(\text{O}_3) = 20,0 \text{ м}^3$	Решение
$N(\text{O}) - ?$	$n(\text{O}_3) = \frac{V(\text{O}_3)}{V_m} = \frac{20,0 \cdot 10^3 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} =$
	$= 893 \text{ моль.}$
	$N(\text{O}_3) = n(\text{O}_3) \cdot N_A = 893 \text{ моль} \cdot 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 5,38 \cdot 10^{26}.$

Молекула озона состоит из трёх атомов кислорода, и поэтому число атомов будет всегда в три раза больше, чем число молекул:

$$N(\text{O}) = 3 \cdot N(\text{O}_3) = 3 \cdot 5,38 \cdot 10^{26} = 1,61 \cdot 10^{27}.$$

$$\text{Ответ } N(\text{O}) = 1,61 \cdot 10^{27}.$$

72. Рассчитайте массу порции, содержащей:

- аммиак объёмом (н. у.) 13,5 дм³;
- водород объёмом (н. у.) 20,5 м³;
- гелий объёмом (н. у.) 34,6 см³;

г) азот объёмом (н. у.) 240 см^3 и кислород химическим количеством 500 ммоль .

73. Рассчитайте химическое количество атомов кислорода в образце NO_2 объёмом (н. у.) $44,8 \text{ см}^3$.

74. Газообразная смесь состоит из водорода H_2 массой $4,00 \text{ г}$ и кислорода O_2 массой $8,00 \text{ г}$. Определите объём (н. у.) этой смеси.

75. Газы O_2 , NH_3 , CH_4 , HCl при н. у. занимают равные объёмы. Масса порции какого газа наибольшая?

76. Порция азота (н. у.) имеет объём $12,3 \text{ дм}^3$. Аммиак какого объёма (н. у.) будет иметь такую же массу?

§ 8. Химические реакции

77. Перечислите признаки, по которым можно отличить химическую реакцию от других процессов.

78. Укажите, чем отличается схема химической реакции от уравнения химической реакции. Могут ли они совпадать? Приведите три примера схем и соответствующих им уравнений химических реакций.

79. Почему уравнение химической реакции является условной записью? Опишите происходящее при химической реакции водорода и кислорода с образованием воды не с помощью уравнения химической реакции.

80. Ниже представлено описание взаимодействия двух веществ в виде предложения, в котором содержится вся необходимая информация для понимания сути происходящего процесса: *«При взаимодействии одной молекулы метана с двумя молекулами кислорода образуется одна молекула углекислого газа и две молекулы воды»*. Запишите сказанное с помощью принятых в химии условных обозначений. Как называется такая условная запись?

81. Что показывают коэффициенты перед веществами в уравнениях химических реакций? Могут ли они иметь не целые (дробные) значения?

82. Составьте уравнения химических реакций:

а) между оксидом натрия и водой с образованием гидроксида натрия;

б) между цинком и соляной кислотой с образованием газообразного водорода и хлорида цинка;

в) между фосфорной кислотой и гидроксидом кальция с образованием осадка фосфата кальция и воды;

г) между алюминием и серой с образованием сульфида серы;

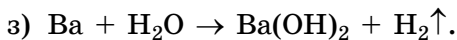
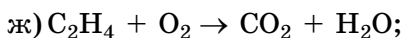
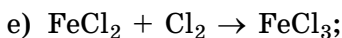
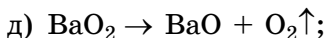
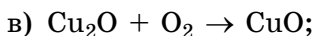
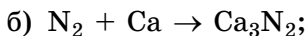
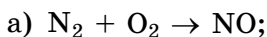
д) между железом и кислородом с образованием оксида железа(II, III);

е) между оксидом железа(III) и водородом с образованием железа и воды;

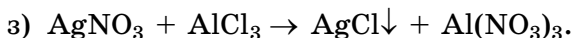
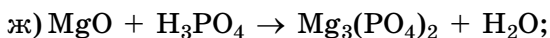
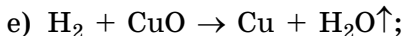
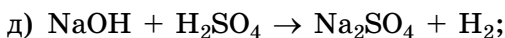
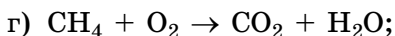
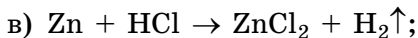
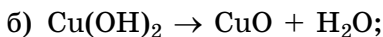
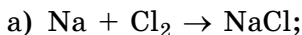
ж) между углекислым газом и гидроксидом бария с образованием осадка карбоната бария и воды;

з) разложения карбоната меди(II) на газообразный углекислый газ и оксид меди(II).

83. Расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций. Укажите, к какому типу относится каждая из них:



84. Расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций. Укажите, к какому типу относится каждая из них:



85. Перечислите известные вам типы химических реакций, и кратко укажите, чем каждый из них отличается от других. Приведите по два примера уравнений химических реакций каждого типа.

86. Установите тип следующих химических реакций:

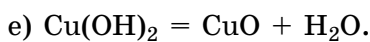
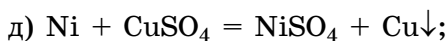
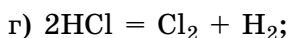
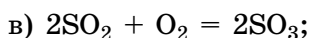
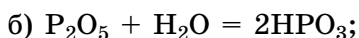
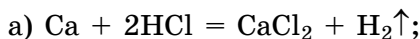
а) при прокаливании кристаллов образовался газ и твёрдое вещество;

б) в результате реакции простого вещества со сложным образовались новые простое и сложное вещества;

в) при нагревании жидкости образовалось два газа;

г) в результате реакции между двумя газами образовалось твёрдое вещество.

87. Укажите тип каждой реакции:



88. Укажите верные утверждения:

а) при разложении сложного вещества всегда образуются только простые вещества;

б) в результате реакции соединения всегда образуется только одно сложное вещество;

в) при прокаливании CaCO_3 в результате реакции замещения образуется углекислый газ и оксид кальция;

г) углекислый газ может образоваться только в реакциях соединения;

д) взаимодействие азота с водородом с образованием аммиака относится к реакции разложения;

е) сложные вещества никогда не участвуют в реакциях соединения.

Кратко поясните каждый из своих ответов.

89. Запишите в тетради по одному уравнению химической реакции, в результате которой:

а) из сложного и простого веществ образуются новые сложное и простое вещества;

б) из двух простых газообразных веществ образуется одно сложное вещество, представляющее собой жидкость при $20\text{ }^\circ\text{C}$;

в) из твёрдого сложного вещества образуются новые сложное твёрдое и сложное газообразное вещества;

г) из сложного вещества образуются два простых вещества;

д) из простого вещества образуется другое простое вещество.

90. В результате реакции соединения из двух веществ образовалось одно новое вещество. Его молярная масса будет больше или меньше молярной массы каждого из исходных веществ? Если мы знаем массы исходных веществ, вступивших в реакцию, можем ли мы определить массу образовавшегося вещества? Ответ поясните.

91. В результате реакции разложения образовались твёрдое вещество и газ. Масса исходного вещества известна. Удалось определить массу твёрдого вещества. Можно ли рассчитать объём образовавшегося газа (н. у.)? Ответ поясните.

92. В результате реакции замещения образовалось новое сложное вещество. Можно ли однозначно установить: его молярная масса будет больше или меньше молярной массы исходного сложного вещества? Ответ поясните.

93. Приведите по одному примеру уравнений химических реакций:

а) между двумя простыми веществами;

б) между простым и сложным веществами;

в) между двумя сложными веществами.

Укажите, к какому типу химических реакций относятся приведённые вами реакции.

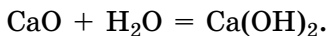
§ 9. Количественные расчёты по уравнениям химических реакций

Пример 14. Рассчитайте массу $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образующегося при взаимодействии CaO массой 28,0 г с избытком воды.

Дано:	Решение
$m(\text{CaO}) = 28,0 \text{ г}$	$M_r(\text{CaO}) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{O}) = 40 + 16 = 56;$
$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) — ?$	$M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль};$

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{28,0 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,500 \text{ моль.}$$

Протекает реакция:



Из уравнения реакции следует, что

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = n(\text{CaO}).$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = 0,5000 \text{ моль.}$$

$$M_r(\text{Ca(OH)}_2) = A_r(\text{Ca}) + 2 \cdot (A_r(\text{O}) + A_r(\text{H})) = 40 + 2 \cdot (16 + 1) = 74;$$

$$M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = n(\text{Ca(OH)}_2) \cdot M(\text{Ca(OH)}_2) = 0,500 \text{ моль} \times 74 \text{ г/моль} = 37,0 \text{ г.}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{Ca(OH)}_2) = 37,0 \text{ г.}$$

Пример 15. К Na_2CO_3 массой 10,6 г прибавили раствор, содержащий HCl массой 14,6 г. При этом протекала следующая химическая реакция:



Какое из исходных веществ вступило в реакцию полностью, а какое взято в избытке? Рассчитайте химическое количество непрореагировавшего вещества.

Дано:

$$m(\text{HCl}) = 14,6 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10,6 \text{ г}$$

Избыток – ?

Решение

Для ответа на вопрос, поставленный в задаче, необходимо сравнить соотношение химических количеств реагентов и коэффициентов в уравнении протекающей реакции.

$$M_r(\text{HCl}) = A_r(\text{H}) + A_r(\text{Cl}) = 1 + 35,5 = 36,5;$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{14,6 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,40 \text{ моль.}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot A_r(\text{Na}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106;$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{10,6 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,10 \text{ моль.}$$

В уравнении реакции коэффициент перед HCl в 2 раза больше коэффициента перед Na₂CO₃, поэтому химическое количество прореагировавшего HCl всегда будет в 2 раза больше химического количества Na₂CO₃:

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3).$$

С Na₂CO₃ химическим количеством 0,10 моль может прореагировать HCl химическим количеством:

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,10 = 0,20 \text{ моль.}$$

Поскольку было добавлено 0,40 моль HCl, а в реакцию с 0,10 моль Na₂CO₃ может вступить только 0,20 моль HCl, то это вещество было взято в избытке.

Тогда как Na₂CO₃ израсходуется в реакции полностью, т. е. его как бы «не хватает» на добавленное количество HCl, и оно взято в недостатке.

Поскольку изначально имелось 0,40 моль HCl, то в избытке будет (0,40 моль – 0,20 моль) = 0,20 моль HCl.

Ответ: в избытке HCl; $n(\text{HCl}) = 0,20$ моль.

Пример 16. Смешали серу массой 3,2 г с железными опилками химическим количеством 0,20 моль и подожгли. Рассчитайте массу образовавшегося FeS.

Дано:

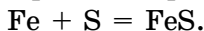
$$m(\text{S}) = 3,2 \text{ г}$$

$$n(\text{Fe}) = 0,20 \text{ моль}$$

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

Решение

Протекает реакция:



$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{3,2 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,10 \text{ моль.}$$

Из уравнения химической реакции следует, что $n(\text{S}) = n(\text{Fe})$.

Из сравнения взятых химических количеств серы и железа (соответственно 0,10 моль и 0,20 моль) следует, что железо взято в избытке и некоторая его часть останется после реакции, а сера — в недостатке и она прореагирует полностью.

Из уравнения химической реакции следует, что $n(\text{FeS}) = n(\text{S})$.

$$n(\text{FeS}) = 0,10 \text{ моль.}$$

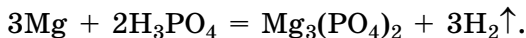
$$M_r(\text{FeS}) = A_r(\text{Fe}) + A_r(\text{S}) = 56 + 32 = 88;$$

$$M(\text{FeS}) = 88 \text{ г/моль;}$$

$$m(\text{FeS}) = n(\text{FeS}) \cdot M(\text{FeS}) = 0,10 \text{ моль} \cdot 88 \text{ г/моль} = 8,8 \text{ г.}$$

Ответ: $m(\text{FeS}) = 8,8 \text{ г.}$

94. Магний реагирует с фосфорной кислотой согласно уравнению:



Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, участвующих в этой реакции.

а) $n(\text{Mg}) = n(\text{H}_2)$;

б) $n(\text{Mg}) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{H}_3\text{PO}_4)$;

в) $n(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 3 \cdot n(\text{Mg})$;

г) $n(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{H}_3\text{PO}_4)$;

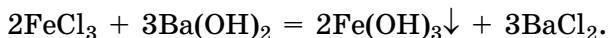
д) $n(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 3 \cdot n(\text{H}_2)$;

е) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \cdot n(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2)$;

ж) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2)$;

з) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{H}_2)$.

95. Хлорид железа(III) реагирует с гидроксидом бария согласно уравнению:



Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, участвующих в этой реакции.

а) $n(\text{FeCl}_3) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2)$;

б) $n(\text{FeCl}_3) = n(\text{Fe}(\text{OH})_3)$;

в) $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{Fe}(\text{OH})_3)$;

г) $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Fe}(\text{OH})_3)$;

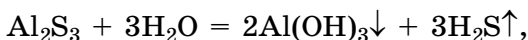
д) $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{BaCl}_2)$;

е) $n(\text{BaCl}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Fe}(\text{OH})_3)$;

$$\text{ж) } n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n(\text{FeCl}_3);$$

$$\text{з) } n(\text{BaCl}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{FeCl}_3).$$

96. Для реакции взаимодействия сульфида алюминия с водой, протекающей согласно уравнению:



вставьте коэффициент X в математические выражения, верно связывающие между собой химические количества веществ, участвующих в этой реакции.

$$\text{а) } n(\text{Al}_2\text{S}_3) = X \cdot n(\text{H}_2\text{O});$$

$$\text{б) } n(\text{Al}_2\text{S}_3) = X \cdot n(\text{Al}(\text{OH})_3);$$

$$\text{в) } n(\text{Al}_2\text{S}_3) = X \cdot n(\text{H}_2\text{S});$$

$$\text{г) } n(\text{H}_2\text{O}) = X \cdot n(\text{Al}(\text{OH})_3);$$

$$\text{д) } n(\text{H}_2\text{O}) = X \cdot n(\text{H}_2\text{S});$$

$$\text{е) } n(\text{Al}(\text{OH})_3) = X \cdot n(\text{H}_2\text{S});$$

$$\text{ж) } n(\text{H}_2\text{S}) = X \cdot n(\text{Al}(\text{OH})_3);$$

$$\text{з) } n(\text{H}_2\text{S}) = X \cdot n(\text{H}_2\text{O});$$

$$\text{и) } n(\text{H}_2\text{S}) = X \cdot n(\text{Al}_2\text{S}_3);$$

$$\text{к) } n(\text{Al}(\text{OH})_3) = X \cdot n(\text{H}_2\text{O});$$

$$\text{л) } n(\text{Al}(\text{OH})_3) = X \cdot n(\text{Al}_2\text{S}_3);$$

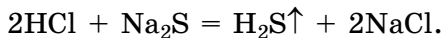
$$\text{м) } n(\text{H}_2\text{O}) = X \cdot n(\text{Al}_2\text{S}_3).$$

97. В результате протекания химической реакции



образовалось $3,01 \cdot 10^{22}$ молекул углекислого газа. Определите число формульных единиц CaCO_3 , вступивших в реакцию, и рассчитайте их химическое количество.

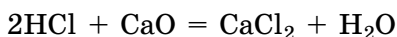
98. Реакция между HCl и Na_2S протекает согласно уравнению:



В реакцию вступил Na_2S химическим количеством 3,7 моль. Определите химические количества образовавшихся H_2S и NaCl .

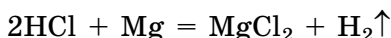
99. Рассчитайте химическое количество кислорода, с которым может полностью прореагировать магний химическим количеством 2,0 моль.

100. В результате химической реакции



образовался CaCl_2 химическим количеством 65 ммоль. Определите химические количества исходных веществ, вступивших в реакцию.

101. В результате химической реакции



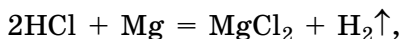
образовался водород химическим количеством 0,450 моль. Определите химическое количество HCl , вступившего в реакцию.

102. На реакцию с фосфором был израсходован кислород химическим количеством 0,56 моль. Рассчитайте массу P_2O_5 , образовавшегося при этом.

103. Кислород каким химическим количеством образовался при полном разложении HgO массой 40,2 г?

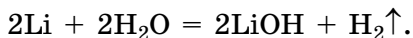
104. При взаимодействии хлора Cl_2 и водорода H_2 образуется хлороводород HCl . Рассчитайте максимальную массу хлороводорода, который можно получить, если для реакции взять водород массой 3,00 г.

105. Вычислите массу MgCl_2 и объём (н. у.) водорода H_2 , образовавшихся в результате реакции:



если известно, что прореагировал магний массой 6,00 г.

106. Реакция лития с водой протекает согласно уравнению:



Чему будет равна масса образовавшегося LiOH и объём (н. у.) выделившегося водорода H_2 , если в реакцию с избытком воды вступит литий массой 14,0 г?

107. Рассчитайте массу водорода, вступившего в реакцию с кислородом массой 24,0 кг с образованием воды.

108. В сосуд поместили водород химическим количеством 3 моль и кислород химическим количеством 2 моль и подожгли. Определите, какое вещество прореагирует не полностью, и рассчитайте его химическое количество.

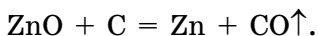
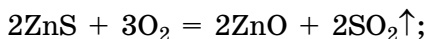
109. Смешали кислород массой 10 г и водород массой 0,20 г и полученную газовую смесь подожгли. Рассчитайте, какое число молекул воды образовалось в результате реакции.

110. В сосуд поместили смесь хлора Cl_2 и водорода H_2 , массы которых соответственно равны 142 г и 4,00 г. Определите массу HCl , образовавшегося в результате реакции.

111. В герметичном сосуде содержится смесь водорода и кислорода. При поджигании смеси образовалась вода массой 0,54 г. Рассчитайте, водород каким объёмом (н. у.) и кислород какой массой содержались в исходной смеси газов.

112. Смесь массой 20 г, состоящую из Ca и CaO , прокаливали длительное время в кислороде. В результате этого масса смеси увеличилась на 3,2 г. Определите массу CaO в исходной смеси.

113. В промышленности цинк получают из руды, содержащей ZnS , в две стадии:



Рассчитайте максимальную массу цинка, который можно получить из руды, содержащей ZnS массой 19,4 т.

ГЛАВА I. ВАЖНЕЙШИЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 10. Оксиды. Состав и классификация оксидов

Пример 17. Массовая доля марганца в оксиде равна 0,696. Установите формулу этого оксида.

Дано:		Решение
$w(\text{Mn}) = 0,696$		$w(\text{Mn}) + w(\text{O}) = 1,00;$
$\text{Mn}_x\text{O}_y \text{ — ?}$		$w(\text{O}) = 1,00 - w(\text{Mn}) = 1,00 - 0,696 =$ $= 0,304;$

$$x : y = \frac{w(\text{Mn})}{A_r(\text{Mn})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})} = \frac{0,696}{55} : \frac{0,304}{16} = 0,01265 :$$

$$: 0,0190 = 1 : 1,50 = 2 : 3.$$

Следовательно, формула оксида Mn_2O_3 .

Ответ: Mn_2O_3 .

114. Составьте химические формулы следующих оксидов:

- | | |
|------------------|--------------------|
| а) калия; | д) ртути(I); |
| б) железа(II); | е) серебра(I); |
| в) марганца(IV); | ж) железа(II,III); |
| г) бария; | з) олова(IV). |

115. Составьте химические формулы следующих оксидов:

- | | |
|----------------|------------------|
| а) хлора(I); | д) лития; |
| б) хлора(VII); | е) углерода(IV); |
| в) серы(IV); | ж) азота(IV); |
| г) серы(VI); | з) серебра. |

116. Назовите следующие оксиды по систематической номенклатуре: NO_2 , N_2O_3 , Cl_2O_5 , SiO_2 , Cu_2O , P_2O_5 , Cl_2O , Fe_2O_3 .

117. Приведите систематические и тривиальные названия следующих оксидов: H_2O , CO_2 , CaO , SiO_2 , CO .

118. Какие из указанных оксидов относятся к оксидам молекулярного строения, а какие — к оксидам немолекулярного строения: H_2O , Na_2O , CO_2 , CaO , SO_2 , Cl_2O_3 , MgO , N_2O_5 , FeO ?

119. Какие из указанных оксидов являются кислотными, а какие — основными: MgO , CO_2 , BaO , N_2O_3 , SO_3 , K_2O , CaO , P_2O_5 ?

120. Приведите по три химические формулы оксидов, которые при комнатных условиях являются:

- а) твёрдыми;
- б) жидкими;
- в) газообразными.

121. Приведите по одной химической формуле оксидов, имеющих:

- а) белый цвет;
- б) красный цвет;
- в) чёрный цвет.

Назовите приведённые вами оксиды по систематической номенклатуре.

122. Для каждого оксида укажите тип (кислотный или основной) и запишите формулу соответствующей ему кислоты или основания: SO_3 , CaO , Na_2O , SiO_2 , P_2O_5 , Cl_2O_7 , BaO , FeO , SO_2 , CO_2 , Fe_2O_3 .

123. Укажите верные утверждения:

- а) каждой кислоте соответствует кислотный оксид;
- б) гидроксиду KOH соответствует оксид кальция;
- в) любое основание можно получить взаимодействием соответствующего основного оксида с водой;
- г) баритовая вода — водный раствор гидроксида бария;
- д) азотная кислота является основным гидроксидом;
- е) все оксиды — бинарные соединения;
- ж) одним из химических элементов в составе формульной единицы оксидов обязательно является неметалл;
- з) оксиды делятся на кислотные и основные;
- и) углекислый газ относится к кислотным оксидам.

124. Рассчитайте массовую долю кислорода в следующих оксидах:

- а) Fe_2O_3 ;
- б) Cl_2O_7 ;
- в) TiO_2 ;
- г) Na_2O .

125. Имеется оксид Fe_2O_3 химическим количеством 3,0 моль и оксид MnO массой 500 г. В какой из порций химическое количество атомов кислорода больше?

126. В одном из оксидов кобальта массовая доля кислорода в 2,762 раза меньше массовой доли кобальта. Установите формулу этого оксида кобальта.

127. Оксид серы(IV) образуется при сгорании серы в кислороде. Рассчитайте массу серы, которая потребуется для получения оксида серы(IV) химическим количеством 16,8 моль.

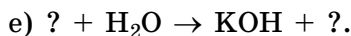
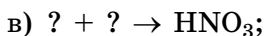
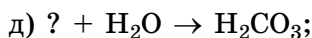
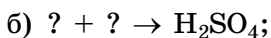
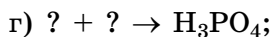
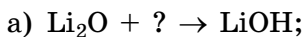
128. Рассчитайте максимальную массу оксида хрома(III), который можно получить при реакции хрома массой 25,6 г с избытком кислорода.

129. В сосуде содержится кислород объёмом (н. у.) 10,8 дм³. Какой максимальный объём (н. у.) углекислого газа можно получить при сжигании в этом сосуде углерода?

130. При сгорании алюминия в кислороде образуется оксид алюминия. Рассчитайте массу алюминия и объём (н. у.) кислорода, необходимых для получения оксида алюминия массой 128 г.

§ 11. Химические свойства оксидов

131. Вставьте вместо знаков вопроса формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:



132. На какие две группы делятся гидроксиды? Запишите по две формулы гидроксидов каждой группы.

133. Какие химические элементы входят в состав гидроксидов? Какие из них обязательно встречаются в любом гидроксиде?

134. В результате взаимодействия с водой каких оксидов образуются основания? Приведите три примера таких оксидов и составьте уравнения соответствующих химических реакций.

135. В результате взаимодействия с водой каких оксидов образуются кислоты? Приведите три примера таких оксидов и составьте уравнения соответствующих химических реакций.

136. Назовите продукты, которые образуются при взаимодействии:

- а) кислотного оксида и основного оксида;
- б) кислотного оксида и воды;
- в) основного оксида и воды;
- г) кислотного оксида и щёлочи;
- д) основного оксида и кислоты.

Запишите по одному примеру уравнений химических реакций каждого вида.

137. Какие из указанных гидроксидов являются основными, а какие — кислотными: RbOH, H₂CO₃, HPO₃, CuOH, H₂SiO₃, H₂SO₃, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂, HClO₃?

138. Начертите в тетради таблицу и заполните её.

Элемент	Оксид		Гидроксид		Название гидроксида
	основный	кислотный	основание	кислота	
Li					
Mg					
Ba					
N					
S					
P					
Si					

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

- а) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3$;
- б) $Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2$.

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

- а) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow K_2SO_3$;
- б) $Li \rightarrow Li_2O \rightarrow LiOH \rightarrow LiNO_3$.

141. Укажите верные утверждения:

- а) оксиды наиболее активных металлов вступают в реакцию с водой;
- б) большинство кислотных оксидов реагирует с водой с образованием солей;
- в) оксиды — вещества, в состав которых входят атомы кислорода и атомы неметалла;
- г) при взаимодействии основных оксидов с кислотными оксидами образуются соли;
- д) оксиды, которым соответствуют основания, называются кислотными;
- е) при взаимодействии кислотных оксидов с водой образуются основания;
- ж) среди оксидов имеются простые и сложные вещества;
- з) оксиды делятся на кислотные и основные;
- и) все кислотные оксиды реагируют с водой.

142. Укажите, с помощью раствора какого вещества можно отличить кислород от углекислого газа, и кратко поясните, что позволяет сделать соответствующий вывод:

- а) хлорида калия;
- б) гидроксида бария;
- в) серной кислоты;
- г) сульфата меди(II).

143. Вставьте вместо знаков вопроса формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:

- а) $\text{CO}_2 + ? \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Li}_2\text{O} + ? \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4$;
- в) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + ? \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + ?$;
- г) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ?$;
- д) $? + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- е) $? + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} + ?$;
- ж) $? + ? \rightarrow \text{HNO}_3$;
- з) $? + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$.

144. Как с помощью воды можно отличить оксид калия от оксида алюминия? Кратко поясните, что позволяет сделать соответствующий вывод.

145. Как можно получить следующие соли тремя различными способами:

- а) сульфат кальция;
- б) хлорид алюминия?

Приведите уравнения соответствующих химических реакций.

146. Запишите в тетради химические формулы и названия шести оксидов, которые при комнатных условиях не реагируют с водой.

147. Составьте уравнения реакций оксида кальция и оксида железа(III) с азотной кислотой HNO_3 .

148. Составьте уравнения реакций гидроксида бария с оксидом азота(V) и оксидом серы(VI).

149. Составьте уравнения реакций оксида натрия и оксида меди(II) с оксидом серы(VI).

150. Составьте по три уравнения химических реакций основных и кислотных оксидов с водой.

151. Укажите, в каких парах приведены вещества, которые могут вступать в химическую реакцию между собой, и составьте уравнения протекающих при этом реакций:

а) N_2O_5 и H_2O ;

д) SO_3 и $\text{Ba}(\text{OH})_2$;

б) Na_2O и $\text{Mg}(\text{OH})_2$;

е) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и P_2O_5 ;

в) SiO_2 и H_2O ;

ж) CuO и H_2O ;

г) CO_2 и HF ;

з) SO_3 и Na_2O .

152. С какими веществами будет реагировать оксид калия: H_2O , K_2SO_4 , CO_2 , H_2SO_4 , HF , CO ? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

153. Гидроксид натрия какой максимальной массой может быть получен из оксида натрия химическим количеством 0,56 моль?

154. Серная кислота каким химическим количеством образуется при растворении в воде оксида серы(VI) массой 56,0 г?

155. При сгорании сероводорода H_2S образуются вода и оксид серы(IV). Рассчитайте объём (н. у.) сожжённого сероводорода, если при этом образовалась вода массой 520 мг. Кислород какого объёма (н. у.) потребовался для реакции?

156. Рассчитайте массу оксида кальция, необходимого для получения гидроксида кальция массой 35,8 т.

§ 12. Получение и применение оксидов

157. Приведите четыре примера оксидов, которые встречаются в природе. Запишите их формулы и кратко поясните, в каком виде или в составе каких объектов эти оксиды встречаются в природе.

158. Приведите по два примера получения оксидов:

- а) при взаимодействии простых веществ с кислородом;
- б) при взаимодействии сложных веществ с кислородом;
- в) термическим разложением сложных веществ.

Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

159. Приведите два примера оксидов, которые можно получить при взаимодействии простых веществ, и два примера оксидов, которые таким способом ни при каких условиях получить нельзя.

160. С помощью каких (не менее двух) химических реакций можно получить: а) оксид алюминия; б) оксид кальция; в) оксид углерода(IV)? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

161. Укажите верные утверждения:

- а) сырьём для промышленного производства алюминия служит боксит;
- б) в процессе фотосинтеза участвуют углекислый газ и вода;
- в) оксиды железа получают в промышленности в больших количествах из железа;
- г) в пищевой промышленности для приготовления газированных напитков широко применяется CO;
- д) основу песка составляет оксид кремния(IV);
- е) оксиды цинка, титана(IV) и хрома(III) используются при производстве красок;
- ж) оксид кальция используется в пищевой промышленности.

162. Какой из указанных ниже оксидов химическим количеством 1 моль занимает при н. у. наибольший объём: SO₂, H₂O, CaO?

163. Изменится ли масса образцов CuO и Al₂O₃ после их прокаливания на воздухе? Кратко поясните свой ответ.

164. Изменится ли масса образцов металлов Cu и Zn после их прокаливания на воздухе? Если изменится, то как и

почему? Ответ поясните, приведя уравнения соответствующих химических реакций.

165. Кислород какого объёма (н. у.) необходим для получения из меди оксида меди(II) массой 2,50 г?

166. Рассчитайте массу оксида цинка, образующегося при полном термическом разложении гидроксида цинка массой 3,40 кг.

167. Железо какой максимальной массой можно теоретически получить из руды, содержащей магнитный железняк Fe_3O_4 массой 546 т?

168. Из каких оксидов в результате фотосинтеза образуется глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и кислород? Составьте уравнение протекающей реакции и рассчитайте массы этих оксидов, необходимые для получения глюкозы массой 360 г. Кислород какого объёма (н. у.) выделится при этом?

169. Глюкоза какой максимальной массой может образоваться в процессе фотосинтеза из углекислого газа объёмом (н. у.) $20,0 \text{ м}^3$?

170. Больше углекислого газа можно получить из углерода массой 13,0 г или CaCO_3 химическим количеством 0,85 моль. Ответ подтвердите расчётами.

171. Оксид титана(IV) используется в качестве красителя, пищевой добавки (E171), для производства водорода, в электронной промышленности для изготовления конденсаторов, для изготовления солнечных батарей — превращения солнечного света в электроэнергию и т. д. Получают оксид титана(IV) из хлорида титана(IV). Рассчитайте, какую максимальную массу оксида титана(IV) можно получить из хлорида титана(IV) массой 15,0 т.

§ 13. Кислоты. Состав и классификация кислот

172. Приведите химические формулы:

- одноосновной бескислородной кислоты;
- одноосновной кислородсодержащей кислоты;
- двухосновной бескислородной кислоты;
- двухосновной кислородсодержащей кислоты;
- трёхосновной кислородсодержащей кислоты.

173. Укажите верные утверждения:

- а) атомы водорода в составе кислот могут замещаться на атомы металла;
- б) кислоты не реагируют с металлами и их оксидами;
- в) существуют кислоты, не содержащие атомов водорода;
- г) кислоты бывают кислородсодержащие и бескислородные;
- д) молекула сернистой кислоты состоит из 6 атомов;
- е) все кислоты совершенно безопасны для человека;
- ж) в щавеле содержится уксусная кислота;
- з) хлороводородная кислота относится к бескислородным кислотам;
- и) молекулы органических кислот обязательно содержат атомы углерода;
- к) кислоты широко используются в промышленности.

174. Какая из кислородсодержащих кислот не может быть получена взаимодействием соответствующего кислотного оксида с водой?

175. Некоторые кислоты своё тривиальное название получили от растений, в которых они встречаются в природных условиях. Приведите примеры тривиальных названий трёх таких кислот.

176. Укажите верные утверждения:

- а) среди кислот, содержащих атомы серы, имеются как кислородсодержащие, так и бескислородные;
- б) в присутствии кислот некоторые вещества (индикаторы) изменяют свою окраску;
- в) в состав всех кислот входят атомы кислорода;
- г) при взаимодействии всех металлов с кислотами образуется водород;
- д) известны кислоты, которые являются простыми веществами;
- е) реакцию между кислотой и основанием с образованием соли и воды называют реакцией нейтрализации;
- ж) азотная кислота относится к кислородсодержащим кислотам;
- з) атомы водорода в составе кислот способны замещаться на атомы неметалла;
- и) кислоты не реагируют с солями;
- к) большинство кислот можно получить действием воды на соответствующий кислотный оксид.

177. Запишите формулы и назовите кислоты, которым соответствуют следующие кислотные остатки: сульфид, фосфат, сульфит, нитрит, сульфат, хлорид, силикат, фторид, нитрат, бромид.

178. Приведите формулы и названия двух летучих и двух нелетучих кислот.

179. Некоторые кислоты крайне необходимы для нормальной жизни человека. Они поступают в организм с пищей. Недостаток одной из таких кислот в организме приводит к заболеванию, известному как цинга. Назовите эту кислоту. Какое ещё название этой кислоты вы знаете?

180. У каких кислот — летучих или нелетучих — присутствует характерный запах? Кратко поясните, почему.

181. Оксид фосфора(V) используют в качестве осушителя воздуха. На каком химическом свойстве оксида фосфора(V) основана его способность осушать воздух? Приведите уравнение соответствующей химической реакции.

182. Рассчитайте массовые доли химических элементов в фосфорной кислоте.

183. Рассчитайте химическое количество азотной кислоты в её порции массой 12,6 г.

184. Какое число атомов водорода содержится в фосфорной кислоте массой 7,50 кг?

185. В смеси содержатся одинаковые химические количества серной и фосфорной кислот. Рассчитайте массовую долю фосфорной кислоты в этой смеси.

186. Смесь состоит из азотной и серной кислот. Химическое количество азотной кислоты в смеси в три раза больше химического количества серной кислоты. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в этой смеси.

187. Массовые доли водорода, серы и кислорода в составе кислоты соответственно равны 2,44 %, 39,02 % и 58,54 %. Установите формулу кислоты.

188. Массовая доля водорода в одной из фосфорных кислот равна 2,26 %, а массовая доля кислорода в ней в 1,808 раза больше массовой доли фосфора. Установите формулу этой кислоты.

§ 14. Химические свойства кислот

189. Составьте уравнения химических реакций взаимодействия хлороводородной кислоты с:

- а) цинком;
- б) оксидом меди;
- в) гидроксидом железа(III).

Назовите образующиеся при этом соли.

190. Назовите продукты, которые образуются при взаимодействии кислоты с:

- а) металлом;
- б) основным оксидом;
- в) основанием;
- г) солью.

Для каждого вида взаимодействия приведите по одному примеру уравнения соответствующей реакции.

191. Между какими веществами возможна химическая реакция:

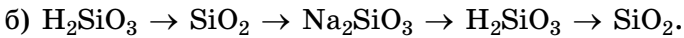
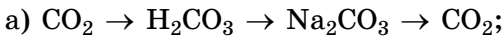
- а) HNO_3 и BaCl_2 ;
- б) K_2CO_3 и HCl ;
- в) CaO и HNO_3 ;
- г) NaOH и H_3PO_4 ;
- д) Cu и HCl ;
- е) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и H_2SO_4 ?

Составьте уравнения соответствующих реакций.

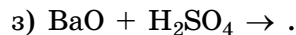
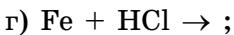
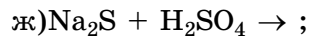
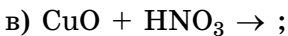
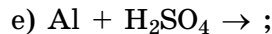
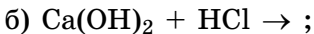
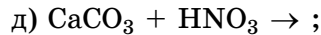
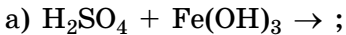
192. Замените знак вопроса на формулы соответствующих веществ и расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций:

- а) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow ? + ?$;
- б) $\text{KOH} + ? \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{Na}_2\text{O} + ? \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + ?$;
- г) $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow ? + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{Mg} + ? \rightarrow \text{MgSO}_4 + ?$;
- е) $\text{CaO} + ? \rightarrow \text{CaCO}_3$;
- ж) $? + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4$;
- з) $? + ? \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$;
- и) $? + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$;
- к) $? + ? \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

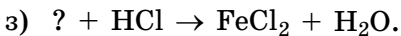
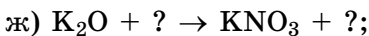
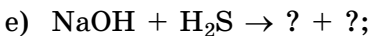
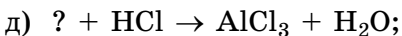
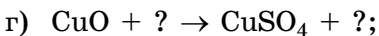
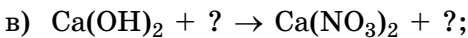
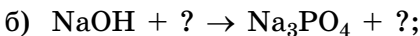
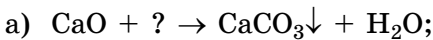
193. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



194. Добавьте в правую часть схемы формулы необходимых продуктов и составьте уравнения соответствующих химических реакций:



195. Вставьте вместо знаков вопроса формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:



Для заданий б), в), д), з) существуют два варианта решения. Приведите их.

196. Из перечня следующих веществ выберите те, которые вступают в химическую реакцию с фосфорной кислотой: CuO , ZnO , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, Zn , Cu , $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Приведите уравнения протекающих при этом химических реакций.

197. С какими веществами будет реагировать соляная кислота: K_2SO_4 , Na_2O , H_2SO_4 , H_2O , KOH , CuO , AgNO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$? Составьте уравнения соответствующих реакций.

198. Предложите три различных способа получения хлорида магния. Приведите уравнения необходимых химических реакций и укажите тип каждой из них.

199. Водород какого объёма (н. у.) выделится при действии избытка хлороводородной кислоты на алюминий химическим количеством 0,200 моль?

200. В избыток раствора серной кислоты опустили смесь, состоящую из цинка массой 13,0 г и магния химическим количеством 0,200 моль. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося при этом водорода.

201. На смесь массой 250 г, состоящую из опилок цинка и серебра, подействовали избытком хлороводородной кислоты. В результате реакции выделился водород объёмом (н. у.) 2,24 дм³. Рассчитайте массовую долю серебра в смеси.

202. Смесь массой 33,0 г, состоящую из меди и цинка, обработали избытком фосфорной кислоты. В результате реакции выделился водород массой 0,40 г. Во сколько раз масса меди больше массы цинка в исходной смеси?

203. На чаши весов поместили стаканы с растворами, в которых содержатся одинаковые химические количества хлороводорода. Весы уравнили. Затем в первый стакан опустили железо массой 2,40 г, а во второй — цинк массой 2,40 г. Оба металла полностью растворились. Какой стакан перевесил после окончания реакции? Ответ подтвердите расчётами. На сколько масса одного стакана оказалась больше массы другого после окончания химических реакций?

§ 15. Получение и применение кислот

Пример 18. Фосфат кальция какой максимальной массой можно теоретически получить, имея в своём распоряжении фосфор массой 6,20 г?

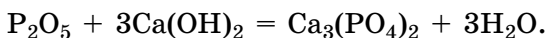
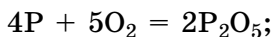
Дано:

$$m(\text{P}) = 6,20 \text{ г}$$

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = ?$$

Решение

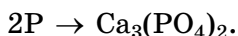
Получить фосфат кальция, используя в качестве исходного вещества фосфор, можно разными способами. Например, так:



Могут быть использованы методы, содержащие большее число стадий и другие реагенты.

Подобного рода задачи (когда не важен способ получения) следует решать с использованием стехиометрической схемы всего процесса получения конечного вещества.

Поскольку одна формульная единица $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ содержит 2 атома фосфора, то для её получения, независимо от способа, изначально требуется 2 атома фосфора, что можно записать в виде стехиометрической схемы:



Дальнейший расчёт по стехиометрической схеме следует проводить так же, как по уравнению химической реакции:

$$n(\text{P}) = \frac{m(\text{P})}{M(\text{P})} = \frac{6,20 \text{ г}}{31 \text{ г/моль}} = 0,20 \text{ моль}.$$

Из схемы следует, что:

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{P});$$

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,20 \text{ моль} = 0,10 \text{ моль};$$

$$M(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 310 \text{ г/моль};$$

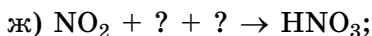
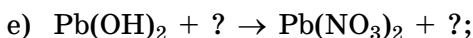
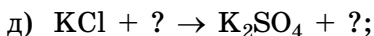
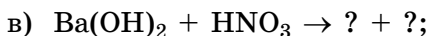
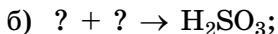
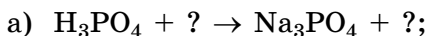
$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) \cdot M(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,10 \text{ моль} \times 310 \text{ г/моль} = 31 \text{ г}.$$

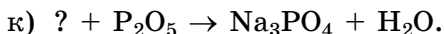
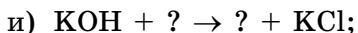
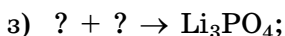
$$\text{Ответ: } m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 31 \text{ г}.$$

204. Приведите три примера химических реакций, с помощью которых можно получить бескислородные кислоты из простых веществ.

205. Приведите примеры газообразных при нормальных условиях кислотных оксидов, которые вступают в реакцию с водой с образованием соответствующих кислот. Составьте уравнения протекающих при этом химических реакций.

206. Замените знак вопроса на формулы соответствующих веществ и расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций:





207. Укажите верные утверждения:

а) соляная кислота — это раствор хлороводорода в воде;
б) летучие кислоты можно получить действием серной кислоты на соответствующие соли этих кислот при повышенной температуре;

в) желудочный сок содержит азотную кислоту;

г) при взаимодействии серы с водородом образуется серная кислота;

д) в промышленных условиях хлороводород получают из хлора и водорода;

е) лимон содержит лимонную кислоту, а яблоко — яблочную кислоту;

ж) присутствие в атмосфере углекислого и сернистого газов приводит к кислотным дождям;

з) все витамины представляют собой кислоты.

208. Составьте три уравнения химических реакций, с помощью которых можно получить кислоты из соответствующих солей.

209. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно получить фосфорную кислоту, имея в своём распоряжении фосфор и любые другие вещества.

210. Рассчитайте массу восьми молекул азотной кислоты.

211. Какое число молекул хлороводорода образуется при взаимодействии хлора объёмом (н. у.) $34,0 \text{ см}^3$ с избытком водорода?

212. Серную кислоту какой массой можно получить при растворении оксида серы(VI) массой $4,30 \text{ т}$ в избытке воды?

213. В воде массой 460 кг растворили фосфорную кислоту массой $12,0 \text{ кг}$. Какое число атомов кислорода содержится в полученной смеси? Рассчитайте массовую долю кислорода в этой смеси.

214. В избытке воды растворили оксид фосфора(V) массой $6,30 \text{ г}$. Рассчитайте химическое количество фосфорной кислоты, содержащейся в полученном растворе.

215. Сульфат алюминия какой максимальной массой можно теоретически получить из серы массой 240 г?

216. В результате последовательности химических реакций из газообразного азота был получен нитрат железа(III) массой 86,4 г. Рассчитайте массу азота, теоретически требуемого для этого.

217. В промышленных условиях исходным сырьём для получения серной кислоты может служить природная сера. Серную кислоту какой максимальной массой можно получить из руды массой 16,8 т, в которой массовая доля простого вещества серы составляет 86,6 %?

218. Уксусная кислота является продуктом брожения вина и известна человеку с давних времён. Интересно, что в Древнем Риме готовили прокисшее вино в свинцовых сосудах. Оно было очень сладким благодаря наличию в нём заметного количества соли уксусной кислоты — ацетата свинца $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$, имеющего сладкий вкус и называемого «свинцовым сахаром». Потребление большого количества такого вина было причиной хронического отравления свинцом. Свинец какой массой содержится в «свинцовом сахаре» массой 240 мг?

§ 16. Основания

219. Составьте химические формулы следующих оснований:

- а) гидроксид марганца(III);
- б) гидроксид алюминия;
- в) гидроксид меди(I);
- г) гидроксид бария;
- д) гидроксид ртути(II);
- е) гидроксид железа (III).

220. Назовите по систематической номенклатуре каждое из веществ: CuOH , $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, LiOH .

221. Приведите по два примера однокислотных, двухкислотных и трёхкислотных оснований, назовите их.

222. Какие из нижеперечисленных оснований растворимы в воде: KOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, NaOH ? Как называются растворимые в воде основания?

223. Как, не прибегая к посторонним веществам и приборам, можно различить пробирки, в которых находятся следующие твёрдые вещества:

- а) KOH и Cu(OH)_2 ;
- б) Ba(OH)_2 и Fe(OH)_3 ;
- в) Ni(OH)_2 и NaOH ?

Кратко поясните свой ответ.

224. Гидроксид магния имеет широкое применение. Он используется для очистки сточных вод, в качестве огнезащитного средства в термопластических полимерах, как добавка в моющие средства, для рафинирования сахара, в качестве компонента зубных паст. Рассчитайте максимальную массу гидроксида магния, который можно получить из хлорида магния массой 450 кг.

225. Укажите верные утверждения:

- а) при взаимодействии активных неметаллов с водой образуются основные гидроксиды;
- б) основные гидроксиды по-другому называют основаниями;
- в) гидроксиды магния, кальция и бария являются щелочами;
- г) число OH -групп в составе оснований равно валентности металла;
- д) при н. у. щёлочи могут находиться в твёрдом, жидком и газообразном состоянии;
- е) нерастворимые в воде основания называют щелочами;
- ж) некоторые основания можно получить в результате взаимодействия основных оксидов с водой;
- з) основания реагируют с кислотами с образованием солей.

226. Укажите верные утверждения:

- а) кислотные гидроксиды обычно образуют неметаллы;
- б) большинство гидроксидов металлов проявляют основные свойства;
- в) все гидроксиды проявляют кислотные свойства;
- г) гидроксид кальция — кислотный гидроксид;
- д) магний образует гидроксид, который проявляет как кислотные, так и основные свойства;
- е) оксид железа(III) реагирует с кислотами, но не реагирует с основаниями;
- ж) гидроксиды бывают кислотные и основные.

227. Рассчитайте массу гидроксида кальция химическим количеством 0,380 моль.

228. Определите число атомов кислорода в образце гидроксида железа(II) массой 3,20 г.

229. Рассчитайте массовые доли всех химических элементов в гидроксиде титана(IV).

230. Установите формулу гидроксида, в котором массовые доли марганца, кислорода и водорода соответственно равны 61,80 %, 35,96 % и 2,24 %.

§ 17. Химические свойства оснований

231. С какими веществами будет реагировать гидроксид кальция: Na_2SO_4 , FeCl_2 , H_2SO_4 , CuCl_2 , SO_2 , NaOH , HCl , CO ? Составьте уравнения соответствующих реакций.

232. С какими веществами будет реагировать гидроксид натрия: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, H_2S , FeO , Ag , K_2S , CO_2 , O_3 , H_3PO_4 ? Составьте уравнения соответствующих реакций.

233. Составьте по два уравнения химических реакций оснований с:

- кислотами;
- кислотными оксидами;
- солями.

234. Как известно, щёлочи представляют собой очень едкие вещества, которые могут разрушать различные ткани и вызывать ожоги при попадании на кожу человека. Какое из перечисленных веществ рекомендуется использовать для устранения едкого действия щёлочи, попавшей на кожу человека: NaCl , Ag , H_3BO_3 , CaO , SO_3 , HNO_3 , Fe , $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2SO_4 , Na_2CO_3 , SiO_2 ? Кратко поясните ваш выбор.

235. В качестве исходного вещества для получения гидроксида натрия можно использовать натрий, оксид натрия и сульфат натрия. Приведите уравнения химических реакций получения гидроксида натрия из этих веществ.

236. Составьте уравнения химических реакций разложения при нагревании следующих оснований: гидроксида магния, гидроксида железа(II), гидроксида алюминия.

237. Замените знак вопроса на формулы соответствующих веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:

- а) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + ? \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + ? \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + ?$;
- в) $? + \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$;
- г) $? + ? \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$;
- д) $? + ? \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$;
- е) $? \rightarrow \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$;
- ж) $? + ? \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$;
- з) $? + ? \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

238. Укажите верные утверждения:

а) в присутствии щелочей лакмус приобретает красную окраску;

б) гидроксид магния оказывает разъедающее действие на кожу;

в) большинство щелочей являются жидкостями при комнатных условиях;

г) при нагревании гидроксида натрия образуется оксид натрия и вода;

д) основания — вещества, содержащие гидроксогруппы;

е) большинство гидроксидов имеет немолекулярное строение;

ж) при нейтрализации гидроксида калия серной кислотой образуется сульфат кальция;

з) гидроксид железа(II) относится к щелочам;

и) в реакцию нейтрализации вступают только растворимые основания;

к) нерастворимые основания можно получить действием щелочей на растворимые соли.

239. С какими из указанных солей будет реагировать гидроксид натрия: CaSO_4 , ZnCl_2 , NaNO_2 , FeSO_4 , KCl , CuCl_2 ? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

240. Каким образом можно выделить кислород из его смеси с углекислым газом, если в вашем распоряжении имеется только раствор щёлочи? Подтвердите свой ответ соответствующим уравнением химической реакции.

241. Как можно очистить кислород от примеси сернистого газа, имея в своём распоряжении раствор щёлочи? Кратко поясните свой ответ и приведите уравнение соответствующей реакции.

242. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



243. Какие из указанных ниже оснований разлагаются при нагревании: KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, NaOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$? Составьте уравнения соответствующих реакций.

244. После прокаливания смеси, состоящей из оксида и гидроксида кальция, её масса уменьшилась на 8,0 % по сравнению с исходной. Рассчитайте массовую долю оксида кальция в исходной смеси.

245. Рассчитайте массу хлороводорода, необходимого для реакции с гидроксидом железа(II) массой 1,12 кг.

246. К раствору, содержащему гидроксид натрия массой 4,0 г, добавили азотную кислоту химическим количеством 0,15 моль. В какой цвет окрасится лакмус в полученном растворе? Ответ подтвердите необходимыми расчётами.

§ 18. Получение и применение оснований

247. К каким — кислотным или основным — относится каждый из приведённых оксидов: CO_2 , N_2O_5 , K_2O , CuO , MgO , N_2O_3 , BaO ?

248. Составьте по два уравнения химических реакций получения оснований взаимодействием:

а) активных металлов с водой;

б) оксидов активных металлов с водой;

в) растворимых оснований (щелочей) с солями.

249. Замените знак вопроса на формулы соответствующих веществ и расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций:

- а) $\text{Ca} + ? \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + ?$;
- б) $\text{BaO} + ? \rightarrow \text{Ba(OH)}_2$;
- в) $? + ? \rightarrow \text{KOH} + ?$;
- г) $? + ? \rightarrow \text{NaOH}$;
- д) $? + ? \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{NaCl}$;
- е) $? + ? \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 + ?$.

250. Составьте по три химических уравнения получения оснований из:

- а) активных металлов и воды;
- б) оксидов активных металлов и воды;
- в) щелочей и растворимых солей.

251. Составьте по три химических уравнения:

- а) термического разложения оснований;
- б) взаимодействия оснований с кислотными оксидами;
- в) взаимодействия оснований с растворами солей;
- г) взаимодействия оснований с кислотами.

252. С какими из указанных ниже веществ будет реагировать гидроксид лития: оксид углерода(IV), оксид меди(II), серная кислота, гидроксид кальция? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

253. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaCl}_2$;
- б) $\text{ZnO} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2$.

254. Вычислите химическое количество гидроксида бария, образующегося при взаимодействии оксида бария массой 3,40 г с избытком воды.

255. Гидроксид натрия какой массой образуется при взаимодействии натрия массой 230 мг с избытком воды?

256. При нагревании навески гидроксида железа(III) часть его разложилась на соответствующий оксид и воду. При этом масса навески уменьшилась на 6,28 % по сравнению с исходной. Какая часть исходного гидроксида железа разложилась при нагревании?

257. Гидроксид железа(III) какой максимальной массой может быть получен из железной руды массой 260 кг, в которой массовая доля оксида железа(II,III) составляет 40,6 %?

§ 19. Соли. Состав и классификация солей

258. Укажите валентность кислотных остатков: SO_3 , SO_4 , NO_3 , PO_4 , Cl , S , CO_3 .

259. В каком случае формула соли составлена верно:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| а) $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2$; | д) Ag_2S ; |
| б) KCl_2 ; | е) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; |
| в) Na_2CO_3 ; | ж) MgSO_4 ; |
| г) CaCl ; | з) KSO_3 ? |

260. Из перечня веществ выберите формулы солей: CuO , N_2 , KOH , K_2S , HCl , CuSO_4 , MgS , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, He , H_2SO_3 , CaCO_3 , HBr .

261. Из перечня веществ выберите формулы солей: $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$, P_2O_5 , NCl_3 , N_2H_4 , RbOH , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, MgSO_4 , TiCl_4 , BeS , Li_2O , K_3PO_4 , CsCl .

262. Назовите следующие соли:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| а) NaNO_3 ; | г) Li_3PO_4 ; |
| б) K_3PO_4 ; | д) CaCO_3 ; |
| в) CuSO_4 ; | е) AgCl . |

263. Назовите следующие соли:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| а) MgS ; | г) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$; |
| б) CuCl ; | д) Ag_2S ; |
| в) Na_2CO_3 ; | е) Li_2SO_3 . |

264. Составьте формулы следующих солей:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| а) карбонат железа(II); | д) хлорид железа(II); |
| б) сульфид лития; | е) сульфат алюминия; |
| в) карбонат меди(II); | ж) фосфат кальция; |
| г) фосфат натрия; | з) сульфит магния. |

265. Составьте формулы следующих солей:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| а) сульфит магния; | д) хлорид свинца(II); |
| б) карбонат бериллия; | е) сульфид ртути(I); |
| в) нитрат железа(II); | ж) фосфат железа(II); |
| г) сульфат стронция; | з) нитрат меди(II). |

266. Укажите верные утверждения:

- а) в состав любой соли входят атомы кислорода;
б) в состав большинства солей входят атомы металла;

- в) все соли имеют молекулярное строение;
- г) соли вступают в химические реакции с кислотами, основаниями, но не реагируют между собой;
- д) соли могут быть окрашены в различные цвета;
- е) систематическое название солей образуется из названия соответствующего кислотного остатка;
- ж) все соли, содержащие серебро, хорошо растворимы в воде;
- з) соли угольной кислоты называют сульфатами;
- и) одну и ту же соль можно получить из разных исходных веществ.

267. Укажите верные утверждения:

- а) соли могут образовывать только кислородсодержащие кислоты;
- б) между собой соли в растворах вступают в реакцию обмена;
- в) все соли содержат натрий и хлор;
- г) в состав поваренной соли входит вещество NaCl_2 ;
- д) при нормальных условиях все соли твёрдые вещества;
- е) взаимодействие солей с кислотами относится к реакциям замещения;
- ж) не бывает солей, которые неограниченно растворяются в воде;
- з) все соли реагируют с металлами;
- и) в растворе реакция между солями протекает, если все продукты хорошо растворимы в воде;
- к) большая часть солей в Мировом океане является солями калия.

268. Приведите формулы и названия четырёх известных вам солей, которые имеют окраску, отличную от белой.

269. Рассчитайте массовую долю кислорода в нитрате железа(III).

270. Рассчитайте массовую долю водорода в медном купоросе $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

271. Рассчитайте массу одной формульной единицы сульфата никеля(II).

272. Какое число атомов всех химических элементов содержится в навеске кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ массой 400 кг?

273. Рассчитайте число атомов железа в составе навески железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ массой 320 мг.

274. Не проводя математических расчётов, определите, в какой соли — хлориде железа(II) или хлориде железа(III) — массовая доля железа больше. Кратко поясните ход ваших рассуждений.

275. Карбонат натрия образует кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, в котором массовая доля натрия составляет 16,07 %. Какое число молекул воды (x) приходится на одну формульную единицу карбоната натрия в этом кристаллогидрате?

276. Относительная формульная масса вещества равна 175. Массовые доли калия, цинка и кислорода в составе этого вещества соответственно равны 44,6 %, 37,1 % и 18,3 %. Установите формулу этого вещества.

277. Определите формулу соли, если известно, что массовые доли калия, хлора и кислорода в её составе соответственно равны 31,84 %, 28,98 % и 39,18 %.

§ 20. Химические свойства солей

278. Составьте по два уравнения химических реакций взаимодействия между солью и:

- а) металлом;
- б) кислотой;
- в) щёлочью;
- г) другой солью.

279. Составьте по два уравнения химических реакций с участием солей, которые относятся к реакциям:

- а) разложения;
- б) замещения;
- в) обмена.

280. Составьте химические уравнения термического разложения карбоната магния и сульфата железа.

281. Составьте уравнения химических реакций между:

- а) Na_2CO_3 и H_2SO_4 ;
- б) Fe и CuSO_4 ;
- в) AgNO_3 и NaCl ;
- г) MgCl_2 и KOH ;
- д) CaCO_3 и HCl ;
- е) H_2SO_4 и Ba(OH)_2 ;
- ж) Na_2O и CO_2 ;
- з) Fe_2O_3 и HNO_3 .

282. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:

- а) $\text{CaCO}_3 + ? \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $? + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $? + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}\downarrow$;
- г) $? + ? \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{NaNO}_3$;
- д) $? + ? \rightarrow \text{AgBr}\downarrow + \text{KNO}_3$;
- е) $? + \text{KOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + ?$.

283. Какое число различных солей можно получить, используя два основания ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ и NaOH) и две кислоты (HF и H_2SO_4)? Составьте уравнения соответствующих реакций и назовите полученные продукты по систематической номенклатуре.

284. Укажите, с какими веществами будет реагировать хлорид меди(II): AgNO_3 , K_2SO_4 , H_2SO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Составьте уравнения соответствующих реакций.

285. Составьте уравнения всех возможных реакций между перечисленными солями: CuSO_4 , Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, MgSO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

286. Составьте уравнения всех возможных реакций между перечисленными солями: AgNO_3 , CaCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SO_4 , CuCl_2 .

287. Укажите, вещества какой пары при реакции между собой образуют соль, и составьте уравнения протекающих при этом реакций:

- а) H_2S и SO_2 ;
- б) NO и H_2O ;
- в) K_2O и ZnO ;
- г) MgO и H_2O ;
- д) N_2O_3 и KOH ;
- е) Zn и HCl ;
- ж) N_2O_5 и K_2O ;
- з) SiO_2 и LiOH .

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

- а) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2$;
- б) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO}$;
- в) $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2$;

- г) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$;
д) $\text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$;
е) $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3$;
ж) $\text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3$.

289. Газ каким объёмом (н. у.) выделится при действии избытка соляной кислоты на карбонат калия массой 153 г?

290. Осадок какой массой образуется при сливании раствора, содержащего нитрат серебра массой 17,6 г, и избытка раствора хлорида натрия?

291. Из фосфора массой 3,10 г в результате ряда последовательных реакций получили фосфат кальция. Составьте уравнения соответствующих химических реакций и рассчитайте массу образовавшейся при этом соли.

292. К смеси массой 4,00 г, состоящей из меди и оксида меди(II), добавили избыток соляной кислоты. В результате реакции образовался хлорид меди(II) массой 2,70 г. Определите массовую долю меди в исходной смеси.

293. Смесь массой 6,16 г, содержащую хлорид бария и хлорид натрия, растворили в воде. К полученному раствору добавили избыток серной кислоты. В результате реакции образовался осадок массой 4,66 г. Определите массовую долю хлорида натрия в исходной смеси.

§ 21. Получение и применение солей

294. Составьте формулы солей, образованных кальцием и кислотными остатками следующих кислот: соляной, азотной, сернистой, фосфорной. Назовите их.

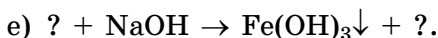
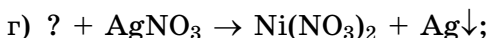
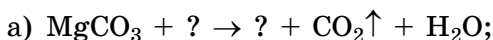
295. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$;
б) $\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$;
в) $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3$;
г) $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$.

296. Начертите в тетради таблицу и заполните её.

Химическая реакция	Тип реакции
$\text{CaCO}_3 = \text{CO}_2\uparrow + \text{CaO}$	
$\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3$	
$\text{Ni} + \text{CuCl}_2 = \text{NiCl}_2 + \text{Cu}\downarrow$	
$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$	
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$	

297. Замените знаки вопроса на формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:



298. Предложите три различных способа получения хлорида алюминия, используя в качестве исходного вещества алюминий. Приведите уравнения соответствующих реакций.

299. Предложите два способа получения сульфата меди(II), используя в качестве исходного вещества оксид меди(II). Приведите уравнения соответствующих реакций.

300. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно получить карбонат натрия в одну стадию при взаимодействии:

а) основного оксида и кислоты;

б) основания и кислоты;

в) основания и кислотного оксида;

г) кислотного и основного оксида;

д) двух солей.

301. Как можно получить карбонат кальция, имея в своём распоряжении кальций, метан и кислород? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

302. В вашем распоряжении имеются водород, кислород, хлор и магний. Приведите уравнения химических реакций,

с помощью которых из указанных веществ можно получить хлорид магния всеми возможными способами.

303. В вашем распоряжении имеются вода, кислород, барий и сера. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых из указанных веществ можно получить сульфит бария всеми возможными способами.

304. Как с помощью воды можно разделить смесь хлорида бария и сульфата бария? Кратко поясните свой ответ.

305. Приведите формулы и названия трёх солей, с которыми вы сталкиваетесь в повседневной жизни. Кратко поясните, где и для чего используются эти соли.

306. На полках продовольственных магазинов наряду с поваренной солью можно встретить морскую соль, которая также используется при приготовлении пищи. Найдите морскую соль в продовольственном магазине и прочитайте на упаковке её состав. Чем отличается поваренная соль от морской?

307. Между какими из приведённых ниже веществ возможны химические реакции в водном растворе: BaCl_2 , AgNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 , K_2CO_3 ? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

308. Карбонат кальция какой массой образуется при взаимодействии оксида кальция массой 230 г с избытком углекислого газа?

309. Суточная потребность юношеского организма в магнии составляет примерно 375 мг. В навеске карбоната магния какой массой содержится столько магния?

310. В раствор, содержащему сульфат меди(II) массой 16,0 г, опустили избыток железных опилок. Рассчитайте массу выделившейся при этом меди.

311. К раствору, содержащему CuSO_4 массой 3,75 г, добавили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали и прокалили при высокой температуре. Рассчитайте массу полученного в результате этого твёрдого остатка.

312. При нагревании навески известняка массой 70,0 г выделился газ, объём которого при нормальных условиях составил 13,4 дм³. Рассчитайте массовую долю карбоната кальция в образце известняка.

313. Железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ используется для подкормки культурных растений с целью профилактики и их лечения от хлороза, вызываемого недостатком железа. Следствием хлороза является слабый прирост побегов, неполное развитие плодов, снижение урожайности. К недостатку железа наиболее чувствительны: капуста, картофель, яблони, груши, сливы, малина, томаты. Железо какой массой содержится в железном купоросе массой 4,50 кг?

§ 22. Взаимосвязь между основными классами неорганических веществ

314. Можно ли получить соль при взаимодействии:

- а) оксида металла и основания;
- б) двух оснований;
- в) двух оксидов металлов;
- г) оксида металла и кислоты;
- д) оксида металла и оксида неметалла;
- е) двух оксидов неметаллов?

В тех случаях, когда это возможно, приведите уравнения соответствующих реакций.

315. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно получить сульфат магния в одну стадию при взаимодействии:

- а) металла и кислоты;
- б) основания и кислоты;
- в) основного оксида и кислоты;
- г) кислотного и основного оксидов;
- д) основания и кислотного оксида;
- е) двух солей.

Укажите тип каждой реакции.

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

- а) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$;
- б) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
- в) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$;

- г) $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Ba(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$;
 д) $\text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3$;
 е) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCl}$;
 ж) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow$

FeSO_4 .

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

а) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeSO}_4$;

б) $\text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2$;

в) $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl}$;

г) $\text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$;

д) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2$;

е) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$;

ж) $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{ZnO}$.

318. Какие из указанных веществ могут взаимодействовать между собой: кальций, вода, оксид серы(VI), оксид натрия, гидроксид бария, фосфорная кислота, хлорид серебра. Составьте уравнения возможных химических реакций.

319. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно получить вещества, относящиеся к классам солей, оснований, кислот и оксидов, если в вашем распоряжении имеются только простые вещества: литий, кислород, водород и хлор.

320. Укажите верные утверждения:

а) к простым веществам относятся оксиды, металлы и неметаллы;

б) между соединениями металлов и неметаллов существует генетическая связь;

в) основными классами неорганических соединений являются кислоты, основания и соли;

г) генетический ряд неметаллов включает основные оксиды и основания;

д) самыми сложными веществами являются соли;

е) при взаимодействии кислотного оксида с основанием получается новый оксид и новое основание;

ж) кремниевую кислоту можно получить только косвенным путём;

з) из соли можно получить основание, но нельзя получить кислоту;

и) большинство кислот можно получить при действии воды на соответствующий основной оксид;

к) одну и ту же соль можно получить разными способами;

л) из нерастворимого основания легко получается два оксида.

321. В трёх пробирках находятся растворы серной кислоты, гидроксида натрия и хлорида натрия. Как с помощью лакмуса определить содержимое каждой из пробирок?

322. Могут ли в одном растворе находиться следующие пары веществ в значительных количествах:

а) CuCl_2 и KOH ;

б) Ba(OH)_2 и HF ;

в) AgNO_3 и HCl ;

г) NaCl и H_2SO_4 ;

д) Li_2SO_4 и KNO_3 ;

е) HNO_3 и H_2SO_4 ?

Обоснуйте ответ и составьте уравнения возможных химических реакций.

323. Рассчитайте массу силиката натрия, образующегося при сплавлении гидроксида натрия массой 230 кг с избытком оксида кремния(IV).

324. Газ, образовавшийся при термическом разложении карбоната кальция массой 16,8 г, пропустили через избыток раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу образовавшейся соли.

325. В результате ряда последовательных реакций был получен карбонат кальция массой 120 г. Для его получения использовали кальций, воду и углекислый газ. Какие химические количества каждого из указанных веществ были взяты для этого? Составьте уравнения протекавших при его получении химических реакций.

326. Смесь, состоящую из бария массой 6,45 г и оксида бария массой 7,42 г, растворили в необходимом количестве

воды. Рассчитайте массу образовавшегося гидроксида бария и объём (н. у.) выделившегося газа.

327. Газовую смесь, состоящую из угарного и углекислого газов, пропустили через избыток раствора щёлочи. В результате этого объём исходной газовой смеси уменьшился в два раза. Определите массовую долю угарного газа в исходной газовой смеси.

§ 23. Решение расчётных задач по теме «Основные классы неорганических соединений»

328. Укажите верные утверждения:

а) чтобы получить нитрат калия следует в раствор КОН пропустить оксид азота(II);

б) основные оксиды при реакции с основаниями образуют соль и воду;

в) CO является несолеобразующим оксидом;

г) некоторые кислотные оксиды могут реагировать с основными оксидами с образованием солей;

д) кислотные оксиды реагируют с щелочами;

е) оксиды могут вступать в реакции с водой, со щелочами, с кислотами.

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

а) $\text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaCO}_3$;

б) $\text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnCl}_2$;

в) $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3$;

г) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$;

д) $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaCl}_2$.

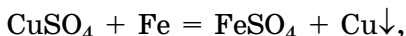
330. На полное растворение смеси массой 3,66 г, содержащей оксид цинка и оксид кальция, была затрачена азотная кислота химическим количеством 0,120 моль. Определите массу оксида кальция в смеси.

331. Газовую смесь массой 14,0 г, состоящую из кислорода, водорода и углекислого газа, пропустили через избыток раствора гидроксида кальция. При этом объём (н. у.) смеси уменьшился на 1,120 дм³. Рассчитайте массовую долю углекислого газа в исходной газовой смеси.

332. Многие сложные вещества можно получить в реакции соединения соответствующих простых веществ. Простые вещества какой суммарной массой необходимы для получения:

- а) оксида кремния(IV) массой 23 г;
- б) сульфида алюминия массой 120 кг;
- в) хлорида железа(III) массой 560 мг?

333. Медь каким максимальным химическим количеством можно получить в результате реакции



если в раствор, содержащий избыток CuSO_4 , опустить железные опилки массой 11,2 г?

334. Хром какой максимальной массой можно получить из руды, содержащей Cr_2O_3 массой 152 т? Хром из Cr_2O_3 получают в результате реакции, протекающей по уравнению: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$.

335. При действии хлора на нагретые железные опилки образуется FeCl_3 . Хлор какого объёма (н. у.) необходим для получения FeCl_3 массой 4,30 кг?

336. Вещество, полученное в результате химической реакции кальция с кислородом, растворили в воде. Масса образовавшегося $\text{Ca}(\text{OH})_2$ составила 7,40 г. Определите массу кальция, взятого для реакции.

337. Над раскалённым CuO , взятым в избытке, пропустили водород химическим количеством 0,80 моль. Определите массу образовавшейся меди.

338. Фосфор имеет огромное значение для выращивания плодовых и ягодных культур. Недостаток фосфора проявляется в задержке цветения и созревания, в изменении окраски листьев на пурпурную или бронзовую. Фосфор входит в состав многих биологических молекул, необходим для жизнедеятельности растений. При недостатке фосфора в почве его вносят в составе фосфорных удобрений, являющихся солями фосфорной кислоты. Одним из таковых является двойной суперфосфат. Его основной компонент — вещество $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массовую долю кислорода и воды в составе этого вещества.

ГЛАВА II. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

§ 24. Систематизация химических элементов

339. Назовите химические элементы, которые были известны с глубокой древности? Какие химические элементы были открыты во времена алхимиков?

340. Какие из девяти известных алхимикам химических элементов относятся к металлам, а какие — к неметаллам?

341. Какое число химических элементов известно в настоящее время?

342. Назовите, на какие классы делили все химические элементы в самой первой, простейшей, их классификации. На чём было основано деление химических элементов на классы согласно этой классификации?

343. Укажите, какие из перечисленных ниже свойств присущи металлам, а какие — неметаллам:

а) в обычных условиях, за редким исключением, твёрдые кристаллические вещества;

б) при нормальных условиях бывают твёрдыми, жидкими и газообразными;

в) пластичны, особенно в нагретом состоянии;

г) хорошо проводят электрический ток и теплоту;

д) не обладают блеском, пластичностью;

е) взаимодействуя с кислородом, как правило, образуют основные оксиды;

ж) плохо проводят электрический ток;

з) их оксиды обычно кислотные.

Укажите, какие из перечисленных характеристик относятся к свойствам простых веществ металлов и неметаллов, а какие — к свойствам химических элементов металлов и неметаллов.

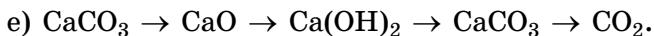
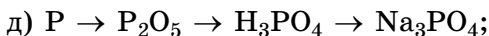
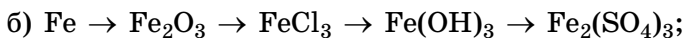
344. Назовите химические элементы, которые образуют простые вещества, находящиеся при н. у. в газообразном агрегатном состоянии.

345. Укажите химические элементы из приведённого ниже ряда, которые образуют с водородом при н. у. газообразные соединения: хлор, калий, азот, кальций, алюминий, сера.

346. Укажите химические элементы из приведённого ниже ряда, которые при н. у. образуют с кислородом газообразные соединения: водород, медь, азот, алюминий, сера, железо.

347. Какие вещества из приведённого ниже ряда находятся при н. у. в твёрдом агрегатном состоянии: HBr , Cu_2O , MgO , H_2S , Na_2O , Fe_3O_4 , H_2S , NH_3 , CH_4 , Pb_3O_4 , ZnO , HF ? Выпишите в тетрадь их формулы. Кратко поясните свой выбор.

348. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



349. Рассчитайте объём (н. у.), который занимает фтор массой 19,0 г.

350. Рассчитайте число молекул, которое содержится в порции хлора объёмом (н. у.) $13,7 \text{ м}^3$.

351. Рассчитайте объём (н. у.), который занимает кислород такой же массы, как и свинцовый кубик с длиной ребра 8,00 мм. Плотность свинца равна $11,34 \text{ г/см}^3$.

352. Определите металл, один атом которого имеет массу $4,48 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$.

353. В результате полного восстановления неизвестного оксида массой 32,0 г избытком водорода при нагревании получен металл массой 22,4 г. Установите формулу оксида.

354. Массовая доля металла в его оксиде составляет 0,897. Определите металл, образующий оксид.

355. Значительная доля железа в организме человека и животных сосредоточена в составе гемоглобина — ве-

щества, ответственного за транспорт кислорода от лёгких к органам. Молекула гемоглобина очень велика и состоит из четырёх фрагментов, каждый из которых имеет состав $C_{759}H_{1208}N_{210}S_2O_{204}Fe$. Рассчитайте массовую долю железа в гемоглобине. Чему равна масса железа, содержащегося в гемоглобине массой 100 г?

356. Золото относится к благородным металлам. Они получили своё название благодаря красивому внешнему виду и устойчивости по отношению к окружающей среде и агрессивным воздействиям. Кроме золота, к благородным металлам относятся серебро, платина, рутений, родий, палладий, осмий и иридий. В природе эти металлы встречаются в виде самородков и в различных рудах. Чистое золото имеет жёлтый цвет. Плотность золота $19,32 \text{ г/см}^3$. Золото очень пластично. Из образца золота массой в один грамм можно вытянуть проволоку длиной в три километра. Определите диаметр такой проволоки и рассчитайте число атомов металла, содержащихся в 10,0 см такой проволоки.

§ 25. Понятие об амфотерности

357. Чем отличаются амфотерные оксиды и гидроксиды от кислотных и основных? Ответ подтвердите уравнениями химических реакций.

358. Что из перечисленного свидетельствует об амфотерности гидроксида алюминия:

а) гидроксид алюминия можно получить при взаимодействии щёлочи с хлоридом алюминия;

б) при добавлении к твёрдому гидроксиду алюминия избытка соляной кислоты или раствора щёлочи он растворяется и образуется прозрачный раствор;

в) гидроксид алюминия при н. у. представляет собой твёрдое белое вещество;

г) при нагревании гидроксида алюминия выделяется вода и образуется оксид алюминия;

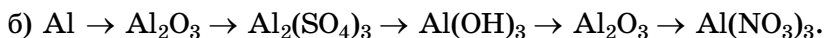
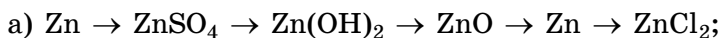
д) гидроксид алюминия не растворим в воде?

359. Запишите формулы гидроксидов, соответствующие следующим оксидам: CuO , N_2O_5 , Al_2O_3 , ZnO , SO_3 , SiO_2 , FeO ,

P_2O_5 , BaO , CO_2 , K_2O , Li_2O . Запишите в тетради отдельно формулы кислотных оксидов, основных оксидов и оксидов, обладающих амфотерными свойствами.

360. Составьте и запишите в тетради формулы гидроксидов хрома(III), меди(II), калия, магния, цинка, алюминия, кальция, лития. Подчеркните формулы тех из них, которые обладают амфотерными свойствами.

361. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



362. Гидроксид цинка реагирует как с соляной кислотой, так и с гидроксидом натрия. Рассчитайте массовую долю цинка в соединениях, которые образуются в результате этих реакций.

363. Рассчитайте массу хлорида алюминия, образующегося при взаимодействии 0,35 моль оксида алюминия с избытком соляной кислоты.

364. Рассчитайте массу трёх формульных единиц оксида цинка.

365. Определите массовую долю алюминия в составе гидроксида алюминия.

366. Рассчитайте число атомов в образце гидроксида цинка массой 3,50 г.

367. Хлор массой 35,5 г полностью прореагировал с избытком кальция. Рассчитайте массу образовавшегося хлорида кальция.

368. При нагревании до высокой температуры (сплавлении) оксида цинка с оксидом кальция образуется вещество, массовая доля цинка в котором равна 0,4757, а кислорода — 0,2328. Определите формулу образовавшегося вещества. Составьте уравнение реакции, протекающей между указанными оксидами при сплавлении.

369. При сплавлении гидроксида калия с гидроксидом алюминия образуется вода и соль, в которой массовые доли калия, алюминия и кислорода соответственно равны 0,3986, 0,2751 и 0,3263. Определите формулу образующейся соли и

составьте уравнение реакции, протекающей при сплавлении гидроксида калия с гидроксидом алюминия.

370. Иод встречается практически повсеместно в живой и неживой природе. Значительное его количество содержится в морской капусте (ламинарии). Встречается он в виде минералов: лаутарита $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$, иодобромита $\text{Ag}(\text{Br}, \text{Cl}, \text{I})$, эмболита $\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$, майерсита $\text{CuI} \cdot 4\text{AgI}$. В морской воде он находится в виде растворимых иодидов металлов. В среднем в 1,00 тонне морской воды содержится около 25,0 мг атомов иода. Рассчитайте, какое число молекул воды в морской воде приходится на один атом иода.

§ 26. Естественные семейства элементов

Пример 19. Щелочной металл массой 3,9 г прореагировал с избытком воды. В результате реакции выделился водород химическим количеством 0,050 моль. Какой металл был взят для реакции?

Дано:

$$m(\text{Me}) = 3,9 \text{ г}$$

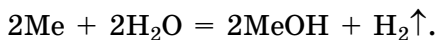
$$n(\text{H}_2) = 0,050 \text{ моль}$$

Me — ?

Решение

По условию задачи металл — щелочной, следовательно, формула его гидроксида в общем виде MeOH .

В общем виде реакцию, которая протекает при растворении щелочного металла в воде, можно представить следующим образом:



Из уравнения следует, что $n(\text{Me}) = 2 \cdot n(\text{H}_2)$;

$$n(\text{Me}) = 2 \cdot 0,050 \text{ моль} = 0,10 \text{ моль}.$$

Следовательно, в реакцию вступил щелочной металл химическим количеством 0,10 моль.

$$M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{Me})} = \frac{3,9 \text{ г}}{0,10 \text{ моль}} = 39 \text{ г/моль}.$$

Из таблицы Д. И. Менделеева следует, что этот металл — калий.

Ответ: калий.

371. На основании каких принципов химические элементы были объединены в группы, называемые естественными семействами? Назовите естественные семейства химических элементов, которые вы знаете. Приведите по одному примеру представителей названных вами семейств.

372. Кратко поясните, почему естественное семейство, которое образуют гелий, неон, аргон, криптон, ксенон и радон, ранее называли инертными газами, а сейчас — благородными газами.

373. Поясните, почему щелочные металлы называют типичными металлами, а галогены — типичными неметаллами.

374. Дайте характеристику химическим элементам, образующим естественное семейство «щелочные металлы».

375. Одно из простых веществ галогенов при нормальных условиях находится в твёрдом агрегатном состоянии. Назовите это вещество и приведите его формулу.

376. Укажите, какие из следующих утверждений относятся к галогенам:

- а) являются типичными неметаллами;
- б) простые вещества состоят из двухатомных молекул;
- в) химически инертны;
- г) химически активны;
- д) реагируют с водородом и металлами;
- е) их молекулы одноатомны;
- ж) водные растворы их водородных соединений являются кислотами.

377. Из указанных ниже химических элементов выпишите в тетрадь по отдельности те из них, которые относятся к щелочным металлам, галогенам, благородным газам: Rb, Xe, Br, Fe, Ar, S, K, Kr, I, Na, F, He, Li, Cl, Ne, F, Cs.

378. Составьте в общем виде уравнения взаимодействия:

- а) оксида щелочного металла (Me_2O) с фосфорной кислотой;
- б) карбоната щелочного металла (Me_2CO_3) с соляной кислотой;
- в) щелочного металла (Me) с водой;
- г) гидроксида щелочного металла ($MeOH$) с серной кислотой.

379. Составьте в общем виде уравнения взаимодействия:

- а) галогена (G_2) с водородом;
- б) галогеноводорода (HG) с гидроксидом кальция;
- в) галогеноводорода (HG) с карбонатом натрия;
- г) галогена (G_2) с магнием.

380. Составьте уравнения химических реакций между:

- а) CuO и HBr ;
- б) Li_2O и HF ;
- в) Na_2CO_3 и HF ;
- г) Mg и HI ;
- д) $Fe(OH)_3$ и H_2SO_4 ;
- е) $Zn(OH)_2$ и HBr .

381. Химические элементы Ca , Sr , Ba и Ra образуют естественное семейство, называемое щёлочноземельными металлами. Ниже в таблице приведены некоторые физические свойства образуемых ими простых веществ металлов. Установите, какие величины соответствуют каждому из металлов (например, в таком виде: кальций — 1в).

Металл	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °C
1) кальций	а) 5,00	д) 729
2) стронций	б) 3,59	е) 700
3) барий	в) 1,55	ж) 839
4) радий	г) 2,54	з) 769

382. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow CaCl_2 \rightarrow CaCO_3$;
- б) $Li \rightarrow Li_2O \rightarrow LiCl \rightarrow LiNO_3$;
- в) $Ba \rightarrow BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaCl_2 \rightarrow BaSO_4$.

383. В составе оксида некоторого щелочного металла массовая доля кислорода равна 0,533. Определите металл.

384. Кальций химическим количеством 0,0400 моль растворили в воде, а затем к раствору добавили избыток азотной кислоты. Определите массу образовавшейся при этом соли.

385. На нейтрализацию раствора, содержащего гидроксид щелочного металла массой 11,2 г, потребовалась соляная кислота, содержащая хлороводород химическим

количеством 0,20 моль. Установите, гидроксид какого металла был в растворе.

386. Цезий и рубидий содержатся во всех органах млекопитающих и человека. Эти элементы оказывают стимулирующее влияние на функции кровообращения. Хлориды цезия и рубидия вызывают повышение артериального давления, что связано с усилением сердечно-сосудистой деятельности и с сужением периферических сосудов. Содержание рубидия в крови человека в среднем составляет 2,5 мг/дм³. Рассчитайте, рубидий каким химическим количеством содержится в крови объёмом 1,0 см³.

§ 27. Периодический закон Д. И. Менделеева

387. Какую характеристику химических элементов Д. И. Менделеев положил в основу их систематизации? Какую закономерность он установил? Как изменяются металлические и неметаллические свойства атомов химических элементов при возрастании их относительных атомных масс?

388. Периодический закон является законом природы. Кроме законов природы, существуют и законы общества. Чем принципиально отличаются эти законы? Приведите по два примера законов природы и общества.

389. Назовите два химических элемента, состав высших оксидов которых можно представить в общем виде как R₂O₃.

390. Назовите два химических элемента, состав летучих водородных соединений которых можно представить в общем виде как H₃R (или RH₃).

391. В каждой из приведённых пар химических элементов укажите тот, металлические свойства атомов которого выражены сильнее:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| а) алюминий и магний; | г) литий и бериллий; |
| б) кислород и фтор; | д) фосфор и натрий. |
| в) азот и литий; | |

Кратко поясните свой выбор.

392. Приведите химические формулы оксидов лития, бериллия, бора, фосфора, углерода, серы, хлора. Какую

минимальную и какую максимальную валентности могут проявлять атомы химических элементов в оксидах?

393. Приведите химические формулы трёх летучих водородных соединений. Какую минимальную и максимальную валентность могут проявлять атомы химических элементов в летучих водородных соединениях?

394. Начертите в тетради таблицу и заполните в ней пустые клеточки.

Химический элемент	Формула высшего оксида	Формула летучего водородного соединения	Формула высшего гидроксида
S			
Ne			
Ar			
N			
Cl			
Al			
P			
Si			
Na			
Li			
B			
Mg			

395. Для серы составьте формулу высшего оксида и летучего водородного соединения. Рассчитайте массовую долю серы в этих веществах.

396. Рассчитайте, какой объём (н. у.) занимает летучее водородное соединение углерода массой 23,0 кг.

397. Летучее водородное соединение фосфора называется фосфин. Это бесцветный, очень ядовитый, довольно неустойчивый газ со специфическим запахом. В отсутствие кислорода фосфин при нагревании разлагается на простые вещества. Рассчитайте, какой объём (н. у.) водорода образуется при полном разложении 540 мг фосфина.

398. В составе молекулы летучего водородного соединения на один атом водорода приходится один атом другого

химического элемента. Какое естественное семейство химических элементов образуют такие соединения?

399. В образце высшего оксида содержится 2,0 моль атомов кислорода и 0,80 моль атомов неизвестного химического элемента. Установите, какие элементы могут входить в состав данного оксида.

400. Масса смеси, состоящей из высшего оксида углерода и его водородного соединения, равна 10,4 г, а её объём (н. у.) — 6,72 дм³. Рассчитайте объёмы компонентов смеси.

401. благородные газы характеризуются крайне низкой химической активностью. Они не ядовиты. Однако вдыхание радиоактивного радона может вызвать онкологические заболевания. Несмотря на свою инертность, при определённых условиях благородные газы могут вступать в химические реакции. При этом наиболее инертны неон и гелий, а ксенон и радон более активны. В одном из соединений ксенона со фтором массовая доля фтора равна 46,47 %. Установите формулу этого фторида ксенона.

§ 28. Периодическая система химических элементов

402. Укажите порядковый номер и назовите химический элемент, который расположен в:

- а) пятом периоде, VIIA группе;
- б) четвёртом периоде, VIB группе;
- в) втором периоде, IVB группе;
- г) третьем периоде, VIIIA группе.

403. Укажите место (номер периода и номер группы) нахождения следующих химических элементов: марганец, кремний, бериллий, магний, железо, аргон, азот, золото, хлор.

404. Укажите, у атома какого химического элемента в каждой паре более ярко выражены металлические свойства:

- а) кальций и магний;
- б) калий и кальций;
- в) литий и бериллий;
- г) магний и алюминий;
- д) свинец и висмут;
- е) натрий и калий.

Кратко поясните свой выбор.

405. Укажите, у атома какого химического элемента в каждой паре более ярко выражены неметаллические свойства:

ГЛАВА III. СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ АТОМОВ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 29. Строение атома.

Атомный номер химического элемента

415. В какой структуре атома сосредоточена его масса? Какие частицы называются нуклонами и какой заряд они имеют?

416. Во сколько примерно раз размер атома гелия превышает размер его ядра?

417. Можно ли назвать атом мельчайшей частицей? А мельчайшей, химически неделимой частицей? Кратко поясните, почему.

418. В атоме какого химического элемента содержится 14 электронов? Какое число протонов содержится в ядре атома этого химического элемента?

419. Начертите в тетради таблицу и заполните в ней пустые клеточки.

Химический элемент	Атомный номер	Заряд ядра	Число протонов	Число электронов	Число нейтронов
	12				
		+ 15			
			19		
				28	
Ca					
	15				
		+ 69			
			8		

420. Укажите, какие из следующих суждений об атоме соответствуют действительности:

- а) электронейтрален;
- б) имеет положительный заряд;
- в) состоит только из нейтронов;
- г) число протонов равно числу нейтронов;
- д) бóльшая часть массы атома приходится на массу электронов;
- е) состоит из протонов, электронов и нейтронов;
- ж) неделимый;
- з) число протонов в атоме равно числу электронов;
- и) ядро атома занимает бóльшую часть объёма атома;
- к) порядковый номер элемента в периодической системе равен заряду ядра атома и числу электронов и протонов в составе атома.

421. Определите, какой заряд будет иметь частица, если:

- а) в состав атома химического элемента добавить два электрона;
- б) в состав атома химического элемента добавить два протона;
- в) из атома химического элемента удалить один электрон;
- г) из ядра атома удалить три протона;
- д) в состав ядра атома добавить два нейтрона.

422. Чему равна относительная атомная масса атомов, содержащих:

- а) 12 нейтронов и 11 протонов;
- б) 31 электрон и 38 нейтронов;
- в) 8 протонов и 9 нейтронов;
- г) 53 электрона и 74 нейтрона?

423. Вычислите массу:

- а) 1000 атомов гелия;
- б) 20 атомов азота;
- в) смеси 10 атомов кислорода и 40 атомов водорода;
- г) смеси 12 атомов железа и 48 атомов магния.

424. Рассчитайте массу молекулы, состоящей из четырёх атомов водорода и двух атомов углерода.

425. Какое число электронов имеет такую же массу, как один атом магния?

426. Относительная атомная масса химического элемента равна 23, а число нейтронов в его ядре — 12. Определите атомный номер химического элемента и назовите его.

427. Какое число атомов гелия требуется для построения цепочки длиной 200 см, если известно, что диаметр атома гелия равен 98 пм?

428. Сплав баббит применяется при производстве подшипников. Различают несколько вариантов такого сплава. В одном из наиболее распространённых вариантов сплава на 90 г олова приходится 10 г меди. Рассчитайте, какое число атомов олова в сплаве приходится на 100 атомов меди.

429. Серебро, как и другие благородные металлы, встречается в природе в самородной форме. В 1477 году на руднике «Святой Георгий» недалеко от города Фрайберг (Германия) был найден самородок серебра массой 20 тонн. Определите объём самородка, если плотность серебра равна 10,5 г/см³. Рассчитайте число атомов серебра в самородке и массу электронов, содержащихся во всех атомах серебра самородка.

§ 30. Массовое число атома. Нуклиды

Пример 20. Образец водорода содержит атомы двух нуклидов водорода — трития ³H и протия ¹H, химические количества которых соответственно равны 1 моль и 4 моль. Определите относительную атомную массу химического элемента водорода в образце.

Дано: $n(^3\text{H}) = 1 \text{ моль}$ $n(^1\text{H}) = 4 \text{ моль}$ $A_r(^1\text{H} + ^3\text{H}) = ?$	Решение $M(^3\text{H}) = 3 \text{ г/моль};$ $m(^3\text{H}) = n(^3\text{H}) \cdot M(^3\text{H}) = 1 \text{ моль} \times$ $\times 3 \text{ г/моль} = 3 \text{ г};$ $M(^1\text{H}) = 1 \text{ г/моль};$
---	---

$$m(^1\text{H}) = n(^1\text{H}) \cdot M(^1\text{H}) = 4 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 4 \text{ г};$$

$$m(^1\text{H} + ^3\text{H}) = m(^3\text{H}) + m(^1\text{H}) = 3 \text{ г} + 4 \text{ г} = 7 \text{ г};$$

$$n(^1\text{H} + ^3\text{H}) = n(^3\text{H}) + n(^1\text{H}) = 1 \text{ моль} + 4 \text{ моль} = 5 \text{ моль};$$

$$M(^1\text{H} + ^3\text{H}) = \frac{m(^1\text{H} + ^3\text{H})}{n(^1\text{H} + ^3\text{H})} = \frac{7 \text{ г}}{5 \text{ моль}} = 1,4 \text{ г/моль}.$$

Поскольку относительная молекулярная масса численно равна молярной массе, а в данном случае это относительная атомная масса, то можем записать:

$$A_r(^1\text{H} + ^3\text{H}) = 1,4.$$

$$\text{Ответ: } A_r(^1\text{H} + ^3\text{H}) = 1,4.$$

Пример 21. В природе хлор встречается в виде нуклидов ^{35}Cl и ^{37}Cl , мольные доли которых соответственно равны 0,75 и 0,25. Определите относительную атомную массу природной смеси изотопов хлора.

Дано:

$$\chi(^{35}\text{Cl}) = 0,75$$

$$\chi(^{37}\text{Cl}) = 0,25$$

$$A_r(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) = ?$$

Решение

Рассмотрим образец, содержащий природную смесь атомов хлора химическим количеством 1 моль.

$$n(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) = 1 \text{ моль};$$

$$n(^{35}\text{Cl}) = n(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) \cdot \chi(^{35}\text{Cl}) = 1 \text{ моль} \cdot 0,75 = 0,75 \text{ моль};$$

$$M(^{35}\text{Cl}) = 35 \text{ г/моль};$$

$$m(^{35}\text{Cl}) = n(^{35}\text{Cl}) \cdot M(^{35}\text{Cl}) = 0,75 \text{ моль} \cdot 35 \text{ г/моль} = 26,25 \text{ г}.$$

$$n(^{37}\text{Cl}) = n(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) \cdot \chi(^{37}\text{Cl}) = 1 \text{ моль} \cdot 0,25 = 0,25 \text{ моль};$$

$$M(^{37}\text{Cl}) = 37 \text{ г/моль};$$

$$m(^{37}\text{Cl}) = n(^{37}\text{Cl}) \cdot M(^{37}\text{Cl}) = 0,25 \text{ моль} \cdot 37 \text{ г/моль} = 9,25 \text{ г};$$

$$m(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) = m(^{35}\text{Cl}) + m(^{37}\text{Cl}) = 26,25 \text{ г} + 9,25 \text{ г} = 35,5 \text{ г};$$

$$M(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) = \frac{m(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl})}{n(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl})} = \frac{35,5 \text{ г}}{1 \text{ моль}} = 35,5 \text{ г/моль}.$$

Следовательно, $A_r(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) = 35,5$.

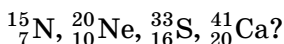
$$\text{Ответ: } A_r(^{35}\text{Cl} + ^{37}\text{Cl}) = 35,5.$$

430. Может ли массовое число иметь дробное значение?

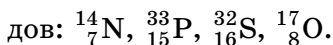
Ответ поясните.

431. Используя периодическую систему химических элементов, установите все нарушения в порядке расположения химических элементов по мере увеличения их относительной атомной массы. Выявленные вами несоответствия запишите в тетради.

432. Что такое массовое число атома? Чему равны массовые числа и заряд ядер атомов следующих нуклидов:



433. Установите, какое число протонов, нейтронов и электронов содержится в одном атоме следующих нуклидов:



434. Рассчитайте разность между:

а) числом протонов и числом нейтронов в атоме кислорода-15;

б) числом нейтронов и числом электронов в атоме фосфора-31;

в) суммой чисел электронов и нейтронов и числом протонов в атоме серы-34;

г) суммой чисел протонов и нейтронов и числом электронов в атоме хлора-37.

435. Вычислите разность между числами нейтронов в нуклиде меди-63 и в нуклиде гафния-178.

436. Определите атомный номер химического элемента, если его массовое число равно 18, а в ядре содержится 10 нейтронов. Назовите этот элемент.

437. Размеры и массы атомов очень малы. Например, радиус атома гелия равен 49 пм.

а) Если песчинку, представляющую собой шар диаметром 0,10 мм, мысленно увеличить до размеров земного шара (средний радиус Земли — 6365 км, средняя плотность — 5,52 кг/дм³), то каким станет радиус атома гелия при таком же увеличении его размеров?

б) Приняв, что песчинка состоит из чистого SiO₂, плотность которого равна 2,65 г/см³, вычислите, чему равна масса песчинок химическим количеством 1,0 моль.

в) Порция SiO₂ каким химическим количеством имеет такую же массу, как и Земля?

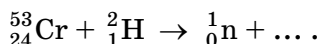
438. В образце кислорода содержатся нуклиды ¹⁶O, ¹⁷O и ¹⁸O, химические количества которых соответственно равны 2 моль, 2 моль и 1 моль. Определите относительную атомную массу кислорода в образце.

439. Образец лития состоит из нуклидов литий-6 и литий-7. Число атомов в образце равно $6,02 \cdot 10^{23}$, а его мас-

са — 6,25 г. Рассчитайте, какое число атомов лития-6 в образце приходится на один атом лития-7.

§ 31. Изотопы. Явление радиоактивности

Пример 22. Завершите уравнение ядерной реакции:



Решение

Уравнения ядерных реакций должны удовлетворять правилу равенства сумм индексов:

- сумма массовых чисел частиц, вступающих в реакцию, равна сумме массовых чисел частиц продуктов реакции;
- суммы зарядов частиц, вступающих в реакцию, и частиц — продуктов реакции — равны между собой.

Сумма массовых чисел (верхних индексов) в левой части уравнения равна:

$$(53 + 2) = 55.$$

Следовательно, получающийся нуклид должен иметь значение массового числа: $(55 - 1) = 54$.

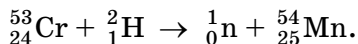
Сумма числа протонов (нижних индексов) в левой части уравнения равна:

$$(24 + 1) = 25.$$

Следовательно, получающийся нуклид должен содержать: $(25 - 0) = 25$ протонов.

Таким образом, в результате реакции должен образоваться нуклид с атомным номером, равным 25: ${}_{25}^{54}\text{X}$. Это марганец Mn.

Тогда уравнение ядерной реакции должно быть следующим:



440. Укажите справедливое утверждение:

- а) изотопы имеют одинаковое число протонов и нейтронов, но различное число электронов;
- б) изотопы имеют одинаковое число нейтронов и электронов, но различное число протонов;
- в) изотопы имеют одинаковое число протонов и электронов, но различное число нейтронов.

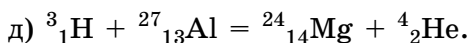
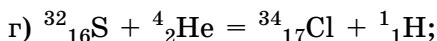
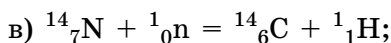
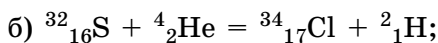
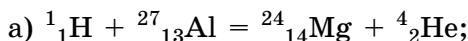
441. Одинаковы ли физические и химические свойства у изотопов одного химического элемента?

442. Водород существует в виде нуклидов ^1H , ^2H и ^3H , которые соответственно называются протий, дейтерий, тритий и иногда могут обозначаться символами H, D и T. Чему равны относительные атомные массы каждого из них?

443. Может ли простое вещество водород иметь молярные массы, равные 2, 3, 4, 5 или 6 г/моль? Подтвердите свой ответ примерами.

444. Период полураспада цезия-137 равен 30 лет. Какая доля цезия от начального количества сохранится через 90 лет?

445. Укажите уравнения ядерных реакций, которые составлены верно:



446. Синтез нового трансуранового химического элемента кюрия-242 был осуществлён путём бомбардировки мишени, состоящей из атомов плутония-239, альфа-частицами ^4_2He . Составьте уравнение ядерной реакции синтеза ^{242}Cm .

447. Составьте уравнения ядерных реакций распада по следующим описаниям:

а) при распаде атома тория-241 образуются альфа-частица ^4_2He и атом ещё одного химического элемента;

б) при распаде неизвестного нуклида образовались радон-222 и ^4_2He ;

в) при распаде радия-226 образовался актиний-227;

г) при распаде атома актиния-227 испускаются электроны и образуется атом ещё одного химического элемента.

448. Образец водорода, в состав которого входят протий и дейтерий, сожгли в избытке кислорода-16. Молекулы воды с какими относительными молекулярными массами образуются при этом?

449. Природная медь состоит из двух стабильных нуклидов — ^{63}Cu и ^{65}Cu . Рассчитайте мольную долю ^{63}Cu в природной смеси.

450. Стронций-90 является радиоактивным нуклидом, который образуется при делении ядер в ядерных реакторах. Химический элемент стронций — аналог кальция, и поэтому способен откладываться в костях. Длительное воздействие ^{90}Sr и продуктов его распада поражает костную ткань, что может привести к развитию опухоли. В виде какой соли откладывается стронций в костях? Чему равна массовая доля стронция в этой соли?

451. Бор в природе представлен в виде двух нуклидов — ^{10}B и ^{11}B , массовая доля бора-10 равна 19,7 %. Рассчитайте относительную атомную массу бора.

§ 32. Состояние электронов в атоме. Электронное облако. Атомная орбиталь

452. Являются ли физические и химические свойства молекулы воды H_2O суммой физических и химических свойств атомов водорода и кислорода? Свой ответ поясните.

453. Определите суммарное число электронов в каждой молекуле: N_2 , NH_3 , H_2SO_4 .

454. Во всех атомах, которые входят в состав молекулы оксида азота, содержится 22 электрона. Установите формулу оксида азота.

455. Плотность кристаллического фторида калия равна 2480 г/дм^3 . Какой объём занимает фторид калия химическим количеством 50 ммоль? Какое число электронов содержится в такой порции фторида калия?

456. Какое число электронов содержится в образце оксида меди(II), имеющем форму куба с длиной ребра 10,0 мм? Плотность твёрдого оксида меди(II) равна $6,40 \text{ г/см}^3$.

457. Воздух какого объёма (н. у.) необходим для полного сжигания смеси объёмом (н. у.) 500 см^3 , содержащей метан и водород, в которой массовая доля водорода

равна 30,0 %? Считайте, что в 100 дм³ воздуха содержится 20 дм³ кислорода.

458. Химическое вещество тринитрамид открыто учёными Королевского технологического института (Швеция) в 2010 году. Оно может стать одним из важнейших компонентов ракетного топлива. Тринитрамид — соединение азота и кислорода. В состав его молекулы входит 76 электронов, а отношение числа атомов азота к числу атомов кислорода равно 2 : 3. Установите формулу тринитрамида.

§ 33. Строение электронных оболочек атомов

459. Число электронных слоёв в атоме любого химического элемента совпадает с:

- а) атомным номером элемента;
- б) номером периода, в котором он находится;
- в) номером группы, в которой он находится;
- г) числом электронов на внешнем электронном слое.

460. Назовите химические элементы, у атомов которых на втором электронном слое находится:

- а) два электрона;
- б) три электрона;
- в) пять электронов;
- г) семь электронов.

461. Назовите химические элементы, в атомах которых на третьем электронном слое имеется:

- а) один электрон;
- б) четыре электрона;
- в) шесть электронов.

462. Число электронов на внешнем электронном слое в атоме химического элемента (для главных групп) совпадает с:

- а) номером периода, в котором находится элемент;
- б) атомным номером элемента;
- в) номером группы, в которой он находится;
- г) числом электронных слоёв.

463. У атома какого химического элемента:

а) на первом электронном слое содержится один электрон;
б) на втором электронном слое содержится пять электронов;

в) на третьем электронном слое содержится восемь электронов?

464. Начертите в тетради таблицу и, пользуясь периодической системой химических элементов, заполните в ней пустые клеточки.

Химический элемент	Номер периода	Номер группы	Число электронных слоёв	Число валентных электронов
He				
H				
Ar				
Si				
Mg				
S				
N				
B				
Na				
F				

465. Назовите три химических элемента, в атомах которых на внешнем электронном слое находится максимально возможное число электронов.

466. Какое число валентных электронов содержат атомы: щелочных металлов, щёлочноземельных металлов, галогенов, благородных газов?

467. Составьте электронные схемы для атомов гелия, азота, неона, магния, хлора.

468. Укажите верные утверждения:

- а) энергия электрона не зависит от того, на каком расстоянии от ядра он расположен;
- б) электронная оболочка атома образована электронами;
- в) число электронных слоёв в атоме равно номеру периода, в котором он находится;
- г) чем ближе к ядру расположен электрон, тем больше его энергия;
- д) на одной орбитали может находиться только один электрон;

- е) чем дальше электрон от ядра, тем больше его энергия;
- ж) на внешнем электронном слое может находиться до 10 электронов;
- з) число электронов на внешнем слое равно номеру (от IA до VIIIA) группы.

469. Назовите группу, в которой находятся химические элементы, если общая формула их высших оксидов R_2O_5 . Сколько электронов находится в их атомах на внешнем электронном слое? Сколько электронов не хватает им до завершения внешнего электронного слоя?

470. В состав молекулы высшего оксида химического элемента, расположенного в VIA группе периодической системы, содержится 40 электронов. Определите элемент, запишите формулу его высшего оксида и гидроксида.

471. В составе атомных ядер, входящих в формульную единицу гидроксида элемента IA группы, содержится 20 протонов. Установите формулу гидроксида.

472. О химическом элементе известно, что:

- а) он является жизненно необходимым для организма элементом;
- б) он находится в составе эмали зубов;
- в) при его недостаточном потреблении могут развиваться заболевания зубов;
- г) простое вещество, образованное этим химическим элементом, чрезвычайно ядовито;
- д) электроны в атоме данного химического элемента располагаются на двух электронных слоях;
- е) для завершения внешнего электронного слоя не хватает одного электрона.

Определите этот химический элемент.

§ 34. Периодичность изменения свойств атомов химических элементов

473. Укажите правильные ответы. От чего зависит величина радиуса атомов:

- а) от числа протонов в ядре;
- б) от числа нейтронов в ядре;

- в) от заряда ядра;
- г) от числа электронных слоёв?

474. На основании положения в периодической системе элементов назовите:

- а) химический элемент, радиус атомов которого меньше радиуса атома бора;
- б) химический элемент, радиус атомов которого больше радиуса атома фосфора.

475. Атом какого химического элемента третьего периода имеет:

- а) самый большой радиус;
- б) самый маленький радиус?

476. Галоген и щёлочноземельный металл находятся в одном периоде. Атом которого из них имеет меньший радиус?

477. Назовите щёлочноземельный металл, атом которого имеет:

- а) самый большой радиус;
- б) самый маленький радиус.

478. Какая особенность атомов химических элементов характерна для атомов металлов:

- а) способность отдавать электроны;
- б) способность принимать электроны?

479. Укажите верное утверждение. Металлические свойства атомов химических элементов с увеличением радиуса атома:

- а) усиливаются;
- б) ослабляются.

480. У атомов щелочных или щёлочноземельных металлов, расположенных в одном периоде, более ярко выражены металлические свойства? Ответ поясните.

481. В главных подгруппах каких групп периодической системы химических элементов расположены только металлы?

482. У атомов какого галогена наиболее ярко выражены неметаллические свойства? Ответ обоснуйте.

483. Перечислите химические элементы третьего периода, у атомов которых неметаллические свойства более ярко выражены, чем у кремния. Почему?

$$w(\text{O}) = \frac{n \cdot 16}{M_r(\text{Me}_2\text{O}_n)} = \frac{n \cdot 16}{2 \cdot A_r(\text{Me}) + n \cdot 16}.$$

Подставим в это выражение данные из условия задачи:

$$0,4800 = \frac{n \cdot 16}{2 \cdot A_r(\text{Me}) + n \cdot 16}.$$

Решим это уравнение относительно величины $A_r(\text{Me})$:

$$n \cdot 16 = 0,4800 \cdot (2 \cdot A_r(\text{Me}) + n \cdot 16);$$

$$0,4800 \cdot 2 \cdot A_r(\text{Me}) = n \cdot 16 - 0,4800 \cdot n \cdot 16;$$

$$A_r(\text{Me}) = 8,67 \cdot n.$$

Величина валентности n может принимать значения от 1 до 8.

Подставим в полученное выражение значения n от 1 до 8 и рассчитаем относительные атомные массы металла при этих значениях валентности:

$$n = 1 \quad A_r(\text{Me}) = 8,667;$$

$$n = 2 \quad A_r(\text{Me}) = 17,33;$$

$$n = 3 \quad A_r(\text{Me}) = 26,00;$$

$$n = 4 \quad A_r(\text{Me}) = 34,67;$$

$$n = 5 \quad A_r(\text{Me}) = 43,33;$$

$$n = 6 \quad A_r(\text{Me}) = 52,00 \rightarrow \text{хром, } A_r(\text{Cr}) = 51,996;$$

$$n = 7 \quad A_r(\text{Me}) = 60,69;$$

$$n = 8 \quad A_r(\text{Me}) = 69,34.$$

Сравнивая полученные значения $A_r(\text{Me})$ со значениями относительных атомных масс в таблице периодической системы, находим, что только при $n = 6$ приходим к реальной атомной массе хрома и его реально проявляемой валентности 6. Следует обратить внимание, что величина $A_r(\text{Ga}) = 69,72$, близкая к 69,34, не удовлетворяет реальным условиям, потому что максимальная валентность галлия — элемента IVA группы — равна 4.

Неизвестный оксид — CrO_3 .

Ответ: CrO_3 .

Пример 24. Массовая доля металла в неизвестном нитрате металла равна 62,56 %. Установите формулу нитрата.

Дано:
 $w(\text{Me}) = 62,56 \%$
 $\text{Me}(\text{NO}_3)_x$ — ?

Решение

При валентности металла, равной n ,
общая формула нитрата металла имеет
вид $\text{Me}(\text{NO}_3)_n$.

$$w(\text{Me}) = \frac{A_r(\text{Me})}{M_r(\text{Me}(\text{NO}_3)_n)} = \frac{A_r(\text{Me})}{A_r(\text{Me}) + n \cdot M_r(\text{NO}_3)}$$

Подставим в это выражение данные из условия задачи:

$$0,6256 = \frac{A_r(\text{Me})}{A_r(\text{Me}) + n \cdot 62}$$

Решим это уравнение относительно величины $A_r(\text{Me})$:

$$A_r(\text{Me}) = 103,6 \cdot n$$

Подставим в это уравнение значения n от 1 до 8 и сравним полученные значения с величинами A_r в таблице периодической системы. При $n = 2$ получим $A_r(\text{Me}) = 207,2$, что соответствует относительной атомной массе свинца.

Ответ: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

489. Назовите химический элемент, расположенный в:

- а) третьем периоде, IIIA группе;
- б) первом периоде, IA группе;
- в) четвёртом периоде, IV группе;
- г) пятом периоде, VIA группе.

490. Чему равен заряд ядра атома:

- а) неона;
- б) железа;
- в) углерода;
- г) кремния;
- д) магния;
- е) фосфора?

491. Определите число протонов, нейтронов и электронов в атоме:

- а) меди-63;
- б) кальция-41;
- в) цезия-131;
- г) меди-63.

492. Составьте электронные схемы атома:

- а) неона;
- б) натрия;
- в) фосфора;
- г) кальция.

493. Составьте формулы летучих водородных соединений элементов, атомные номера которых в периодической системе химических элементов равны: 6, 15, 1, 32, 34.

494. Составьте формулы высших оксидов элементов, атомные номера которых в периодической системе химических элементов равны: 3, 16, 35, 38, 88.

495. В молекуле простого вещества, состоящей из трёх атомов, содержится 24 электрона. Какой химический элемент образует это вещество?

496. Рассчитайте число атомов кислорода в образце высшего оксида азота массой 3,20 кг.

497. Газовая смесь объёмом (н. у.) 132 дм³ состоит из летучего водородного соединения азота химическим количеством 3,00 моль и оксида углерода(II). Определите массу этой смеси.

498. На нейтрализацию гидроксида щелочного металла массой 4,00 г потребовался хлороводород химическим количеством 0,100 моль. Определите формулу гидроксида.

499. Массовая доля кислорода в оксиде неизвестного металла равна 36,81 %. Установите неизвестный металл.

500. Массовая доля неизвестного металла в его оксиде равна 71,47 %. Установите формулу оксида.

501. Массовая доля неизвестного металла в его сульфате равна 15,77 %. Установите неизвестный металл.

502. Массовая доля металла в неизвестном оксиде в 1,152 раза больше массовой доли кислорода. Установите формулу оксида.

503. При полном сгорании металла массой 43,2 мг образовался его оксид массой 81,6 мг. Установите формулу оксида.

504. Крупные прозрачные кристаллы корунда являются драгоценными камнями. Примеси окрашивают корунд в разные цвета: красный корунд называют рубином, синий — сапфиром. Кристаллы ювелирного корунда можно вырастить искусственно, но природные камни ценятся выше. Корунд является оксидом металла, оксид и гидроксид которого проявляют амфотерные свойства. Металл является хорошим проводником электрического тока, поэтому его широко используют при производстве проводов. Укажите место металла в периодической системе, назовите его. Дайте характеристику этому металлу на основе его положения в периодической системе химических элементов.

ГЛАВА IV. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

§ 36. Природа химической связи

505. Составьте электронные схемы атомов:

- | | |
|--------------|--------------|
| а) гелия; | г) натрия; |
| б) углерода; | д) серы; |
| в) фосфора; | е) алюминия. |

506. Какое число электронов имеется на внешнем электронном слое атомов с атомными номерами 12, 15, 17?

507. Назовите три химических элемента, которые имеют завершённый внешний электронный слой. Какое число электронов находится на завершённом внешнем слое атомов этих элементов?

508. Приведите примеры атомов химических элементов, которые:

- а) более склонны принимать электроны, чем их отдавать;
- б) очень легко отдают электроны и трудно их принимают.

509. Как изменяется энергия системы из двух атомов при образовании химической связи между ними? Кратко поясните, почему.

510. Укажите верные утверждения:

- а) химическая связь бывает ковалентной, ионной, металлической;
- б) при образовании химической связи возникает притяжение между ядрами связывающихся атомов;
- в) химическая связь возникает только между электронами;
- г) при образовании химической связи происходит уменьшение внутренней энергии;
- д) при образовании химической связи атомы стремятся к формированию завершённого внешнего электронного слоя;
- е) химическая связь имеет механическую природу.

511. Укажите верные утверждения. Химическая связь:

- а) имеет электростатическую природу;
- б) образуется только между атомами;

в) это взаимодействие, которое связывает отдельные атомы в более сложные системы;

г) удерживает нейтроны и протоны в составе ядра;

д) может разрушаться и возникать в процессе химических реакций.

512. Укажите верные утверждения. При образовании химической связи атомы стремятся изменить свой внешний электронный слой до:

а) максимально возможного числа электронов на нём;

б) электронного слоя ближайшего благородного газа;

в) наполовину заполненного состояния;

г) восьми электронов;

д) наименее стабильного состояния.

513. Определите число электронов, протонов и нейтронов в атомах:

а) урана-235;

г) калия-39;

б) лития-6;

д) азота-15;

в) золота-197;

е) аргона-40.

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

а) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}$;

б) $\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$;

в) $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

515. Через газообразный кислород, находящийся в закрытом сосуде, пропустили электрический разряд. В результате реакции кислород частично превратился в озон. При этом общее число молекул уменьшилось на 20 % по сравнению с исходным. Определите массовую долю озона в полученной газовой смеси.

516. В водном растворе серной кислоты число атомов кислорода равно числу атомов водорода. Рассчитайте массу кислоты в таком растворе массой 73 г.

517. Рассчитайте массовую долю фосфата кальция в минерале фосфорите, если известно, что массовая доля кальция в данном образце фосфорита равна 34,0 %.

518. Какой объём (н. у.) занимает газообразная смесь массой 85,9 г, состоящая из аммиака и кислорода, химические количества которых в смеси равны?

519. В соответствии с рекомендацией Всемирной организации здравоохранения содержание мышьяка в питьевой воде не должно превышать 0,010 мг в 1 дм³. Рассчитайте, какое минимальное число молекул воды должно приходиться на один атом мышьяка, чтобы воду можно было считать соответствующей стандарту ВОЗ.

§ 37. Ковалентная связь

520. Составьте электронные схемы атомов:

- а) неона;
- б) кремния;
- в) бора;
- г) кальция.

521. Электроны какого электронного слоя в атомах фтора, кислорода, фтора, водорода принимают участие в образовании ковалентной связи?

522. Какое число электронов не хватает атомам водорода, кислорода, фосфора и фтора для завершения внешнего электронного слоя?

523. К какому числу электронов на внешнем электронном слое стремятся атомы водорода, фтора, углерода и хлора при образовании химической связи?

524. При образовании химических связей электронное строение атомов каких благородных газов стремятся приобрести атомы магния, водорода, хлора, кислорода, фтора, калия, брома?

525. Составьте электронные и графические формулы молекул: H₂, F₂, O₂, Cl₂, N₂.

526. Что понимают под кратностью ковалентной химической связи? Приведите по одному примеру молекул, в которых имеется одинарная, двойная и тройная ковалентная химическая связь. Изобразите графические и электронные формулы этих молекул.

527. Зависит ли прочность ковалентной связи от числа общих электронных пар, участвующих в образовании связи

между двумя атомами в молекуле? Кратко поясните свой ответ и приведите соответствующие примеры.

528. Определите число общих электронных пар в молекулах H_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 . Какое суммарное число электронов имеется в каждой из этих молекул?

529. Укажите верные утверждения:

а) в образовании ковалентной связи всегда принимают участие электроны внутренних электронных слоёв атомов;

б) ковалентная связь, образованная двумя общими электронами (т. е. одной общей электронной парой), называется двойной;

в) при образовании ковалентной связи общая электронная пара полностью принадлежит только одному из атомов;

г) ковалентная связь образуется при перекрывании электронных облаков валентных электронов атомов;

д) ковалентная связь, образованная тремя общими электронными парами, называется тройной.

530. Могут ли существовать следующие молекулы: He_2 , Se_2 , Ne_2 , I_2 ? Кратко поясните, почему.

531. Атомы углерода в молекулах органических веществ могут образовывать между собой одинарные, двойные и тройные ковалентные связи. В случае образования какой из этих связей расстояние между атомами углерода в молекуле будет наибольшим? Ответ поясните.

532. Укажите, в каком случае требуется затратить энергии больше для превращения молекулы:

а) азота в два атома азота;

б) водорода в два атома водорода;

в) кислорода в два атома кислорода.

Кратко поясните, почему.

533. В каждой паре укажите атом с меньшим радиусом:

а) фтор и хлор;

г) фосфор и азот;

б) кремний и фосфор;

д) сера и кислород;

в) литий и углерод;

е) магний и бериллий.

534. Для каждой из приведённых пар молекул укажите ту, в которой расстояние между ядрами атомов больше:

г) способность атомов химических элементов образовывать ковалентные связи между собой;

д) сила притяжения атомом данного химического элемента общей электронной пары в молекуле.

541. У какого химического элемента четвёртого периода величина электроотрицательности атомов наименьшая? Поясните свой ответ.

542. Укажите правильные утверждения. Между атомами в молекуле кислорода:

- а) тройная связь;
- б) одинарная связь;
- в) двойная связь;
- г) ковалентная неполярная связь;
- д) ковалентная полярная связь.

543. Между атомами водорода и фтора в молекуле фтороводорода:

- а) двойная связь;
- б) одинарная связь;
- в) ковалентная полярная связь;
- г) ковалентная неполярная связь.

544. В какой группе и каком периоде находится неметалл, электроотрицательность атома которого максимальна? Ответ поясните.

545. Атомы какого металла имеют наименьшую электроотрицательность? Ответ поясните.

546. Величина электроотрицательности атомов в ряду химических элементов Si — К — N — O — Cl — F:

- а) сначала возрастает, а затем убывает;
- б) монотонно возрастает;
- в) монотонно убывает;
- г) сначала убывает, а затем возрастает.

547. Для каждой из приведённых ниже пар химических элементов укажите тот, электроотрицательность атомов которого ниже:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| а) калий и бром; | г) литий и водород; |
| б) кремний и хлор; | д) магний и фосфор; |
| в) кислород и фтор; | е) углерод и кислород. |

548. Приведите символы химических элементов второго периода, атомы которых имеют более низкую электроотрицательность, чем атом азота.

549. Приведите символы трёх химических элементов, атомы которых имеют более высокую электроотрицательность, чем атом азота.

550. Расположите следующие химические элементы в порядке возрастания электроотрицательности их атомов: хлор, сера, кальций, бор, литий, фосфор, кислород.

551. Расположите следующие химические элементы в порядке убывания электроотрицательности их атомов: бериллий, углерод, азот, натрий, фтор, магний.

552. Как металлические и неметаллические свойства атомов химического элемента связаны с величиной его электроотрицательности? Кратко поясните свой ответ и приведите соответствующие примеры.

553. неполярными являются все ковалентные связи в молекулах:

- а) всех сложных веществ;
- б) всех простых веществ.

Кратко поясните свой ответ и приведите примеры.

554. Какие утверждения справедливы по отношению к ковалентной связи:

- а) бывает двух видов — полярная и неполярная;
- б) встречается во многих простых веществах неметаллах;
- в) общая электронная пара всегда в одинаковой степени принадлежит двум атомам, связанным ковалентной связью;
- г) вид ковалентной связи в молекуле — полярная или неполярная — зависит от температуры и давления;
- д) присутствует в молекулах благородных газов;
- е) в одной и той же молекуле при разных внешних условиях может быть как ковалентная полярная, так и ковалентная неполярная связь;
- ж) возникает только между атомами одного и того же элемента;

з) полярная ковалентная связь образуется между атомами с одинаковой электроотрицательностью;

и) между атомами с разной электроотрицательностью может возникнуть неполярная ковалентная связь?

555. Укажите верные утверждения:

а) атомы химических элементов, образующих полярную ковалентную связь, имеют различную электроотрицательность;

б) чем больше величина электроотрицательности, тем больше неметалличность элемента;

в) электроотрицательность в периодах увеличивается слева направо;

г) электроотрицательность в группах увеличивается сверху вниз;

д) полярная ковалентная связь образуется между атомами различных химических элементов;

е) при образовании ковалентной связи электронная пара смещается к менее электроотрицательному атому.

556. Ковалентной полярной или ковалентной неполярной связью соединены атомы в каждой из следующих молекул: HCl , Br_2 , CO , CS_2 , CCl_4 , Cl_2O , SO_3 , O_2 ?

557. Можно ли количественно охарактеризовать полярность ковалентной связи? Кратко поясните свой ответ.

558. Расположите следующие ковалентные полярные связи в порядке увеличения их полярности: S-H , O-S , H-F , F-S , F-O .

559. Укажите, какие из следующих молекул являются диполями: Cl_2 , S_2 , N_2 , HBr , HF , Br_2 .

560. Составьте графические и электронные формулы молекул:

а) HF ;

г) HCl ;

б) H_2O ;

д) H_2S ;

в) CO_2 ;

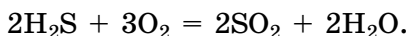
е) NH_3 .

561. Составьте электронные формулы молекул OF_2 , SiH_4 , CO_2 , HBr , H_2Se . Укажите, к какому атому смещены общие электронные пары, и объясните, почему. Обозначьте частичные заряды на атомах в каждой молекуле.

562. Экспериментально установлено, что в молекуле H_2S на атоме водорода частичный положительный заряд (δ^+) больше, чем в молекуле H_2Te . На основании этого факта сравните электроотрицательность атомов серы и теллура.

563. В состав молекулы сложного вещества входят два атома фтора и один атом кислорода. Какая формула и соответствующее название для этого вещества более корректны: фторид кислорода OF_2 или оксид фтора F_2O ? Поясните, почему.

564. Сероводород сгорает в избытке кислорода согласно уравнению:



Рассчитайте объём (н. у.) кислорода, который требуется для полного сгорания сероводорода объёмом (н. у.) $2,40 \text{ м}^3$.

565. Воздух какого объёма (н. у.) необходим для полного сгорания водорода массой $1,00 \text{ кг}$? (Объёмная доля кислорода в воздухе равна 21% .)

§ 39. Ионная связь

566. Какие из указанных выражений характеризуют ионную связь:

а) при образовании ионной связи атом металла принимает электроны от атома неметалла;

б) в основе ионной связи лежит электростатическое притяжение ядер атомов;

в) ионная связь имеет электростатическую природу;

г) в большинстве случаев образуется между атомами типичных металлов и атомами типичных неметаллов;

д) может рассматриваться как вариант (крайний случай) ковалентной связи между атомами с большой разницей в электроотрицательности;

е) образуется между атомами различных металлов?

567. В процессе образования ионной связи в NaF атом натрия отдаёт один электрон, а атом фтора — принимает.

В какие частицы превращаются при этом атомы натрия и фтора? Какие заряды они приобретают? Какова электронная структура образовавшихся частиц? Структуре атома какого химического элемента она соответствует? Ответ подтвердите соответствующими схемами.

568. Приведите формулы четырёх соединений с ионной связью. Назовите их по систематической номенклатуре.

569. Какой тип химической связи образуется в соединениях между атомами:

- | | |
|----------------------|------------------------|
| а) водорода и фтора; | г) магния и кислорода; |
| б) азота и азота; | д) азота и водорода; |
| в) натрия и брома; | е) лития и хлора? |

570. Составьте формулы следующих веществ: оксид азота(II), хлорид лития, сульфид магния, хлорид серы(IV), бромид фосфора(III), иодид калия, оксид бора(III), фторид кальция. В каких из них имеется ионная связь?

571. Запишите формулы ионов, между которыми возникает связь в следующих соединениях: NaOH, NaNO₃, NH₄Cl, Mg(NO₃)₂, KNO₃, LiOH.

572. В каких веществах атомы связаны ковалентной связью, а в каких — ионной: LiF, CF₄, NF₃, MgF₂, BaF₂, SF₄, NaF?

573. В каких из приведённых соединений имеется ионная связь: K₂O, B₂O₃, MgO, CO, NO₂, NaF, CaI₂, H₂O? Запишите в тетради формулы ионов, между которыми возникает ионная связь.

574. Запишите в тетради формулы следующих веществ и укажите, в каких из них атомы связаны ковалентной связью: сульфид лития, оксид азота(IV), хлороводород, фторид кальция, иодид серебра, угарный газ, озон, пероксид водорода, фтор.

575. Составьте формулы всех возможных ионных соединений, в состав которых входят следующие ионы: Li⁺, K⁺, Mg²⁺, S²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻.

576. Рассчитайте суммарное химическое количество всех ионов, содержащихся в навеске оксида калия массой 320 мг.

577. Определите число всех ионов, содержащихся в образце хлорида кальция массой 6,38 кг.

578. В порции бромида кальция содержится $4,01 \cdot 10^{22}$ ионов Ca^{2+} . Рассчитайте химическое количество ионов Br^- в этом образце.

579. Медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) используется для опрыскивания плодово-ягодных, декоративных деревьев и кустарников с целью их защиты от заболеваний, для дезинфекции ран у плодовых, для борьбы с насекомыми-вредителями, а также как микроудобрение для восполнения дефицита меди в почве. Медный купорос применяется как самостоятельное средство, а также в смеси с гашёной известью в составе бордосской смеси. Садовнику для приготовления дезинфицирующего раствора необходимо взять 320 г сульфата меди(II). Медный купорос какой массой необходим для приготовления такого раствора?

§ 40. Металлическая связь. Межмолекулярное взаимодействие

580. Чем можно объяснить высокую электропроводность и теплопроводность металлов?

581. Какой химической связью связаны атомы в следующих веществах: Na, BaS, NaF, Cu, Cs_2O , Fe, LiBr?

582. Химической связью какого типа связаны атомы в следующих веществах: Ag, CsBr, P_4 , NH_3 , O_2 , PH_3 ?

583. Составьте формулы следующих веществ и укажите тип химической связи в каждом из них: оксид магния, цинк, сера, оксид фосфора(V), аммиак, сероводород, хлорид меди(II), оксид железа(III).

584. В металлах в определённых местах пространства располагаются положительно заряженные ионы металла, между которыми действуют кулоновские силы взаимного отталкивания. Что удерживает эти ионы на своих местах и препятствует их удалению друг от друга?

585. В кристалле калия и в кристалле фторида калия атомы калия отдают свои электроны для образования хи-

мической связи и превращаются в ионы. В чём отличие в поведении этих электронов в металле (калий) и в соли (фторид калия)? Какие типы химической связи в этих веществах?

586. Могут ли между молекулами существовать ковалентные связи? Ответ поясните.

587. Диполь — это:

а) частица, имеющая положительный или отрицательный заряд;

б) частица, в которой на каждом атоме есть частичные положительные и отрицательные заряды;

в) частица, в которой центры положительного и отрицательного зарядов расположены в разных точках пространства;

г) любая частица, в которой число положительных ионов равно числу отрицательных.

588. Что собой представляют постоянные и временные диполи? Каковы причины возникновения временных диполей?

589. Как зависит температура кипения и температура плавления веществ от величины сил межмолекулярного взаимодействия?

590. Укажите, какие переходы между агрегатными состояниями сопровождаются ослаблением межмолекулярного взаимодействия:

а) газообразное → твёрдое;

б) жидкое → твёрдое;

в) жидкое → газообразное;

г) твёрдое → жидкое;

д) твёрдое → газообразное.

591. Плотность кристаллов металлического золота равна $19,32 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте, какой объём приходится на один атом золота в кристалле.

592. Радиус алюминиевого шарика равен $3,0 \text{ мм}$. Пусть каждый атом алюминия отдал в общее пользование по одному валентному электрону. Рассчитайте, из какого числа свободных электронов состоит «электронный газ» в этом шарике (плотность алюминия равна $2,70 \text{ г/см}^3$).

§ 41. Кристаллическое состояние вещества

593. Приведите по три примера простых веществ с молекулярным и немолекулярным строением при нормальных условиях.

594. Приведите по три примера сложных веществ с молекулярным и немолекулярным строением при нормальных условиях. Дайте названия этим веществам по систематической номенклатуре.

595. Какими химическими связями соединены атомы, входящие в состав сложных ионов: NH_4^+ , PO_4^{3-} , SO_3^{2-} ?

596. Укажите справедливые утверждения:

а) в узлах атомных кристаллических решёток всегда находятся атомы только одного химического элемента, которые соединены с другими атомами ковалентной связью;

б) кристаллические решётки бывают атомными, ионными, металлическими и молекулярными;

в) в узлах ионных кристаллических решёток располагаются ионы;

г) вещества с атомной кристаллической решёткой имеют низкую механическую прочность, низкую температуру плавления и обычно имеют запах;

д) все сложные вещества, в состав которых входят атомы металла, имеют металлическую кристаллическую решётку;

е) молекулы в молекулярных кристаллах связаны слабым межмолекулярным взаимодействием.

597. Назовите частицы, которые могут находиться в узлах кристаллической решётки веществ с немолекулярным строением при н. у. Приведите химические формулы соответствующих веществ и укажите, из каких частиц они состоят в кристаллическом состоянии.

598. Запишите в тетради формулы ионов, из которых состоят кристаллические решётки следующих соединений: фторид кальция, гидроксид натрия, карбонат лития, нитрат меди(II), сульфат калия, нитрат лития, оксид цинка, бромид серебра.

599. Какие типы кристаллических решёток при обычных условиях имеют следующие вещества: карборунд,

бромид натрия, алмаз, иод, вода, железо, калий, сухой лёд?

600. Расположите следующие вещества в порядке понижения их температуры плавления: ртуть, вода, кислород, железо, сахар, алмаз.

601. Укажите тип кристаллической решётки вещества, имеющего:

- а) очень высокую твёрдость;
- б) очень высокую температуру плавления;
- в) характерный запах при нормальных условиях;
- г) высокую электропроводность;
- д) температуру плавления, равную $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- е) температуру кипения, равную $+1760\text{ }^{\circ}\text{C}$.

602. У каких из приведённых ниже веществ следует ожидать наличия запаха при н. у.: фторид калия, графит, золото, бромид натрия, оксид магния, хлор, озон, иодоводород? Ответ поясните.

603. Если кристаллик иода оставить на воздухе, то через непродолжительное время он «исчезнет». Это происходит в результате его испарения, или сублимации. Какой вывод о типе кристаллической решётки иода можно сделать из этого экспериментального факта?

604. Молекулярное или немолекулярное строение имеют при обычных условиях следующие вещества (в скобках указана их температура плавления):

- | | |
|---|---|
| а) Cu ($1083\text{ }^{\circ}\text{C}$); | ж) SiCl_4 ($-70\text{ }^{\circ}\text{C}$); |
| б) H_2 ($-259\text{ }^{\circ}\text{C}$); | з) N_2O_3 ($-102\text{ }^{\circ}\text{C}$); |
| в) SO_2 ($-73\text{ }^{\circ}\text{C}$); | и) Al ($660\text{ }^{\circ}\text{C}$); |
| г) KF ($856\text{ }^{\circ}\text{C}$); | к) Si ($1410\text{ }^{\circ}\text{C}$); |
| д) LiOH ($450\text{ }^{\circ}\text{C}$); | л) CO ($-205\text{ }^{\circ}\text{C}$); |
| е) CaBr_2 ($760\text{ }^{\circ}\text{C}$); | м) HF ($-83\text{ }^{\circ}\text{C}$)? |

Укажите тип химической связи для каждого вещества.

605. В кристалле бромида магния суммарно содержится $0,602 \cdot 10^{20}$ ионов. Вычислите массу этого кристалла.

606. Кристалл фторида кальция содержит $1,272 \cdot 10^{23}$ ионов фтора. Рассчитайте массу этого кристалла.

ГЛАВА V. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

§ 42. Степень окисления

607. Степени окисления атомов в простых веществах равны:

- а) числу атомов в составе простого вещества;
- б) нулю;
- в) числу общих электронных пар;
- г) числу неподелённых электронных пар.

608. Назовите химические элементы, атомы которых в сложных веществах проявляют только положительные степени окисления.

609. Атомы какого химического элемента в сложных веществах проявляют только отрицательную степень окисления? Кратко поясните, почему.

610. Поясните, почему высшая положительная степень окисления атомов не может быть больше +8.

611. Приведите по три примера атомов химических элементов металлов и неметаллов, проявляющих в соединениях переменную степень окисления.

612. Составьте графические формулы молекул: H_2O , HBr , H_2S , NH_3 . К какому из атомов будут смещены общие электронные пары ковалентной связи в этих соединениях?

613. Атомы каких из перечисленных ниже химических элементов проявляют в соединениях постоянную степень окисления: Cl, Ca, P, Li, S, Mg, Na, C, Ba, K, N, F, O, Al?

614. Определите степени окисления всех атомов в следующих веществах: NaF , NaCl , AlCl_3 , Cl_2 , O_3 , KOH , Mg(OH)_2 , HNO_2 , H_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

615. Определите степени окисления атомов кислорода в веществах: HNO_3 , H_2O , Ca(OH)_2 , Na_2O_2 , MnO_2 , KO_2 , O_3 .

616. Определите степени окисления атомов водорода в следующих веществах: H_2S , AlH_3 , Fe(OH)_3 , NaNH_2 , N_2H_4 , CaH_2 , KHSO_4 .

617. Атомы серы могут проявлять в соединениях степени окисления -2 , -1 , 0 , $+2$, $+4$ и $+6$. Приведите по одному примеру веществ, в которых атомы серы проявляют эти степени окисления.

618. Атомы азота проявляют в соединениях степени окисления -3 , -2 , -1 , 0 , $+1$, $+2$, $+3$, $+4$ и $+5$. Приведите по одному примеру веществ, в которых атомы азота проявляют эти степени окисления.

619. Какие высшие положительные и какие низшие отрицательные степени окисления могут проявлять атомы следующих химических элементов в соединениях: Ca, Be, Al, Si, N, S, Cl?

620. Определите неизвестный индекс (x) в соединениях
 $\overset{+1}{\text{H}}\overset{+3}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_x$, $\overset{+3}{\text{Fe}}\overset{-2}{\text{O}}_3$, $\overset{+1}{\text{H}}_x\overset{-2}{\text{S}}$, $\overset{+1}{\text{H}}_2\overset{+4}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_x$

621. В простых ионах степень окисления равна:

- а) числу протонов в ядре атома;
- б) числу электронов на внешнем электронном слое атома;
- в) величине заряда иона;
- г) разности числа протонов и электронов в составе иона.

622. Определите степени окисления атомов химических элементов в составе ионов: Se^{2-} , Ca^{2+} , AlOH^+ , HSO_3^- , OH^- , Fe^{3+} , F^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ .

623. Ляпис используется в медицине для прижигания ран. Его лечебное действие заключается в подавлении жизнедеятельности микроорганизмов. В небольших концентрациях ляпис действует как противовоспалительное средство. Ляпис является солью азотной кислоты. Массовая доля металла в его составе равна $63,53\%$, а его степень окисления равна $+1$. Определите химическую формулу ляписа.

§ 43. Процессы окисления и восстановления

624. Определите степени окисления всех атомов химических элементов в составе соединений: O_3 , Al, HF, Cl_2 , NaCl, MgO, O_2 , Na_2S , Cl_2O_7 , H_2SO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, HNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

625. Восстановление — это процесс:

- а) притяжения положительных и отрицательных ионов;
- б) замещения атомов на ионы;
- в) сдвига электронной пары к более электроотрицательному атому;
- г) образования простых веществ из сложных;
- д) присоединения электронов атомом;
- е) возникновения частичных зарядов на атомах.

626. Окисление — это процесс:

- а) непрерывного движения электронов в атоме;
- б) отталкивания положительно заряженных ионов между собой;
- в) перехода электронов от отрицательных частиц к положительным;
- г) отдачи электронов атомом;
- д) превращения положительного иона в нейтральную частицу.

627. Окисление или восстановление протекает при превращении:

- а) $\text{Al}^0 \rightarrow \text{Al}^{3+}$;
- б) $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$;
- в) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^{6+}$;
- г) $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{6+}$;
- д) $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$;
- е) $\text{N}^{3-} \rightarrow \text{N}^0$;
- ж) $\text{O}^0 \rightarrow \text{O}^{2-}$;
- з) $\text{Cl}^{1-} \rightarrow \text{Cl}^0$;
- и) $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+}$?

628. Закончите схемы окислительно-восстановительных процессов:

- а) $\overset{+5}{\text{N}} \dots \rightarrow \overset{-3}{\text{N}}$;
- б) $\overset{+2}{\text{Cu}} + 2e^- \rightarrow \dots$;
- в) $\overset{0}{\text{S}} \dots \rightarrow \overset{-2}{\text{S}}$;
- г) $\dots + 4e^- \rightarrow \overset{0}{\text{S}}$;
- д) $\overset{+6}{\text{S}} + 2e^- \rightarrow \dots$;
- е) $\dots + 2e^- \rightarrow \overset{0}{\text{Mg}}$;
- ж) $\overset{+2}{\text{Fe}} - 1e^- \rightarrow \dots$;
- з) $\overset{-1}{\text{Cl}} \dots \rightarrow \overset{0}{\text{Cl}}$;
- и) $\overset{-2}{\text{S}} \dots \rightarrow \overset{+6}{\text{S}}$.

Для каждой схемы укажите тип процесса (окисление или восстановление).

629. Укажите верные утверждения:

- а) степень окисления восстановителя повышается;

б) большинство металлов являются хорошими восстановителями;

в) атом в высшей степени окисления может быть только восстановителем;

г) восстановителем может быть атом, ион или молекула;

д) в ходе реакции восстановители присоединяют электроны;

е) для любых частиц окислительные и восстановительные свойства характерны в равной степени;

ж) атомы неметаллов более склонны выступать в качестве окислителей;

з) число электронов, присоединённых окислителем, всегда больше числа электронов, отданных восстановителем;

и) окислителем может быть только заряженная частица;

к) в составе одной молекулы могут присутствовать как окислители, так и восстановители;

л) в ходе реакции окислители присоединяют электроны;

м) степень окисления окислителя может только понижаться;

н) атом в низшей степени окисления может быть только восстановителем;

о) суммарный заряд всех частиц, участвующих в окислительно-восстановительной реакции, не изменяется.

630. Способны ли щелочные металлы, вступая в химические реакции, проявлять окислительные свойства, а фтор — восстановительные? Ответ обоснуйте.

631. Могут ли атомы одного и того же элемента в одних реакциях проявлять окислительные свойства, а в других — восстановительные? Если могут, то приведите три примера таких реакций.

632. Укажите, в результате какого процесса заряд атома увеличивается:

а) присоединения электронов;

б) отдачи электронов.

633. Определите степень окисления атома X, если:

а) отрицательно заряженный ион X^- присоединит три электрона;

б) атом X присоединит один электрон;

- в) положительно заряженный ион X^+ отдаст два электрона;
- г) положительно заряженный ион X^+ присоединит один электрон;
- д) атом X отдаст два электрона;
- е) отрицательно заряженный ион X^- отдаст один электрон.

634. Оксид углерода(II), или угарный газ, является очень ядовитым веществом, отравление которым может привести к летальному исходу. Он не задерживается обычным фильтрующим противогазом, поэтому для защиты от оксида углерода(II) применяют дополнительный гопкалитовый патрон, содержащий активированный оксид марганца(IV) для окисления угарного газа. Приведите уравнение реакции окисления CO, протекающей в гопкалитовом патроне. Определите, атом какого химического элемента является восстановителем, а какого — окислителем.

§ 44. Окислительно-восстановительные реакции

635. Определите степень окисления всех атомов в следующих веществах: NH_3 , H_3PO_4 , Mg_2Si , $(NH_4)_2SO_4$, $Ni(NO_3)_2$, $NaHSeO_4$, $Cr_2(SO_4)_3$, $Na[Al(OH)_4]$.

636. Может ли в ходе химической реакции процесс окисления протекать без одновременного протекания процесса восстановления? Ответ поясните.

637. Укажите верные утверждения. Окислительно-восстановительными являются все реакции:

- а) обмена;
- б) разложения;
- в) с участием простых веществ;
- г) замещения.

638. Определите степени окисления атомов всех химических элементов, укажите окислитель и восстановитель. Составьте схемы окисления и восстановления для следующих химических реакций:

- а) $\text{Ni} + 2\text{AgCl} = 2\text{Ag} + \text{NiCl}_2$;
- б) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$;
- в) $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$;
- г) $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$;
- д) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$.

639. Укажите, какие реакции являются окислительно-восстановительными:

- а) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$;
- б) $2\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$;
- в) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCl}$;
- д) $\text{BaCO}_3 = \text{BaO} + \text{CO}_2\uparrow$;
- е) $2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$;
- ж) $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- з) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + \text{H}_2\uparrow$;
- и) $3\text{C} + 4\text{HNO}_3 = 3\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}\uparrow$.

640. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций между:

- а) Cl_2 и H_2 ;
- б) S и O_2 ;
- в) Fe и Cl_2 ;
- г) Na и Cl_2 ;
- д) Al и I_2 ;
- е) FeO и H_2 .

В каждой реакции укажите окислитель и восстановитель.

641. Укажите вещества, которые образуются в результате взаимодействия:

- а) 2 моль HCl с 1 моль CuO ;
- б) 3 моль H_2SO_4 с 2 моль $\text{Al}(\text{OH})_3$;
- в) 2 моль KOH с 1 моль H_2SO_4 ;
- г) 3 моль NaOH с 1 моль H_3PO_4 .

Определите степени окисления атомов в составе продуктов реакции.

642. Массовая доля неизвестного химического элемента в его соединении с водородом составляет 82,35 %. Определите химический элемент, если его степень окисления в этом веществе равна -3 .

643. Углекислый газ какого объёма (н. у.) образуется при сгорании угарного газа объёмом (н. у.) $2,24 \text{ м}^3$ в избытке кислорода?

644. Неизвестное вещество имеет относительную молекулярную массу 17 и состоит из атомов азота и водорода. При его взаимодействии с метаном CH_4 образуется синильная кислота и газ с относительной молекулярной массой, равной 2. Массовые доли водорода, углерода и азота в составе синильной кислоты соответственно равны 3,45 %, 41,38 % и 48,27 %. Установите химические формулы всех неизвестных веществ и составьте уравнение химической реакции. Является ли эта реакция окислительно-восстановительной?

645. Метан CH_4 является основным компонентом природного газа. Его широко используют в быту, сжигая в газовых плитах, для приготовления пищи и в промышленности. В случае утечки газа возникает угроза взрыва, поскольку при определённых концентрациях его смеси с воздухом оказываются взрывоопасными. Метан не обладает запахом, поэтому в бытовой газ обычно добавляют вещества со специфическим запахом, чтобы человек вовремя заметил утечку газа и смог ликвидировать опасность. Метан в присутствии кислорода горит с образованием воды и углекислого газа. Составьте уравнения химических реакций взаимодействия метана с кислородом и озоном. Рассчитайте массу метана, который прореагирует со смесью кислорода и озона массой 48,0 г. В данной смеси на каждые три молекулы кислорода приходится одна молекула озона.

§ 45. Окислительно-восстановительные реакции вокруг нас

646. Составьте формулы всех возможных солей, которые могут образоваться в реакции гидроксида кальция и фосфорной кислоты.

647. Для каждого вещества укажите тип химической связи: NH_3 , BaO , H_2O_2 , Na_2SO_4 , Al , HClO_4 , S_8 , K_2S , Fe_2O_3 .

648. С поглощением или выделением энергии осуществляется процесс:

- а) фотосинтеза;
- б) дыхания?

Поясните в каждом случае, откуда берётся и куда расходуется энергия, выделяемая или поглощаемая в этих процессах.

649. Составьте уравнение фотосинтеза, определите степени окисления всех атомов. Установите, какие атомы изменяют степень окисления. Укажите окислитель и восстановитель.

650. Какое вещество обычно выступает в качестве окислителя в большинстве процессов горения? Какую роль играет топливо? Приведите три примера реакций горения. Укажите в них окислитель и восстановитель.

651. Большинство металлов в природе встречается не в чистом виде, а входит в состав различных руд, где они находятся в окисленном состоянии. Какой из процессов — окисления или восстановления — применяется для практического получения металлов из руд? Приведите уравнение реакции одного такого процесса, укажите в ней окислитель и восстановитель.

652. В состав многих пищевых продуктов и напитков, предназначенных для длительного хранения, добавляют антиоксиданты. Как вы думаете, с какой целью добавляют эти вещества? Просмотрите этикетки пищевых продуктов и напитков. Найдите название хотя бы одного вещества, которое используют в качестве антиоксиданта.

653. Для полного сгорания навески серы потребовался воздух объёмом (н. у.) 230 см^3 . Рассчитайте массу навески серы.

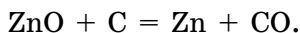
654. Для образования одной молекулы сахарозы (сахара) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ требуется одна молекула глюкозы и одна молекула фруктозы, которые образуются из углекислого газа и воды в процессе фотосинтеза. Углекислый газ какого объёма (н. у.) должен поглотиться в процессе фотосинтеза, чтобы образовалась сахароза массой $1,0 \text{ кг}$?

655. Нитрит натрия в пищевой промышленности применяется как консервант и улучшитель окраски в продуктах, изготовленных из мяса и рыбы. На этикетках продуктов питания он обозначается как пищевая добавка E250. Нитрит натрия получают по реакции:



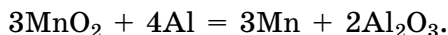
Рассчитайте, гидроксид натрия какой массой нужно взять для получения нитрита натрия массой 26,8 кг.

656. Цинк добывают из руд, содержащих от 1 % до 4 % (по массе) цинка в виде сульфида цинка. На горно-обогатительных комбинатах руды обогащают, получая цинковые концентраты, которые обжигают в печах, переводя сульфид цинка в его оксид. Из оксида цинка получают чистый цинк разными способами. Согласно одному из них цинк восстанавливают углём или коксом при 1200–1300 °С по реакции:



Составьте уравнение обжига сульфида цинка. Рассчитайте, цинк какой максимальной массой можно получить из руды массой 3,00 т, массовая доля сульфида цинка в которой составляет 3,50 %.

657. Оксид марганца(IV) и алюминий реагируют между собой согласно уравнению:



Рассчитайте, марганец какой массой образовался при поджигании смеси массой 10,0 кг, содержащей оксид марганца(IV) и алюминий в стехиометрических количествах.

ГЛАВА VI. РАСТВОРЫ

§ 46. Смеси веществ

Пример 25. При нормальных условиях плотность газовой смеси, состоящей из азота и кислорода, равна $1,369 \text{ г/дм}^3$. Чему равна массовая доля азота в смеси?

Дано:

$$\rho(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 1,369 \text{ г/дм}^3$$

$$V_m = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}$$

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

Решение

Массовая доля компонента не зависит от размера порции, поэтому рассмотрим любую порцию смеси, например суммарным химическим количеством всех компонентов, равным 1 моль.

$$\text{Пусть } n(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 1 \text{ моль};$$

$$V(\text{N}_2 + \text{O}_2) = n(\text{N}_2 + \text{O}_2) \cdot V_m = 1 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} = 22,4 \text{ дм}^3;$$

$$m(\text{N}_2 + \text{O}_2) = V(\text{N}_2 + \text{O}_2) \cdot \rho(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 22,4 \text{ дм}^3 \cdot 1,369 \text{ г/дм}^3 = 30,67 \text{ г}.$$

Пусть в смеси химическим количеством 1 моль содержится x моль N_2 и $(1 - x)$ моль O_2 .

$$M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{N}_2 + \text{O}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) + n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = x \text{ моль} \times 28 \text{ г/моль} + (1 - x) \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = (32 - 4x) \text{ г}.$$

Составим уравнение:

$$(32 - 4x) = 30,67;$$

Решая это уравнение, получим $x = 0,3325$ моль.

$$w(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{m(\text{N}_2 + \text{O}_2)} = \frac{n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2)}{m(\text{N}_2 + \text{O}_2)} = \frac{0,3325 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль}}{30,67 \text{ г}} = 0,3036, \text{ или } 30,36 \text{ \%}.$$

Ответ: $w(\text{N}_2) = 30,36 \text{ \%}$.

658. Почему в природе практически нет абсолютно чистых веществ, а встречаются только их смеси?

659. Приведите по два примера природных смесей, находящихся в твёрдом, жидком и газообразном агрегатном состояниях при обычных условиях. Какие из них являются однородными, а какие — неоднородными?

660. Укажите, что из приведённого ниже является раствором, а что — неоднородной смесью:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| а) майонез; | ж) берёзовый сок; |
| б) сметана; | з) кровь человека; |
| в) воздух без пыли; | и) коровье молоко; |
| г) зубная паста; | к) озонированный воздух; |
| д) пепси-кола; | л) латунь; |
| е) мороженое; | м) иодная настойка. |

В каждом случае поясните свой ответ.

661. Какие из утверждений верны:

а) в природных условиях встречаются только неоднородные смеси;

б) если смешать жидкое и твёрдое вещества, то всегда образуется неоднородная смесь;

в) в зависимости от внешних условий смесь двух газов может быть как однородной, так и неоднородной;

г) смеси бывают однородные и неоднородные;

д) однородные смеси состоят только из веществ, находящихся в одинаковом агрегатном состоянии;

е) не существует твёрдых однородных смесей;

ж) смесь любых не реагирующих между собой газов является однородной;

з) однородные смеси могут быть газообразными, жидкими и твёрдыми?

662. Суспензия — это:

а) смесь, обязательно содержащая жидкое вещество;

б) неоднородная смесь жидких и твёрдых веществ;

в) система, состав которой в каждой точке её объёма постоянен;

г) однородная смесь твёрдого и жидкого веществ;

д) разновидность однородных смесей;

е) разновидность раствора твёрдого вещества в жидкости.

663. Эмульсия — это:

а) однородная смесь, не содержащая твёрдых веществ;

б) жидкая однородная смесь;

в) неоднородная смесь, состоящая из несмешивающихся жидкостей;

г) любая жидкая система;

д) раствор жидкого вещества;

е) смесь любых жидкостей.

664. В сосуд последовательно добавили воду и бензин, затем полученную смесь интенсивно перемешали. Что получилось в результате смешивания? Как экспериментально доказать, что вы дали правильный ответ?

665. Как вы думаете, почему туман, как правило, образуется ранним утром?

666. Всегда ли при смешивании газов образуется раствор? Поясните свой ответ.

667. Назовите методы разделения смесей, которые вы знаете. Кратко охарактеризуйте их.

668. Для разделения однородных или неоднородных смесей можно применить метод отстаивания? Ответ поясните.

669. Как можно очистить мутную воду из бурного горного речного потока, чтобы её можно было использовать для бытовых нужд? Можно ли такую воду пить и при каком условии?

670. Что рекомендуется сделать с масляной краской (это суспензия твёрдых частиц красителя в жидкой основе) после длительного хранения перед её употреблением? Поясните свой ответ.

671. Рассчитайте объём (н. у.) газовой смеси, состоящей из гелия массой 3,40 г и водорода химическим количеством 0,73 моль.

672. Пеноалюминий какого объёма может быть получен из слитка алюминия размером 15 см × 35 см × 5 см? Плотность алюминия равна 2,70 г/см³, а пеноалюминия — 0,19 г/см³.

673. Определите массу газовой смеси, состоящей из азота химическим количеством 2 моль и кислорода химическим количеством 5 моль.

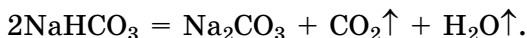
674. В смеси на одну молекулу кислорода приходится две молекулы аммиака. Рассчитайте объём (н. у.) такой смеси массой 15,0 г.

675. Рассчитайте среднюю молярную массу газа, в котором на каждые семь молекул водорода приходится три молекулы кислорода.

676. Кальцинированная сода имеет широкое применение. В настоящее время её получают следующим образом. В насыщенный раствор хлорида натрия пропускают аммиак и углекислый газ, в результате протекает реакция:



Образовавшийся в результате реакции гидрокарбонат натрия NaHCO_3 выпадает в осадок. Затем его отфильтровывают и кальцинируют (обезвоживают) нагреванием до $140\text{--}160\text{ }^\circ\text{C}$, при этом он переходит в карбонат натрия:



Рассчитайте, аммиак какой массой необходим для получения кальцинированной соды массой $3,50\text{ т}$.

§ 47. Растворение веществ в воде

677. Изобразите графическую и электронную формулы молекулы воды, охарактеризуйте её строение.

678. Как вы думаете, изменилась ли бы полярность молекулы воды, если бы она имела не угловое, а линейное строение? К какому изменению свойств воды как растворителя это могло бы привести?

679. Может ли раствор содержать:

- а) два растворителя;
- б) три и более растворённых веществ?

Свой ответ поясните и приведите соответствующие примеры.

680. Соответствуют ли понятию «жидкий раствор» утверждения:

- а) однородная смесь, состоящая из двух или более жидких веществ;
- б) состоит из двух веществ, находящихся при н. у. в жидком, твёрдом или газообразном агрегатном состоянии;
- в) при стоянии расслаивается на составляющие его компоненты;
- г) обязательным компонентом является вода;

- д) состоит из растворителя и растворённых веществ;
- е) может храниться неограниченное время, т. е. является устойчивым;
- ж) обязательно должен быть бесцветным;
- з) отличительными признаками являются однородность и устойчивость;
- и) некоторые растворы используют в медицине?

681. Раствор какого вещества образуется при добавлении к воде:

- а) оксида калия;
- б) хлороводорода;
- в) кристаллической соды;
- г) глюкозы;
- д) углекислого газа;
- е) лития;
- ж) железного купороса;
- з) оксида серы(VI)?

682. Приведите по три примера растворов, используемых в медицине, промышленности и быту.

683. Почему при растворении одних веществ теплота выделяется, а при растворении других — поглощается?

684. Растворитель — это:

- а) компонент раствора, который в чистом виде находится в том же агрегатном состоянии, что и сам раствор;
- б) вещество, молекулы которого имеют угловое строение и представляют собой диполь;
- в) вещество, которое находится в жидком агрегатном состоянии при обычных условиях;
- г) компонент раствора, к которому добавляют растворимое вещество при приготовлении раствора;
- д) компонент раствора, способный растворять максимальное количество растворённого вещества;
- е) устойчивый и однородный компонент раствора.

685. В каких случаях образуется раствор и что является растворителем, а что растворённым веществом:

- а) к воде массой 150 г добавили бензин массой 80 г;
- б) к воде массой 70 г добавили натрий массой 1 г;
- в) к воде массой 230 г добавили спирт массой 200 г;
- г) к воде массой 70 г добавили молоко массой 50 г;
- д) через воду массой 350 г пропустили углекислый газ массой 80 г;
- е) к воде массой 60 г добавили глауберову соль массой 10 г?

686. Укажите, какое вещество выступает в качестве растворителя при смешивании указанных веществ в процессе приготовления раствора:

а) сера массой 6 г и жидкий сероуглерод CS_2 массой 300 г;

б) ацетон массой 50 г и иодид алюминия массой 180 г;

в) парафин массой 2 г и бензин объемом 0,5 дм³;

г) спирт массой 220 мг и вода массой 20 г;

д) кислород объемом 24 см³ и вода массой 18 кг;

е) ацетон массой 37 кг и спирт объемом 200 см³;

ж) иод массой 500 мг и спирт объемом 80 см³.

687. Раствор содержит $4,62 \cdot 10^{24}$ молекул воды и $0,200 \cdot 10^{23}$ молекул сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Рассчитайте массу раствора.

688. Гидроксид калия какой массой необходим для полной нейтрализации раствора, содержащего хлороводород массой 7,30 г?

689. В воде объемом 1,00 см³ при 20 °С максимально растворяется кислород массой 1,43 мг. Какое число молекул растворённого кислорода содержится в 2,00 дм³ воды, насыщенной кислородом при 20 °С?

690. Оксид серы(VI) массой 800 мг растворили в избытке воды. Какое вещество образуется при этом и чему равно его химическое количество?

691. К воде химическим количеством 2,00 моль прибавили натрий массой 7,00 г. Раствор какого вещества образовался в результате? Рассчитайте массу полученного раствора.

692. В воде массой 240 г растворили фруктозу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ массой 15,0 г. Рассчитайте, какое число молекул воды приходится на 100 молекул фруктозы в полученном растворе.

693. В воде растворили натрий массой 3,60 г. Гидроксид натрия какой массой будет содержаться в полученном растворе? Водород какого объёма (н. у.) выделится при этом?

694. В воде растворили смесь, состоящую из кальция массой 0,40 г и оксида кальция массой 5,60 г. Гидроксид кальция какой массой образовался в результате реакции?

695. Какое химическое количество гидроксида натрия потребуется для полной нейтрализации водного раствора, содержащего хлороводород химическим количеством 0,60 моль и фосфорную кислоту химическим количеством 0,20 моль?

696. Рассчитайте массовую долю воды в составе мирабилита $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

697. Декагидрат карбоната натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ какой максимальной массой может вступить в реакцию с раствором, содержащим азотную кислоту массой 6,30 г?

698. Рассчитайте массу карбоната натрия, содержащегося в образце кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ химическим количеством 0,360 моль.

699. Железный купорос применяется для подкормки цветочных, декоративных, плодово-ягодных и других культур с целью профилактики и лечения растений от заболеваний. При недостатке железа наблюдается недоразвитость листьев, слабый прирост побегов, неполное развитие плодов и снижение урожайности. У плодовых деревьев признаки недостатка железа наиболее выражены после распускания листьев. Раствор для подкормки растений готовят растворением 10,0 г железного купороса в 10,0 дм³ воды. Железо какой массой содержится в 1,00 дм³ такого раствора?

§ 48. Характеристики растворимости веществ

Пример 26. Коэффициент растворимости нитрата калия при 10 °С равен 21,2. Какая максимальная масса данной соли может раствориться в 250 г воды при указанной температуре?

Дано:

$$s^{10}(\text{KNO}_3) = 21,2 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_3) - ?$$

Решение

Коэффициент растворимости показывает, какая максимальная масса вещества может раствориться в 100 г воды при данной температуре.

Если количество воды увеличить в $\frac{250 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 2,50$ раза, то

и масса растворённой соли увеличится в 2,50 раза.

$$m(\text{KNO}_3) = 21,2 \text{ г} \cdot \frac{250 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 53,0 \text{ г}.$$

Ответ: $m(\text{KNO}_3) = 53,0 \text{ г}$.

Пример 27. Соль какой массой следует взять для приготовления насыщенного при 30 °С раствора массой 200 г, если коэффициент растворимости соли при данной температуре равен 25 г?

Дано:

$$s^{30}(\text{соль}) = 25 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 200 \text{ г}$$

$$m(\text{соли}) — ?$$

Решение

Коэффициент растворимости показывает, какая максимальная масса вещества может раствориться в 100 г воды при данной температуре.

$$w^{30}(\text{соль}) = \frac{m(\text{соли})}{m(\text{соли}) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{25 \text{ г}}{25 \text{ г} + 100 \text{ г}} = 0,20.$$

$$m(\text{соли}) = w^{30}(\text{соли}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,20 \cdot 200 \text{ г} = 40 \text{ г}.$$

Ответ: $m(\text{соли}) = 40 \text{ г}$.

Пример 28. Массовая доля сульфата меди(II) в его насыщенном при 10 °С и 90 °С растворе соответственно равна 14,8 % и 39,1 %. Осадок пентагидрата сульфата меди(II) какой массой выпадет при охлаждении насыщенного при 90 °С раствора сульфата меди(II) массой 560 г до 10 °С?

Дано:

$$w^{10}(\text{CuSO}_4) = 14,8 \%$$

$$w^{90}(\text{CuSO}_4) = 39,1 \%$$

$$m^{90}(\text{раствора}) = 560 \text{ г}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) — ?$$

Решение

При решении подобных задач важно понимать, что после охлаждения горячего насыщенного раствора над выпавшим осадком холодный раствор также является насыщенным.

Масса CuSO_4 в насыщенном при 90 °С растворе массой 560 г равна:

$$m^{90}(\text{CuSO}_4) = w^{90}(\text{CuSO}_4) \cdot m^{90}(\text{раствора}) = 0,391 \cdot 560 \text{ г} = 219 \text{ г}.$$

Пусть при охлаждении 560 г насыщенного при 90 °С раствора выпадет $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ массой x граммов.

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}.$$

В осадке $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ массой x г содержится CuSO_4 массой:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = x \times \\ \times \frac{160 \text{ г/моль}}{250 \text{ г/моль}} = 0,64x \text{ г}.$$

Масса насыщенного при 10°C раствора после выпадения осадка будет равна:

$$m^{10}(\text{раствора}) = m^{90}(\text{раствора}) - m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \\ = (560 - x) \text{ г}.$$

Масса CuSO_4 в насыщенном при 10°C растворе после выпадения осадка будет равна:

$$m^{10}(\text{CuSO}_4) = m^{90}(\text{CuSO}_4) - m(\text{CuSO}_4) = (219 - 0,64x) \text{ г}.$$

После выпадения осадка образуется насыщенный при 10°C раствор CuSO_4 .

В растворе массой $(560 - x)$ г содержится CuSO_4 массой $(219 - 0,64x)$ г.

По условию задачи массовая доля CuSO_4 в этом растворе должна быть равна $14,8\%$.

Составим уравнение:

$$0,148 = \frac{219 - 0,64x}{560 - x}.$$

Решив это уравнение, получим $x = 279$ г.

Ответ: $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 279$ г.

700. Какие факторы влияют на растворимость веществ в воде? Перечислите и охарактеризуйте их.

701. Как в домашних условиях экспериментально доказать, что чистая питьевая вода на самом деле не является индивидуальным химическим веществом, а представляет собой раствор (т. е. смесь) и содержит растворённые соли?

702. Какие из указанных веществ являются нерастворимыми, малорастворимыми и хорошо растворимыми в воде: гидроксид калия, гидроксид кальция, гидроксид цинка, сульфат меди, сульфат бария, сульфат кальция, серная кислота, хлороводород, кремниевая кислота?

703. Приведите по три примера нерастворимых, малорастворимых и хорошо растворимых веществ.

704. В холодной или горячей воде одинаковой массы растворяется большее количество сахара? О чём свидетельствует этот экспериментальный факт?

705. Как зависит растворимость газов от давления и температуры? Где на практике используется это свойство газов?

706. Почему многие рыбы, живущие в горных реках, не выживают в равнинных реках с более тёплой водой?

707. Как изменится масса раствора аммиака в воде, если этот раствор нагреть? Поясните, почему.

708. Укажите верные утверждения:

- а) растворимость любого вещества в воде ограничена;
- б) для малорастворимых веществ в насыщенном растворе содержится очень мало растворённого вещества;
- в) растворимость большинства веществ существенно зависит от температуры;
- г) существуют вещества, которые абсолютно нерастворимы в воде;
- д) на растворимость вещества оказывает влияние его природа, но не оказывает влияния природа растворителя;
- е) повысить растворимость многих веществ можно перемешиванием раствора при растворении вещества;
- ж) в насыщенном при данной температуре растворе содержится максимальное количество растворённого вещества;
- з) давление оказывает существенное влияние на растворимость в воде газов, но не жидкостей и твёрдых веществ.

709. Приведите известные вам способы, с помощью которых можно ускорить процесс растворения сахара в воде.

710. Какая максимальная масса фосфата калия может раствориться в 53 г воды при 40 °С, если его коэф-

коэффициент растворимости при данной температуре равен 23,3 г?

711. Используя график зависимости растворимости веществ от температуры, приведённый в параграфе, определите, при какой примерно температуре нитрат калия и нитрат натрия имеют одинаковую растворимость в воде.

712. Хлороводород какого объёма (н. у.) нужно взять для приготовления его насыщенного при 0 °С раствора массой 250 г, если его коэффициент растворимости при 0 °С равен 82,3 г?

713. Рассчитайте массу нитрата натрия в насыщенном при 20 °С растворе массой 80 г. Коэффициент растворимости этой соли при 20 °С равен 87,6 г.

714. Навеску кристаллогидрата сульфата магния массой 50,0 г нагрели для полного удаления воды и получили сухой остаток массой 24,4 г. Установите формулу кристаллогидрата сульфата магния.

715. Нитрат свинца какой массой выпадет в осадок при охлаждении от 70 °С до 35 °С насыщенного раствора массой 1,50 кг? Для решения задачи воспользуйтесь данными из графика зависимости растворимости веществ от температуры, приведённого в параграфе.

716. Хлорид калия какой массой выпадет в осадок при охлаждении до 10 °С насыщенного при 80 °С раствора массой 240 г? Коэффициент растворимости KCl при 10 °С равен 23 г, а при 80 °С — 34 г.

§ 49. Качественные характеристики состава растворов

717. Всегда ли насыщенные растворы бывают концентрированными, а концентрированные — насыщенными? Ответ поясните примерами.

718. Насыщенные растворы каких веществ являются разбавленными: нитрата серебра, хлорида серебра, сахарозы, гидроксида кальция, карбоната бария, хлороводорода, хлорида натрия?

719. Приведите три способа, позволяющих из ненасыщенного раствора хлорида бария получить насыщенный раствор этой соли.

720. Укажите утверждения, которые верны по отношению к разбавленному раствору:

а) в ряде случаев упариванием разбавленного раствора можно получить концентрированный раствор;

б) раствор любого газа в воде всегда является разбавленным;

в) при нагревании разбавленного раствора он становится концентрированным;

г) для веществ, имеющих бесконечную растворимость в воде, невозможно приготовить разбавленный раствор;

д) разбавленным раствор может быть только для мало-растворимых веществ;

е) в разбавленном растворе много растворителя и мало растворённого вещества;

ж) разбавленный раствор можно превратить в концентрированный растворением дополнительного количества растворённого вещества.

721. Укажите утверждения, которые верны по отношению к концентрированному раствору:

а) при охлаждении он остаётся концентрированным;

б) содержит мало растворителя и много растворённого вещества;

в) если удалить из него часть растворителя, то он превращается в разбавленный раствор;

г) масса растворителя и растворённого вещества в концентрированном растворе одинакова;

д) если нагреть концентрированный раствор, то из него выпадет осадок растворённого вещества;

е) в насыщенном растворе малорастворимого вещества содержится мало растворённого вещества;

ж) при данной температуре в концентрированном растворе растворённое вещество больше не растворяется.

722. Из перечисленных веществ укажите те, для которых невозможно приготовить насыщенный раствор: AgNO_3 , HNO_3 , KJ , AgCl , NaOH , H_2SO_4 , NaNO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

723. Некоторые из веществ смешиваются с водой в любых соотношениях, т. е. имеют бесконечную растворимость в воде. Какие из перечисленных ниже веществ имеют бесконечную растворимость в воде:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| а) серная кислота; | г) хлорид калия; |
| б) глюкоза; | д) азотная кислота; |
| в) спирт; | е) аммиак? |

724. В насыщенном растворе массой 100 г какого из веществ содержание соли наибольшее: сульфит магния, фосфат магния, нитрат магния? Ответ обоснуйте.

725. Можно ли из разбавленного раствора получить концентрированный, не добавляя в него растворённое вещество? Дайте обоснованный ответ.

726. В результате полного выпаривания насыщенного при 25 °С раствора массой 150 г была получена соль массой 18 г. Определите коэффициент растворимости этой соли при 25 °С.

727. В медицине раствор пероксида водорода H_2O_2 применяется как антисептическое средство. При контакте с повреждённой кожей пероксид водорода способствует сворачиванию крови и создаёт неблагоприятные условия для развития микроорганизмов, поэтому он применяется при обработке ран. В аптеках продаётся раствор пероксида, в 100 г которого содержится 3,00 г H_2O_2 . Как вы считаете, разбавленным или концентрированным является этот раствор? Рассчитайте, какое число молекул воды в таком растворе приходится на одну молекулу пероксида водорода.

§ 50. Количественные характеристики состава растворов. Массовая доля растворённого вещества

Пример 29. Хлороводород какой массой следует растворить в воде для приготовления раствора массой 40 г с массовой долей HCl , равной 0,10?

Дано:	Решение
$m(\text{раствора}) = 40 \text{ г}$	$m(HCl) = w(HCl) \cdot m(\text{раствора}) =$
$w(HCl) = 0,10$	$= 0,10 \cdot 40 \text{ г} = 4,0 \text{ г}.$
$m(HCl) = ?$	Ответ: $m(HCl) = 4,0 \text{ г}.$

Пример 30. Воду какой массой следует добавить к раствору хлорида натрия массой 125 г с массовой долей NaCl, равной 0,080, чтобы получить раствор этой соли с массовой долей, равной 0,050?

Дано:

$$m_1(\text{раствора}) = 125 \text{ г}$$

$$w_1(\text{NaCl}) = 0,080$$

$$w_2(\text{NaCl}) = 0,050$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Решение

$$m_1(\text{NaCl}) = m_1(\text{раствора}) \cdot w_1(\text{NaCl}) = 125 \text{ г} \cdot 0,080 = 10 \text{ г};$$

$$m_2(\text{раствора}) = \frac{m_2(\text{NaCl})}{w_2(\text{NaCl})} = \frac{10 \text{ г}}{0,050} = 200 \text{ г};$$

$$m_2(\text{раствора}) = m_1(\text{раствора}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_2(\text{раствора}) - m_1(\text{раствора}) = 200 \text{ г} - 125 \text{ г} = 75 \text{ г}.$$

Ответ: $m(\text{H}_2\text{O}) = 75 \text{ г}$.

Пример 31. В воде массой 76 г растворили оксид серы(VI) массой 4,0 г. Определите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 76 \text{ г}$$

$$m(\text{SO}_3) = 4,0 \text{ г}$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

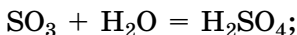
Решение

$$M(\text{SO}_3) = 80 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{SO}_3) = \frac{m(\text{SO}_3)}{M(\text{SO}_3)} = \frac{4,0 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} =$$

$$0,050 \text{ моль}.$$

При добавлении оксида серы(VI) к воде протекает реакция:



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

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{76 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 4,22 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,050 \text{ моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,050 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 4,9 \text{ г};$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{SO}_3) = 76 \text{ г} + 4,0 \text{ г} = 80 \text{ г};$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{раствора})} = \frac{4,9 \text{ г}}{80 \text{ г}} = 0,061, \text{ или } 6,1 \text{ \%}.$$

Ответ: $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,1 \%$.

Пример 32. Коэффициент растворимости сульфата калия при 10°C равен $9,22$ г, а при 90°C — $22,4$ г. Осадок какой массой выпадет при охлаждении до 10°C насыщенного при 90°C раствора сульфата калия массой 600 г?

Дано:

$$s^{10}(\text{K}_2\text{SO}_4) = 9,22 \text{ г}$$

$$s^{90}(\text{K}_2\text{SO}_4) = 22,4 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 600 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = ?$$

Решение

В насыщенном растворе при 90°C на 100 г воды приходится $22,4$ г K_2SO_4 .

$$w^{90}(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{раствора})} =$$

$$= \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{K}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{22,4 \text{ г}}{22,4 \text{ г} + 100 \text{ г}} = 0,183.$$

В растворе массой 600 г содержится:

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = w^{90}(\text{K}_2\text{SO}_4) \cdot m(\text{раствора}) = 0,183 \cdot 600 = 109,8 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{раствора}) - m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 600 - 109,8 = 490,2 \text{ г}.$$

В насыщенном растворе при 10°C в 100 г воды растворяется $9,22$ г K_2SO_4 , следовательно, в воде массой $490,2$ г может максимально раствориться $9,22 \text{ г} \cdot \frac{490,2 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 45,1 \text{ г}$

K_2SO_4 , а растворено — $109,8$ г.

Следовательно, в осадок выпадет соль массой:

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 109,8 \text{ г} - 45,1 \text{ г} = 64,7 \text{ г}.$$

Ответ: $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 64,7 \text{ г}$.

728. Массовая доля соли в насыщенном растворе составляет 12% . Это означает, что:

а) в 100 г воды растворяется 12 г соли;

б) если смешать 12 г соли и 88 г воды, то получится насыщенный раствор;

в) в 100 г раствора содержится 12 г соли;

г) если смешать 12 г соли и 100 г любого раствора этой соли, то получится насыщенный раствор этой соли;

д) в этом растворе на каждые 25 г воды приходится 3 г соли.

729. В насыщенном растворе какого из веществ массовая доля соли наименьшая: AgNO_3 , KBr , AgCl , Ag_2SO_4 ? Ответ поясните.

730. Какое число молекул глюкозы приходится на 5000 молекул воды в растворе с массовой долей глюкозы, равной 12,0 %?

731. Рассчитайте, гидроксид калия какой массой потребуется для приготовления раствора массой 120 г с массовой долей щёлочи 15,0 %.

732. Воду и хлорид натрия каким химическим количеством нужно взять для приготовления раствора массой 175 г с массовой долей соли, равной 18,0 %?

733. Массовая доля сульфата натрия в растворе составляет 8,00 %. К такому раствору массой 60,0 г добавили твёрдый сульфат натрия массой 3,20 г. Определите массовую долю Na_2SO_4 в полученном растворе.

734. В воде массой 100 г при 35 °С может раствориться соль максимальной массой 40,0 г. Определите массовую долю соли в насыщенном при 35 °С растворе.

735. Какую массу воды нужно добавить к раствору азотной кислоты массой 60,0 г с массовой долей кислоты 30,0 %, чтобы получить раствор кислоты с массовой долей HNO_3 , равной 12,0 %?

736. К раствору серной кислоты массой 250 г с массовой долей H_2SO_4 , равной 0,120, добавили ещё 150 г раствора этой же кислоты с массовой долей H_2SO_4 , равной 18,0 %. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе.

737. Какую массу гидроксида натрия нужно взять для приготовления раствора объёмом 10,0 дм^3 с массовой долей NaOH , равной 9,00 %, и плотностью 1,10 г/см^3 ?

738. Вычислите массу оксида натрия, который необходимо добавить к воде объёмом 3,00 см^3 , чтобы получить раствор с массовой долей щёлочи, равной 5,00 %.

739. В воде массой 60,0 г растворили оксид серы(IV) объёмом (н. у.) 224 см³. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе.

740. В воде массой 70,0 г растворили железный купорос FeSO₄ · 7H₂O массой 12,0 г. Рассчитайте массовую долю сульфата железа(II) в полученном растворе.

741. Медный купорос CuSO₄ · 5H₂O и вода какой массой необходимы для приготовления раствора сульфата меди(II) массой 180 г с массовой долей соли 10,0 %?

742. Литий какой массой требуется добавить к воде, чтобы получить водный раствор гидроксида лития массой 8,50 г с массовой долей LiOH, равной 7,50 %?

743. Водный раствор, содержащий сульфат натрия и сульфат меди(II), охладили. В результате выпал осадок, представляющий собой смесь двух кристаллогидратов: Na₂SO₄ · 10H₂O и CuSO₄ · 5H₂O. Рассчитайте массовую долю кристаллогидратов в полученном осадке, если массовая доля натрия в нём составляет 7,39 %.

744. В некоторых щелочных аккумуляторах используется раствор гидроксида калия. Для приготовления такого раствора объёмом 1,00 дм³ требуется KOH массой 266 г и вода массой 940 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе и плотность раствора.

745. Рассчитайте массу карбоната натрия и объём соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 0,150 и плотностью 1,072 г/см³, необходимых для получения углекислого газа объёмом (н. у.) 36,0 дм³.

746. К раствору нитрата серебра массой 87,0 г добавили избыток раствора хлорида натрия. Выпавший осадок отфильтровали и высушили, его масса составила 14,3 г. Рассчитайте массовую долю нитрата серебра в исходном растворе.

747. К раствору азотной кислоты массой 220 г добавили воду объёмом 0,220 дм³. Во сколько раз уменьшилась массовая доля азотной кислоты в полученном растворе?

748. Хлорид кальция каким химическим количеством следует растворить в растворе хлорида кальция массой

43,0 г с массовой долей CaCl_2 , равной 5,50 %, чтобы число ионов кальция в растворе стало в два раза больше по сравнению с исходным?

749. К раствору гидроксида калия массой 34,0 г с массовой долей щёлочи, равной 2,40 %, добавили оксид калия массой 0,500 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе.

750. К раствору азотной кислоты массой 4,70 кг с массовой долей HNO_3 4,60 % добавили раствор гидроксида калия массой 2,80 кг с массовой долей KOH , равной 2,20 %. Во сколько раз уменьшилась массовая доля азотной кислоты в полученном растворе по сравнению с исходной?

751. Раствор гидроксида лития какой массой с массовой долей LiOH , равной 8,00 %, следует добавить к серной кислоте массой 350 г с массовой долей H_2SO_4 , равной 8,00 %, чтобы массовая доля серной кислоты в полученном растворе стала равной 5,00 %?

752. Раствор гидроксида натрия массой 200 г с какой массовой долей NaOH следует добавить к соляной кислоте массой 0,35 кг с массовой долей HCl , равной 6,6 %, чтобы массовая доля кислоты в полученном растворе стала в два раза меньше по сравнению с исходной?

753. К раствору азотной кислоты массой 100 г с массовой долей HNO_3 6,30 % добавили 40,0 г раствора карбоната натрия с массовой долей соли 10,6 %. Какой будет окраска индикатора лакмуса в растворе после реакции?

754. Рассчитайте массу насыщенного при 80 °C раствора хлорида калия, при охлаждении которого до 10 °C выпадет осадок KCl массой 12,0 г. Коэффициент растворимости этой соли при 80 °C и 10 °C соответственно равен 51,1 г и 31,0 г.

755. Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ является важным источником энергии живых организмов. Она с током крови поступает во все органы и ткани человека и животных, где, окисляясь, поставяет энергию, необходимую для осуществления различных биологических процессов. Содержание глюкозы в крови поддерживается на постоянном уровне и составляет около 80 мг на 100 см³ крови. Рассчитайте, какое число молекул глюкозы содержится в 1,00 см³ крови.

§ 51. Молярная концентрация растворённых веществ

756. Какое химическое количество хлорида натрия нужно взять для приготовления $2,0 \text{ дм}^3$ раствора NaCl с молярной концентрацией $0,10 \text{ моль/дм}^3$?

757. Какую массу нитрата серебра нужно взять для приготовления раствора AgNO_3 с молярной концентрацией $0,50 \text{ моль/дм}^3$ объёмом 200 см^3 .

758. Рассчитайте молярную концентрацию сульфата магния в растворе, если известно, что в образце раствора объёмом 100 см^3 содержится MgSO_4 массой 200 мг .

759. К раствору фтороводородной кислоты объёмом 220 см^3 прибавили воду объёмом $0,440 \text{ дм}^3$. Во сколько раз уменьшилась молярная концентрация кислоты в полученном растворе? Поясните, точным или приблизительным является ваше решение и почему.

760. Сернистый газ объёмом (н. у.) 320 см^3 растворили в воде. С помощью дистиллированной воды объём раствора довели до 450 см^3 . Рассчитайте молярную концентрацию сернистой кислоты в полученном растворе.

761. Рассчитайте молярную концентрацию HCl в соляной кислоте с массовой долей хлороводорода $0,150$ и плотностью $1,072 \text{ г/см}^3$.

762. К соляной кислоте объёмом $4,70 \text{ см}^3$ с молярной концентрацией HCl $0,10 \text{ моль/дм}^3$ добавили избыток раствора карбоната натрия. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося углекислого газа.

763. Кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ химическим количеством $0,10 \text{ моль}$ растворили в воде, а затем объём раствора с помощью дистиллированной воды довели до $1,0 \text{ дм}^3$. Чему равна молярная концентрация сульфата натрия в приготовленном растворе?

764. Медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ массой $2,50 \text{ г}$ растворили в воде. Объём полученного раствора составил 240 см^3 . Рассчитайте молярную концентрацию сульфата меди в приготовленном растворе.

§ 52. Вода и растворы в жизни и деятельности человека

765. Почему предъявляются высокие требования к качеству питьевой воды? Можно ли употреблять в пищу воду из рек, озёр и прудов? В чём заключается опасность потребления человеком такой воды?

766. В некоторых случаях пресные водоёмы начинают быстро зарастать с берегов. Чем это может быть вызвано? Попадание каких веществ и каким путём может ускорять этот процесс? К каким негативным экологическим последствиям может привести этот процесс?

767. Чем отличаются пресная и минеральная вода? Что такое природные рассолы?

768. Для получения дистиллированной воды из морской следует использовать метод разделения смесей:

- | | |
|------------------|-------------------------|
| а) упаривание; | г) перегонку; |
| б) отстаивание; | д) освещение УФ-лучами; |
| в) фильтрование; | е) действие магнитом. |

Дайте краткие пояснения своего ответа.

769. Использование озона для обеззараживания воды основано на том, что его молекула при определённых условиях может распадаться с образованием обычного кислорода и атомарного кислорода, являющегося очень сильным окислителем. Под действием последнего погибают любые живые организмы (в том числе бактерии и вирусы). Приведите уравнение этого процесса. Озон какой массой распался, если в результате этого образовался атомарный кислород химическим количеством 100 ммоль?

770. Приведите пять примеров использования неводных растворов в быту и технике. Чем вызвана замена воды на другой растворитель в каждом из этих случаев?

771. Раствор с какой массовой долей получится, если растворить соль массой 43,0 г в воде объёмом 420 см³?

772. К соляной кислоте массой 130 г добавили 260 г воды. Во сколько раз уменьшилась массовая доля хлороводорода в полученном растворе?

773. Кристаллогидрат сульфата магния $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ называют горькой солью и используют в медицинской практике в качестве слабительного. Рассчитайте массовую долю кислорода в горькой соли.

ГОТОВИМСЯ К ОЛИМПИАДАМ

774. Для количественного анализа состава различных объектов часто используется гравиметрический (или весовой) метод, основанный на измерении точной массы подходящего соединения определяемого элемента. При работе в лаборатории юный химик случайно просыпал некоторое количество CaCl_2 в сосуд с реактивом KCl . Учитывая, что оба вещества содержат хлорид-ион, юный химик решил провести анализ смеси следующим образом. Навеску смеси массой 1,000 г он растворил в воде и к полученному раствору добавил избыток раствора AgNO_3 , подкисленного HNO_3 . Полученный осадок отфильтровал, высушил и взвесил. Масса осадка составила 2,000 г.

а) *Приведите уравнения реакций, протекающих в ходе описанного анализа.*

б) *Рассчитайте массовую долю CaCl_2 в смеси.*

775. При окислении на воздухе встречающегося в природе простого вещества **А** жёлтого цвета образуется газ **Б**, обладающий резким запахом. Дальнейшее окисление **Б** возможно в присутствии катализатора, при этом образуется вещество **В**. Растворение последнего в воде приводит к образованию кислоты **Г**. В ней массовая доля химического элемента, из которого состоит вещество **А**, составляет 32,7 %.

а) *Установите, что собой представляют вещества А — Г. Кратко поясните свой ответ.*

б) *Приведите уравнения всех описанных превращений.*

в) *Рассчитайте, какую массу вещества А следует взять для получения кислоты Г массой 1,00 т.*

776. Для получения нитрата калия из его карбоната в лабораторных условиях можно использовать следующий способ. Навеску карбоната калия растворить в стехиометрическом количестве раствора азотной кислоты с массовой долей HNO_3 30 % при нагревании до 80 °С. Полученный раствор охладить до 0 °С. При этом часть соли из раствора выпадет в осадок, который следует отфильтровать и высушить.

а) *Какой объём раствора азотной кислоты (плотность 1,18 г/мл) потребуется для описанного синтеза, если взять навеску карбоната калия массой 50 г?*

б) Чему будет равна масса полученного раствора при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$?

в) Рассчитайте массу соли, которая выпадет в осадок при охлаждении полученного раствора до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, если её массовая доля в насыщенном при этой температуре растворе равна $11,7\%$.

777. Обогащённый кислородом воздух (т. е. смесь воздуха с кислородом) смешали в закрытом сосуде с равным объёмом метана и подожгли. После окончания реакции и охлаждения сосуда до комнатной температуры в нём обнаружилось $14,4\text{ см}^3$ воды, а объём газовой смеси при н. у. составил $71,68\text{ дм}^3$.

а) Приняв, что воздух состоит только из азота и кислорода, рассчитайте массовую долю кислорода в обогащённом воздухе.

б) Какой объём (н. у.) обогащённого кислородом воздуха потребуется для полного сжигания 100 г смеси угарного газа с водородом, в которой массовая доля водорода в три раза больше массовой доли угарного газа?

778. Небольшое количество кислорода в лабораторных условиях можно получить путём термического разложения перманганата калия KMnO_4 . При этом образуется оксид марганца(IV) и новая соль А, в которой массовые доли калия и кислорода соответственно равны $39,67\%$ и $32,46\%$.

а) Установите формулу соли А.

б) Приведите уравнение термического разложения перманганата калия.

в) При нагревании навески перманганата калия массой $50,0\text{ г}$ образовался твёрдый остаток, в котором массовая доля кислорода равна $38,0\%$. Какой объём (н. у.) кислорода выделился в результате нагревания?

г) В лабораторной практике перманганат калия используется для получения небольших количеств ещё одного газа. Какого? Приведите уравнение соответствующей реакции и укажите условия её проведения.

779. Воздух представляет собой смесь азота, кислорода, аргона, углекислого газа и некоторых других газов. Для простоты будем считать, что при н. у. в воздухе объёмом 100 дм^3 содержится азот объёмом 78 дм^3 , кислород объёмом 21 дм^3 и аргон объёмом 1 дм^3 .

а) *Рассчитайте относительную молекулярную массу воздуха в комнате.*

б) *Чему равна массовая доля кислорода в воздухе? Приведите ваши расчёты.*

в) *В закрытой комнате размером 4,0 м × 4,5 м × 3,5 м, заполненной воздухом, при н. у. сожгли углерод массой 1,0 кг. Во сколько раз уменьшилась массовая доля кислорода в воздухе в комнате после окончания реакции? Приведите ваши расчёты.*

780. Медные опилки массой 381 мг нагрели на воздухе. При этом часть меди превратилась в оксид меди(II). Массовая доля кислорода в полученном твёрдом продукте стала равна 7,75 %. Половину полученного твёрдого продукта поместили в трубчатую печь, нагрели до 400 °С и пропустили над ней водород объёмом (н. у.) 11,2 см³, а затем охладили в токе азота.

а) *Приведите уравнения реакций, протекающих в описанном эксперименте.*

б) *Оксид меди(II) какой массой образовался в результате нагревания медных опилок на воздухе?*

в) *Какое число атомов меди приходится на один атом кислорода в продукте, образовавшемся после охлаждения печи? Приведите ваши расчёты.*

г) *Как изменится ответ на предыдущий пункт задачи, если охлаждение трубчатой печи будет проводиться на воздухе, а не в атмосфере азота? Кратко поясните свой ответ.*

781. Сплав магния с цинком массой 2,19 г растворили в избытке соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили над нагретым оксидом меди(II), взятым в избытке. При этом масса оксида меди(II) уменьшилась на 0,64 г.

а) *Приведите уравнения химических реакций, протекающих в описанном эксперименте.*

б) *Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося газа.*

в) *Чему равна массовая доля цинка в сплаве?*

782. При нагревании или действии солнечного света концентрированная азотная кислота разлагается на воду, кислород и оксид азота(IV). Последний имеет бурую окраску и обуславливает цвет концентрированной азотной кислоты, хранившейся на свету или при повышенной температуре.

а) *Приведите уравнение реакции разложения азотной кислоты.*

б) Какой объём (н. у.) газа выделится при полном разложении $1,00 \text{ см}^3$ азотной кислоты, имеющей плотность 1520 г/л ?

783. В герметический сосуд объёмом 200 см^3 поместили при н. у. смесь воздуха с водородом. В сосуд внесли катализатор, в результате чего произошёл взрыв. После охлаждения сосуда до $20 \text{ }^\circ\text{C}$ в нём содержалось $33,75 \text{ мг}$ прозрачной жидкости, не имеющей запаха.

а) Водород и кислород какого объёма (н. у.) вступили в реакцию?

б) Какое давление установилось в сосуде после его охлаждения до $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (при расчётах пренебрегите объёмом жидкости)?

в) Рассчитайте объёмную долю водорода в исходной газовой смеси.

784. Газообразная смесь углекислого газа и сернистого газа занимает объём $2,00 \text{ дм}^3$ при н. у. Массовая доля сернистого газа в смеси в три раза больше, чем массовая доля углекислого газа.

а) Чему равна масса каждого из газов в смеси?

б) Рассчитайте минимальный объём раствора гидроксида калия с массовой долей $1,50 \%$ и плотностью $1,042 \text{ г/см}^3$, который потребуется для полного поглощения исходной газовой смеси.

в) Рассчитайте массовую долю каждого вещества в растворе, образующемся после поглощения газа раствором из пункта б).

785. Установите, какие вещества зашифрованы под буквами **A** и **B**. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 $\text{A} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{B} \rightarrow \text{A}$.

Для каждой реакции укажите условия её проведения. Для реакций, протекающих в растворе, приведите ионно-молекулярные уравнения.

786. Массовая доля кислорода в молекуле некоторой кислоты **X** в $1,142$ раза больше массовой доли азота, а массовая доля водорода равна $3,250 \%$.

- а) Рассчитайте массовую долю азота в кислоте X.
- б) Установите формулу кислоты X.
- в) Предложите структурную формулу молекулы этой кислоты.

787. Воздух представляет собой смесь газов. Её основными компонентами для простоты можно считать азот, кислород и аргон, объёмные доли которых соответственно примерно равны 78 %, 21 % и 1,0 %.

а) Исходя из указанного состава, рассчитайте среднюю молярную массу воздуха.

б) Часто воздух можно условно рассматривать как вещество, состоящее из «молекул воздуха». Какое число «молекул воздуха» содержится в воздухе объёмом (н. у.) 1,00 м³?

в) Какой воздух тяжелее — сухой или влажный? При этом, что во влажном воздухе 5 % «молекул воздуха» замещено молекулами воды, рассчитайте массу сухого и влажного воздуха объёмом (н. у.) по 1,00 дм³. Какой ответ следует дать на поставленный вопрос?

788. Сера как неметалл входит в состав большого числа кислородсодержащих кислот. Массовые доли серы и кислорода в кислоте X равны соответственно 56,18 % и 42,05 %. Сама кислота в свободном виде является очень неустойчивой и быстро распадается. При этом при разложении кислоты массой 114 мг образуется 18 мг воды, 32 мг серы и ещё одно газообразное вещество с характерным резким запахом.

а) Установите молекулярную формулу кислоты X.

б) Чему равна молярная масса газа, выделяющегося при разложении X?

в) Приведите уравнение разложения X.

789. Для оксида железа(III) характерны слабовыраженные амфотерные свойства. В твёрдом состоянии известны соединения, состав которых можно выразить формулой MFe_xO_y , где M — двухвалентный катион (Mg, Co, Ni и другие). Соединения такого вида представлены двумя классами. Представителей первого класса называют кубическими ферритами (структура шпинели), а представителей второго — гексагональными ферритами (структура магнетоплюмбита).

а) Навеску кубического феррита A массой 1,5642 г прокалили со стехиометрическим количеством углерода.

При этом образовался углекислый газ массой 0,5756 г. Установите формулу феррита А.

б) Приведите формулу кубического феррита с максимальной массовой долей железа.

в) Установите формулу гексагонального феррита Б, в котором массовая доля кислорода равна 29,514 %.

г) Какие вещества можно получить, если прокалить смесь феррита Б с углеродом при разных условиях? Приведите уравнения соответствующих реакций.

790. Газообразную смесь водорода и хлора поместили в реактор объёмом 2,00 дм³ и осветили ультрафиолетовым светом. При этом в реакторе произошла бурная химическая реакция (в виде микровзрыва). После охлаждения до 5 °С в реактор ввели водный раствор, содержащий 12,0 г гидроксида натрия, выдержали некоторое время при 5 °С, а затем добавили дистиллированную воду до полного заполнения реактора. При этом всё содержимое реактора было поглощено раствором. В результате поглощения содержимого реактора масса раствора увеличилась на 5,00 г. Полученный раствор упарили в инертной атмосфере до массы 200 г.

а) Рассчитайте массовые доли водорода и хлора в исходной смеси, если её плотность по воздуху равна 1,457.

б) Рассчитайте массовые доли всех веществ в полученном после упаривания растворе массой 200 г.

в) Приведите уравнения реакций, протекающих в описанном эксперименте.

791. Газообразную смесь аммиака и метана сожгли в необходимом количестве кислорода. Все продукты сгорания пропустили через колонку, заполненную гранулами оксида бария. На выходе из колонки было собрано 2,688 дм³ (н. у.) простого газообразного вещества. После окончания эксперимента масса колонки увеличилась на 35,28 г.

а) Приведите уравнения реакций, протекающих в описанном эксперименте.

б) Какой объём (н. у.) имела исходная смесь газов?

792. К веществам, вызывающим парниковый эффект, относится газ А, в состав которого входят два химических элемента. Одним из методов его получения в лабораторных условиях является нагревание вещества Б, массовая доля

кислорода в котором составляет 59,97 %. При нагревании навески **Б** массой 10,00 г образуется 5,501 г газа **А** и вода.

а) *Установите формулы веществ А и Б. Приведите ваши расчёты.*

б) *Назовите вещества А и Б.*

в) *Приведите уравнение реакции разложения Б.*

г) *При внесении горящего магния в сосуд, наполненный газом А, магний продолжает гореть. Какие вещества образуются в результате протекающей химической реакции?*

793. Пропан C_3H_8 и бутан C_4H_{10} представляют собой газообразные при н. у. органические вещества. Их смесь используется для заполнения газовых зажигалок. В резервуар зажигалки эти вещества вводятся при повышенном давлении, благодаря чему они находятся там в жидком агрегатном состоянии.

а) *Приведите уравнения сгорания пропана и бутана в кислороде.*

б) *Какой объём при н. у. занимает пропан-бутановая смесь массой 10,0 г, если массовая доля водорода в ней составляет 18,0 %?*

в) *Рассчитайте объём воздуха с массовой долей кислорода, равной 20,0 %, необходимого для полного сжигания пропан-бутановой смеси массой 10,0 г, имеющей приведённый в пункте б) состав.*

794. Ниже приведено описание методики синтеза вещества **Х** в лабораторных условиях.

В коническую колбу вносят 100 г твёрдого иода и добавляют 500 г дымящейся азотной кислоты. Колбу закрывают дном другой круглодонной колбы с проточной водой. Реакционную смесь нагревают и выдерживают при 70–80 °С до окончания реакции. Полученный раствор упаривают на водяной бане, а затем быстро охлаждают льдом. Выделившиеся бесцветные кристаллы отфильтровывают и сушат несколько дней над твёрдым гидроксидом калия или в сушильном шкафу при 60 °С. По данным количественного анализа, полученное вещество содержит 72,14 % иода и 0,5730 % водорода.

а) *Синтез какого вещества описан в задаче? Приведите его эмпирическую формулу и ваши расчёты.*

б) Приведите структурную формулу вещества X.

в) Приведите уравнение протекающей реакции с учётом того, что, кроме конечного продукта, образовалась вода и наблюдалось выделение газа, который на выходе из реакционного сосуда при контакте с воздухом приобретал бурю окраску.

г) Реакционную смесь необходимо выдерживать при 70–80 °С до окончания реакции. Как экспериментально определить момент окончания реакции?

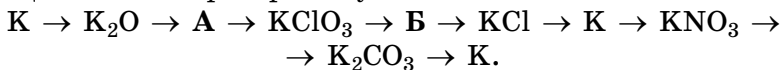
795. Чтобы полностью растворить навеску сульфата никеля(II) массой 5,95 г, необходимо 10,0 мл воды, подогретой до 70 °С. Если полученный раствор охладить до 10 °С, то в осадок выпадает вещество, в котором массовая доля кислорода составляет 62,66 %, и образуется раствор с массовой долей соли, равной 24,2 %.

а) Установите формулу вещества, которое выпадает в осадок при охлаждении раствора сульфата никеля(II) до 10 °С.

б) Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

в) Осадок какой массой образуется, если в описанном эксперименте вместо навески сульфата никеля(II) массой 5,95 г взять его навеску массой 4,95 г?

796. Предложите формулы веществ А и Б и приведите уравнения (в молекулярной форме) химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения в лабораторных условиях:



Для каждого превращения укажите условия его осуществления.

797. Навеску оксида А массой 2,470 г растворили в воде и получили прозрачный раствор массой 96,460 г, через который пропустили 723 см³ (н. у.) газа Б. Полученный после полного поглощения газа Б раствор упарили, в результате чего получили твёрдый сухой остаток массой 3,960 г, содержащий 32,61 % кислорода по массе, и 93,985 мл воды.

а) Установите формулы А и Б. Приведите необходимые расчёты.

б) Рассчитайте массовую долю растворённого вещества в растворе, полученном в результате растворения оксида А в воде.

в) Если раствор, полученный в результате растворения *A* в воде, упарить в специальных условиях и охладить, то в осадок выпадает вещество *B*, содержащее 50,72 % кислорода по массе. Установите формулу *B*.

г) Приведите уравнение реакций, описанных в задаче.

д) Что образуется при пропускании газа *B* через чистую воду? Приведите уравнения соответствующих реакций.

798. Алюмокалиевые квасцы представляют собой кристаллогидрат двойного сульфата калия-алюминия состава $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$, массовая доля воды в котором составляет 45,57 %. Одним из методов синтеза квасцов в лабораторных условиях является сливание водных растворов сульфата калия и сульфата алюминия. К горячему раствору, приготовленному из 16,0 г K_2SO_4 и 100 г воды, долили горячий раствор, приготовленный из 60,0 г $Al_2(SO_4)_3$ и 100 г воды. Полученную смесь охладили до 0 °С, а выпавшие кристаллы отфильтровали.

а) Установите формулу алюмокалиевых квасцов.

б) Растворимость $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3$ при 0 °С составляет 3,10 г на 100 г воды. Считая, что присутствие других солей не влияет на растворимость квасцов и практический выход равен 100 %, рассчитайте массу полученных квасцов.

799. Массовая доля кислорода в газовой смеси, состоящей из углекислого газа, кислорода и озона, в 1,765 раз меньше массовой доли озона. Относительная плотность этой смеси по азоту равна 1,483.

а) Приведите четыре уравнения реакций, с помощью которых можно практически получить кислород в лабораторных условиях.

б) Рассчитайте массовую долю углекислого газа в исходной газовой смеси.

в) Исходную газовую смесь нагрели и выдержали до окончания реакции, а затем охладили до 20 °С. Рассчитайте массовые доли компонентов в образовавшейся газовой смеси.

800. Водный раствор с массовой долей аммиака 3,0 % используют в медицине. Если осторожно поднести к ноздрям вату, смоченную таким раствором, то в некоторых случаях можно вывести человека из обморочного состояния.

а) Какое тривиальное название имеет такой раствор? Одно из неорганических веществ имеет схожее по звучанию тривиальное название, и поэтому часто возникает путаница. Приведите формулу этого вещества.

б) Рассчитайте объём (н. у.) аммиака и объём воды, которые необходимы для получения 10,0 дм³ 3,0%-ного раствора, если его плотность равна 0,984 г/см³.

в) Как можно получить небольшое количество аммиака в лабораторных условиях? Приведите уравнение соответствующей реакции и укажите условия её проведения.

801. Навеску соли А массой 2,516 г прокалили при 900 °С в токе водорода. При этом её масса уменьшилась на 47,00 %, а массовая доля металла в полученном твёрдом веществе Б оказалась равной 55,55 %. При охлаждении до 20 °С выходящих газов было получено только вещество В, массовая доля водорода в котором равна 11,19 %. При действии на вещество Б соляной кислоты выделяется газ Г с очень неприятным запахом.

а) Рассчитайте объём (н. у.) водорода, вступившего в реакцию.

б) Установите формулу вещества В.

в) Приведите уравнение реакции, протекающей при действии на Б соляной кислоты. Кратко поясните ход ваших рассуждений.

г) Установите формулу А. Приведите ваши расчёты и пояснения. Приведите уравнение химической реакции, протекающей в описанном опыте.

802. Если к водному раствору сульфата алюминия медленно и осторожно доливать при интенсивном перемешивании водный раствор аммиака, то образуется осадок, в котором массовые доли водорода, серы и кислорода соответственно равны 1,85 %, 14,71 % и 58,70 %.

Установите формулу образующегося осадка.

803. Газообразную смесь плотностью (н. у.) 1,230 г/дм³, состоящую из аммиака и воздуха, пропустили через 1,40 дм³ дистиллированной воды. Газ, который не поглотился, был собран. Его объём (н. у.) составил 870 см³.

а) Рассчитайте массовую долю аммиака в исходной газовой смеси.

б) Чему равна массовая доля гидрата аммиака в полученном растворе?

в) Кроме аммиака, существуют другие бинарные соединения азота с водородом. Приведите название одного такого соединения, его молекулярную и структурную формулы.

804. Хлороводород объёмом (н. у.) $8,68 \text{ дм}^3$ растворили в воде объёмом $0,668 \text{ дм}^3$. При этом образовался раствор объёмом $1,000 \text{ дм}^3$ и массой 1006 г . К аликвоте полученного раствора объёмом $25,00 \text{ см}^3$ добавили навеску гидроксида натрия массой 840 мг и тщательно перемешали.

а) Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

б) Осадок какой массой образуется при добавлении этого раствора к избытку водного раствора нитрата серебра? Приведите уравнения протекающих реакций и ваши расчёты.

805. В учебной литературе растворимость газов иногда выражают в максимальном объёме газа, который можно растворить в 1 объёме воды при заданных условиях. Например, растворимость SO_2 при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет 40 объёмов в 1 объёме воды. Это означает, что если при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ в 1 дм^3 воды растворить $40 \text{ дм}^3 \text{ SO}_2$, то получится его насыщенный раствор. Аммиак очень хорошо растворим в воде. Массовая доля аммиака в его насыщенном при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ водном растворе равна 47% .

а) Рассчитайте растворимость аммиака в объёмах на 1 объём воды при $0 \text{ }^\circ\text{C}$, если плотность насыщенного при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ раствора равна $0,87 \text{ г/см}^3$.

б) При $50 \text{ }^\circ\text{C}$ массовая доля аммиака в его насыщенном растворе равна 28% . Аммиак какого объёма (н. у.) можно получить нагреванием до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ его насыщенного при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ раствора объёмом 200 см^3 ?

806. При контакте с воздухом бинарное газообразное при н. у. вещество **А**, содержащее $21,86 \%$ водорода по массе, самовозгорается. При полном сгорании **А** в кислороде образуется два оксида, один из которых представляет собой твёрдое при н. у. белое вещество **Б**. Получить **А** можно пропуская газообразный (при н. у.) галогенид **В** (массовая доля галогена равна $84,06 \%$) над нагретой до $180 \text{ }^\circ\text{C}$ твёрдой бинарной солью **Г** (массовая доля натрия равна $95,80 \%$).

а) Установите формулы веществ **А** — **Г**. Приведите ваши расчёты.

б) *Приведите названия веществ А — Г.*

в) *Приведите химические уравнения описанных в задаче превращений.*

г) *Предложите структурную формулу А. Дайте краткие пояснения.*

807. Чистый цинк представляет собой голубовато-белый, блестящий металл, температуры плавления и кипения которого соответственно равны 419 °С и 908 °С. Мировое производство цинка составляет более 10 млн тонн. Он занимает четвертое место по объемам промышленного использования после железа, алюминия и меди. Основным минералом цинка является сфалерит, или цинковая обманка ZnS . Первой стадией получения цинка в промышленности является обогащение руды, содержащей цинковую обманку. В результате обогащения получается концентрат, содержащий в среднем 50 % цинка по массе, а также серу, железо и оксид кремния(IV). Второй стадией является обжиг концентрата в обогащенном кислородом воздухе, в результате чего образуются оксиды цинка и серы. На третьей стадии полученный после обжига продукт прокаливают при 950 °С с коксом и получают черновой цинк, содержащий 98,7 % основного вещества.

а) *Приведите уравнения химических реакций, лежащих в основе промышленного процесса получения цинка.*

б) *Чему равна массовая доля цинковой обманки в концентрате, образующемся после обогащения руды?*

в) *Рассчитайте массу концентрата, необходимого для получения 1,00 т чернового цинка, если практический выход на стадии обжига равен 97 %, а на стадии восстановления — 95 %.*

г) *Поясните, как выделяют черновой цинк из реакционной смеси на последней стадии процесса.*

808. К водному раствору массой 164 г с массовой долей карбоната калия 6,60 % медленно по каплям добавили 68,0 мл 2,31% -ного раствора хлороводорода, имеющего плотность 1023 г/дм³. При этом выделился газ объемом (н. у.) 280 мл.

а) *Приведите уравнения химических реакций, которые могли протекать в описанном эксперименте.*

б) *Рассчитайте массовые доли веществ в образовавшемся растворе.*

809. Состав оконного стекла можно выразить формулой $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$. Сырьём для получения стекла служат известняк, безводная сода и кварцевый песок. Указанные компоненты смешивают в определённой пропорции и нагревают до высокой температуры. Этот процесс называется варкой стекла, при этом, кроме стекла, образуется углекислый газ.

а) *Приведите формулы веществ, которые являются основными в составе исходных компонентов для производства оконного стекла.*

б) *Запишите уравнение реакции, протекающей при варке стекла.*

в) *Рассчитайте массу известняка и кварцевого песка, содержащих соответственно 6,44 % и 2,38 % посторонних примесей по массе, которые необходимо смешать с 400 кг безводной соды, не содержащей посторонних примесей, для приготовления исходной смеси для варки стекла.*

г) *Чему равна масса стекла, которое получится в результате нагревания приготовленной смеси?*

810. В лаборатории имеются следующие вещества: сульфит калия, нитрат бария, сульфат алюминия, соляная кислота, оксид железа(II, III), карбонат калия и гидроксид бария.

а) *Приведите формулы указанных веществ.*

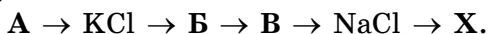
б) *Приведите уравнения всех возможных при комнатных условиях химических реакций, в которых реагентами являются два из перечисленных веществ. (Реагенты доступны либо в виде твёрдых веществ, либо в виде водных растворов.)*

811. Соляную кислоту в промышленных условиях получают путём растворения хлороводорода в воде. Максимальная массовая доля хлороводорода в водном растворе при 20 °С составляет 40,0 %, а плотность такого раствора равна 1198 кг/м³.

а) *Рассчитайте объём воды и объём хлороводорода, измеренный при 20 °С и 101,3 кПа, которые необходимы для приготовления 20,0 т соляной кислоты с максимальной при 20 °С массовой долей, если потери хлороводорода в процессе приготовления раствора составляют 2,50 %.*

б) *Какое число молекул воды приходится на 100 молекул хлороводорода в приготовленном растворе?*

812. Массовая доля калия в веществе **A** составляет 31,90 %. В результате следующих превращений из него можно получить вещество **X**, массовая доля натрия в котором равна 19,15 %.



Вещества **B** и **V** при н. у. представляют собой газы, получаемые в промышленных масштабах, причём **B** — простое вещество, а **V** — сложное.

а) Установите формулу вещества **A** и приведите его тривиальное название.

б) Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно получить вещество **X** из **A**, и укажите условия проведения каждого из процессов.

в) Как, имея в своём распоряжении **NaCl** и **X**, можно получить вещество **V**? Приведите уравнение соответствующей реакции и укажите условия её проведения.

813. Для проведения эксперимента понадобилось приготовить 400 г водного раствора с массовой долей карбоната натрия, равной 12,5 %. В лаборатории имеется только декагидрат карбоната натрия $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Лаборант отвесил навеску $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ массой 50,0 г и растворил её в 350 см³ воды.

а) Раствор с какой массовой долей карбоната натрия приготовил лаборант?

б) Рассчитайте массу навески, которую должен был отвесить лаборант.

в) Какой объём соляной кислоты с плотностью 1,014 г/см³ и массовой долей хлороводорода, равной 5,0 %, необходимо добавить к приготовленному лаборантом раствору, чтобы получился раствор с массовой долей карбоната натрия, равной 2,0 %?

814. Фосфор образует большое число кислородсодержащих кислот. Массовая доля фосфора в одной из них составляет 30,66 %.

а) Установите формулу этой кислоты.

б) Приведите формулы веществ, которые образуются при реакции этой кислоты с водным раствором гидроксида калия. Свой ответ подтвердите необходимыми уравнениями химических реакций.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Международная система величин и их единиц измерения

Физическая величина	Обозначение величины	Единица измерения	
		Наименование	Русское обозначение
Масса	m	килограмм	кг
Длина	l	метр	м
Время	t	секунда	с
Сила электрического тока	I	ампер	А
Температура (термодинамическая)	T	кельвин	К
Количество вещества	n	моль	моль
Сила света	I_v	кандела	кд

Таблица 2

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Символ	Величина
Постоянная Авогадро	N_A	$6,0221367 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Константа 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 3

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское
10^{18}	экса	E	Э
10^{15}	пета	P	П
10^{12}	тера	T	Т
10^9	гига	G	Г
10^6	мега	M	М
10^3	кило	k	к
10^2	гекто	h	г
10^1	дека	da	да
10^{-1}	деци	d	д
10^{-2}	санти	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 4

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
Иодоводородная	HI	Иодиды

Таблица 5

**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
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Декагидрат тетрабората натрия	Бура
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	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
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Гидроксид кальция	Гашёная известь
SO_2	Оксид серы(IV)	Сернистый газ
CO	Оксид углерода(II)	Угарный газ
SiO_2	Оксид кремния(IV)	Кварц, силикагель
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Пентагидрат сульфата меди(II)	Медный купорос

Окончание таблицы

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Гептагидрат сульфата железа(II)	Железный купорос
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	Полугидрат сульфата кальция	Алебастр
Водный раствор I_2	—	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
Водный раствор HF	Фтороводородная кислота	Плавииковая кислота
Водный раствор HCl	Хлороводородная кислота	Соляная кислота
Водный раствор H_2S	Сероводородная кислота	Сероводородная вода
Водный раствор Br_2	—	Бромная вода
Водный раствор Cl_2	—	Хлорная вода
MgO	Оксид магния	Магнезия жжёная
Водный раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$	—	Баритовая вода
Водный раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$	—	Известковая вода

ОТВЕТЫ

10. а) $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$; б) $1 \text{ u} = 9,96 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$;
в) $1 \text{ u} = 1,99 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$; г) $1 \text{ u} = 1,90 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

11. а) $m(\text{Mg}) = 1,20 \cdot 10^{-22} \text{ г}$; б) $m(\text{Na}) = 11,5 \text{ г}$; в) $m(\text{H} + \text{He}) = 4,32 \cdot 10^{-23} \text{ г}$; г) $m(\text{Fe} + \text{Al}) = 6,95 \text{ г}$.

12. а) $N(\text{Na}) = 3,35 \cdot 10^{23}$; б) $N(\text{He}) = 2,35 \cdot 10^{26}$;
в) $N(\text{Ca}) = 1,02 \cdot 10^{22}$; г) $N(\text{Ag}) = 5,91 \cdot 10^{28}$.

13. а) $A_r(\text{P}) = 6,46$; б) $A_r(\text{Na}) = 4,79$; в) $A_r(\text{Ag}) = 22,5$;
г) $A_r(\text{Hg}) = 62,8$.

14. а) 50 т Cu; б) 300 мг He; в) 20 кг C; г) 3,80 кг P.

21. а) $M_r(\text{S}_8) = 256$; б) $M_r(\text{AgNO}_3) = 170$; в) $M_r(\text{KNO}_3) = 101$;
г) $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$; д) $M_r(\text{SO}_2) = 64$; е) $M_r(\text{Cl}_2) = 71$;
ж) $M_r(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246$; з) $M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286$.

22. $N(\text{Fe}) = 2,50 \cdot 10^{23}$.

23. $N(\text{O}) = 1,33 \cdot 10^{29}$.

24. а) $m(\text{CuSO}_4) = 1,33 \cdot 10^{-19} \text{ г}$; б) $1,00 \cdot 10^{-19} \text{ г}$; в) 0,0292 г;
г) 2,84 г.

25. $N(\text{Na} + \text{C} + \text{O} + \text{H}) = 1,14 \cdot 10^{27}$.

26. $N(\text{H}) = 2,90 \cdot 10^{22}$.

27. $N(\text{O}) = 9,60 \cdot 10^{19}$.

28. $N(\text{N}_2) = 305$.

29. $N(\text{O}_2) = 7,525 \cdot 10^{23}$.

30. а) $w(\text{H}) = 2,04 \%$; б) $w(\text{H}) = 17,6 \%$; в) $w(\text{H}) = 11,1 \%$;
г) $w(\text{H}) = 2,50 \%$.

31. $\frac{N(\text{O})}{N(\text{H})} = 2,26$;

32. Cl_2O_7 .

33. $M_r = 66$.

34. $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

35. $N(\text{P}) = 3$.

36. $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 40,9 \%$.

38. $\frac{N(\text{H})}{N(\text{Al})} = 3$.

39. $\frac{N(\text{Ca} + \text{C} + \text{O})}{N(\text{O})} = 1,667$.

$$40. \frac{m_2(\text{O}_2)}{m_1(\text{O}_2)} = 2.$$

$$41. \frac{n(\text{N})}{n(\text{O})} = 1.$$

42. а) $N(\text{K}) = 1,38 \cdot 10^{24}$; б) $N(\text{K}) = 2,05 \cdot 10^{22}$;
в) $N(\text{K}) = 2,59 \cdot 10^{26}$; г) $N(\text{K}) = 3,91 \cdot 10^{30}$; д) $N(\text{K}) = 3,49 \cdot 10^{13}$;
е) $N(\text{K}) = 3,61 \cdot 10^{32}$.

$$43. n(\text{H}_2\text{O}) = 7,21 \text{ моль.}$$

$$44. n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,35 \text{ моль.}$$

$$45. N(\text{H} + \text{S} + \text{O}) = 1,26 \cdot 10^{25}.$$

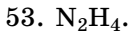
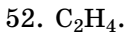
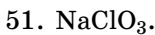
$$46. n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,314 \text{ моль.}$$

$$47. \text{В образце кислорода в } 2,133 \text{ раза.}$$

$$48. n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,050 \text{ моль; } n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,222 \text{ моль;}$$
$$N(\text{NO}) = 3,79 \cdot 10^{23}; N(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 1,34 \cdot 10^{23};$$
$$N_{\text{NO}}(\text{O}) = 3,79 \cdot 10^{23}; N_{\text{Al}_2\text{O}_3}(\text{O}) = 9,03 \cdot 10^{22}.$$

$$49. N(\text{Cu}) = 6,44 \cdot 10^{24}.$$

$$50. N(\text{O}) = 2,07 \cdot 10^{25}.$$



$$54. N(\text{Cu}) = 1,78 \cdot 10^{22}.$$

$$56. n(\text{CaS}) = 0,306 \text{ моль; } n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,420 \text{ моль;}$$
$$M(\text{CaS}) = 72 \text{ г/моль; } M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ г/моль; } M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) =$$
$$= 286 \text{ г/моль; } M(\text{X}) = 18 \text{ г/моль; } m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 576 \text{ г.}$$

$$58. V(\text{NO}_2) = 58,2 \text{ дм}^3; m(\text{NO}_2) = 120 \text{ г; } n(\text{CH}_4) = 1,50 \text{ моль;}$$
$$V(\text{CH}_4) = 33,6 \text{ дм}^3; n(\text{SO}_2) = 0,50 \text{ моль; } m(\text{SO}_2) = 32,0 \text{ г.}$$

$$59. \text{а) } n(\text{Fe}) = 44,6 \text{ моль; б) } n(\text{O}_3) = 2,92 \text{ ммоль; в) } n(\text{CaCO}_3) =$$
$$= 0,248 \text{ моль; г) } n(\text{C}) = 0,267 \text{ моль; д) } n(\text{CH}_4) = 3,125 \text{ ммоль.}$$

$$60. n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,966 \text{ моль; } N(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 5,81 \cdot 10^{23}.$$

$$61. N(\text{CO}_2) = 2,69 \cdot 10^{24}; N(\text{C} + \text{O}) = 8,06 \cdot 10^{24}.$$

$$62. V(\text{O}_2 + \text{N}_2) = 324 \text{ дм}^3.$$

$$63. n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 50,0 \text{ ммоль.}$$

$$64. N(\text{O}) = 8,65 \cdot 10^{26}; n(\text{O}) = 1438 \text{ моль.}$$

$$65. n(\text{Fe}) = 2,67 \text{ моль; } n(\text{P}) = 1,79 \text{ моль; } n(\text{O}) = 7,14 \text{ моль.}$$

$$66. m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,06 \text{ г; } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10,0 \text{ ммоль.}$$

67. $n(\text{C} + \text{H} + \text{O}) = 3,33$ моль.
68. $n(\text{O}) = 0,40$ моль.
69. SO_2 .
70. $M(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 38,4$ г/моль.
71. $w(\text{O}) = 26,7$ %.
72. а) $m(\text{NH}_3) = 10,2$ г; б) $m(\text{H}_2) = 1830$ г; в) $m(\text{He}) = 6,18$ мг;
- г) $m(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 16,3$ г.
73. $n(\text{O}) = 4,00$ ммоль.
74. $V(\text{H}_2 + \text{O}_2) = 50,4$ дм³.
76. $V(\text{NH}_3) = 20,3$ дм³.
97. $N(\text{CaCO}_3) = 3,01 \cdot 10^{22}$; $n(\text{CaCO}_3) = 50,0$ ммоль.
98. $n(\text{H}_2\text{S}) = 3,7$ моль; $n(\text{NaCl}) = 7,4$ моль.
99. $n(\text{O}_2) = 1,0$ моль.
100. $n(\text{HCl}) = 130$ ммоль; $n(\text{CaO}) = 65$ ммоль.
101. $n(\text{HCl}) = 0,900$ моль.
102. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 31,8$ г.
103. $n(\text{O}_2) = 92,6$ ммоль.
104. $m(\text{HCl}) = 109,5$ г.
105. $m(\text{MgCl}_2) = 23,75$ г; $V(\text{H}_2) = 5,60$ дм³.
106. $m(\text{LiOH}) = 48$ г; $V(\text{H}_2) = 22,4$ дм³.
107. $m(\text{H}_2) = 3,00$ кг.
108. $n(\text{O}_2) = 0,50$ моль.
109. $N(\text{H}_2\text{O}) = 6,02 \cdot 10^{23}$.
110. $m(\text{HCl}) = 146$ г.
111. $V(\text{H}_2) = 0,672$ дм³; $m(\text{O}_2) = 0,48$ г.
112. $m(\text{CaO}) = 12$ г.
113. $m(\text{Zn}) = 13,0$ т.
124. а) $w(\text{O}) = 30,0$ %; б) $w(\text{O}) = 61,2$ %; в) $w(\text{O}) = 40,0$ %;
- г) $w(\text{O}) = 25,8$ %.
125. В Fe_2O_3 .
126. Co_3O_4 .
127. $m(\text{S}) = 538$ г.
128. $m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 37,4$ г.
129. $V(\text{CO}_2) = 10,8$ дм³.
130. $m(\text{Al}) = 67,8$ г; $V(\text{O}_2) = 42,2$ дм³.
153. $m(\text{NaOH}) = 22,4$ г.
154. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,70$ моль.

155. $V(\text{H}_2\text{S}) = 0,647 \text{ дм}^3$; $V(\text{O}_2) = 0,970 \text{ дм}^3$.
156. $m(\text{CaO}) = 27,1 \text{ т}$.
165. $V(\text{O}_2) = 0,350 \text{ дм}^3$.
166. $m(\text{ZnO}) = 2,78 \text{ кг}$.
167. $m(\text{Fe}) = 395 \text{ т}$.
168. $m(\text{CO}_2) = 528 \text{ г}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 216 \text{ г}$; $V(\text{O}_2) = 268,8 \text{ дм}^3$.
169. $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 26,8 \text{ кг}$.
170. Из углерода.
171. $m(\text{TiO}_2) = 6,32 \text{ т}$.
182. $w(\text{H}) = 3,06 \%$; $w(\text{P}) = 31,63 \%$; $w(\text{O}) = 65,31 \%$.
183. $n(\text{HNO}_3) = 0,200 \text{ моль}$.
184. $N(\text{H}) = 1,38 \cdot 10^{26}$.
185. $w(\text{H}_3\text{PO}_4) = 50,0 \%$.
186. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 34,1 \%$.
187. H_2SO_3 .
188. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$.
199. $V(\text{H}_2) = 6,72 \text{ дм}^3$.
200. $V(\text{H}_2) = 8,96 \text{ дм}^3$.
201. $w(\text{Ag}) = 97,4 \%$.
202. $\frac{m(\text{Cu})}{m(\text{Zn})} = 1,538$.
203. Стакан с цинком; на $\Delta m = 11,9 \text{ мг}$.
210. $m(\text{HNO}_3) = 8,37 \cdot 10^{-22} \text{ г}$.
211. $N(\text{HCl}) = 1,83 \cdot 10^{21}$.
212. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5,27 \text{ т}$.
213. $N(\text{O}) = 1,57 \cdot 10^{28}$; $w(\text{O}) = 88,3 \%$.
214. $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 88,7 \text{ ммоль}$.
215. $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 855 \text{ г}$.
216. $m(\text{N}_2) = 15,0 \text{ г}$.
217. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 44,6 \text{ т}$.
218. $m(\text{Pb}) = 153 \text{ мг}$.
227. $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 28,1 \text{ г}$.
228. $N(\text{O}) = 4,28 \cdot 10^{22}$.
229. $w(\text{Ti}) = 41,38 \%$; $w(\text{O}) = 55,17 \%$; $w(\text{H}) = 3,45 \%$.
230. $\text{Mn}(\text{OH})_2$.
244. $w(\text{CaO}) = 67,1 \%$.

245. $m(\text{HCl}) = 908 \text{ г.}$
246. В красный (кислота в избытке).
254. $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 22,2 \text{ ммоль.}$
255. $m(\text{NaOH}) = 400 \text{ мг.}$
256. Разложилось 24,9 % исходного $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
257. $m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 146 \text{ кг.}$
269. $w(\text{O}) = 59,5 \text{ \% .}$
270. $w(\text{H}) = 4,00 \text{ \% .}$
271. $m(\text{NiSO}_4) = 2,57 \cdot 10^{-22} \text{ г.}$
272. $N(\text{Na} + \text{C} + \text{H} + \text{O}) = 3,03 \cdot 10^{28}$.
273. $N(\text{Fe}) = 6,93 \cdot 10^{20}$.
275. $x = 10$.
276. K_2ZnO_2 .
277. KClO_3 .
289. $V(\text{CO}_2) = 24,8 \text{ дм}^3$.
290. $m(\text{AgCl}) = 14,9 \text{ г.}$
291. $m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 15,5 \text{ г.}$
292. $w(\text{Cu}) = 60,0 \text{ \% .}$
293. $w(\text{NaCl}) = 32,5 \text{ \% .}$
308. $m(\text{CaCO}_3) = 411 \text{ г.}$
309. $m(\text{MgCO}_3) = 1,31 \text{ г.}$
310. $m(\text{Cu}) = 6,40 \text{ г.}$
311. $m(\text{CuO}) = 1,875 \text{ г.}$
312. $w(\text{CaCO}_3) = 85,5 \text{ \% .}$
313. $m(\text{Fe}) = 906 \text{ г.}$
323. $m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 351 \text{ кг.}$
324. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 17,8 \text{ г.}$
325. $n(\text{Ca}) = 1,20 \text{ моль; } n(\text{H}_2\text{O}) = 2,40 \text{ моль; } n(\text{CO}_2) = 1,20 \text{ моль.}$
326. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 16,3 \text{ г; } V(\text{H}_2) = 1,05 \text{ дм}^3$.
327. $w(\text{CO}) = 38,9 \text{ \% .}$
330. $m(\text{CaO}) = 2,69 \text{ г.}$
331. $w(\text{CO}_2) = 15,7 \text{ \% .}$
332. а) $m(\text{Si} + \text{O}_2) = 23 \text{ г; б) } m(\text{Al} + \text{S}) = 120 \text{ кг; в) } m(\text{Fe} + \text{Cl}_2) =$
 $= 560 \text{ мг.}$
333. $m(\text{Cu}) = 12,8 \text{ г.}$
334. $m(\text{Cr}) = 104 \text{ т.}$
335. $V(\text{Cl}_2) = 889 \text{ дм}^3$.

336. $m(\text{Ca}) = 2,69 \text{ г.}$
337. $m(\text{Cu}) = 51,2 \text{ г.}$
338. $w(\text{O}) = 57,1 \text{ \%}; w(\text{H}_2\text{O}) = 7,14 \text{ \%}.$
349. $V(\text{F}_2) = 11,2 \text{ дм}^3.$
350. $N(\text{Cl}_2) = 3,68 \cdot 10^{26}.$
351. $V(\text{O}_2) = 33,6 \text{ м}^3.$
352. Al.
353. $\text{Fe}_2\text{O}_3.$
354. Bi.
355. $w(\text{Fe}) = 0,335 \text{ \%}; m(\text{Fe}) = 335 \text{ мг.}$
356. $d = 4,69 \text{ мкм}; N(\text{Au}) = 1,02 \cdot 10^{17}.$
362. $w(\text{Zn}) = 47,8 \text{ \% в } \text{ZnCl}_2; w(\text{Zn}) = 46,4 \text{ \% в } \text{Na}_2\text{ZnO}_2.$
363. $m(\text{AlCl}_3) = 93,45 \text{ г.}$
364. $m(\text{ZnO}) = 4,04 \cdot 10^{-22} \text{ г.}$
365. $w(\text{Al}) = 34,6 \text{ \%}.$
366. $N(\text{Zn} + \text{O} + \text{H}) = 1,03 \cdot 10^{23}.$
367. $m(\text{CaCl}_2) = 55,5 \text{ г.}$
368. $\text{CaZnO}_2.$
369. $\text{KAlO}_2.$
370. $N(\text{H}_2\text{O}) = 282 \cdot 10^6.$
383. Li.
384. $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 6,56 \text{ г.}$
385. Na.
386. $n(\text{Rb}) = 29,4 \text{ нмоль.}$
395. $\text{SO}_3, w(\text{S}) = 40,0 \text{ \%}; \text{H}_2\text{S}, w(\text{S}) = 94,1 \text{ \%}.$
396. $V(\text{CH}_4) = 32,2 \text{ м}^3.$
397. $V(\text{H}_2) = 534 \text{ см}^3.$
399. N, P, As, Sb, Bi.
400. $V(\text{CO}_2) = 4,48 \text{ дм}^3; V(\text{CH}_4) = 2,24 \text{ дм}^3.$
401. $\text{XeF}_6.$
410. $\frac{m(\text{O})}{m(\text{N})} = 2,857.$
411. $m(\text{CaCO}_3) = 20,0 \text{ г.}$
412. $w(\text{O}) = 56,3 \text{ \%}.$
413. NO.
414. Два решения: $\text{Sc}(\text{OH})_3, w(\text{O}) = 50,0 \text{ \%}; \text{H}_3\text{AsO}_4, w(\text{O}) = 45,1 \text{ \%}.$

423. а) $m(\text{He}) = 6,64 \cdot 10^{-21}$ г; б) $m(\text{N}) = 4,65 \cdot 10^{-22}$ г;
 в) $m(\text{O} + \text{H}) = 3,32 \cdot 10^{-22}$ г; г) $m(\text{Mg} + \text{Fe}) = 3,03 \cdot 10^{-21}$ г.
424. $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 4,65 \cdot 10^{-23}$ г.
425. $N(e) = 43767$.
426. Натрий.
427. $N(\text{He}) = 2,04 \cdot 10^{10}$.
428. $N(\text{Sn}) = 484$.
429. $V(\text{Ag}) = 1,905$ м³; $N(\text{Ag}) = 1,11 \cdot 10^{29}$; $m(e) = 4772$ г.
437. а) $r(\text{He}) = 6,238$ м; б) $m(\text{SiO}_2) = 8,35 \cdot 10^{17}$ г;
 в) $n(\text{SiO}_2) = 9,93 \cdot 10^{25}$ моль.
438. $A_r(^{16}\text{O} + ^{17}\text{O} + ^{18}\text{O}) = 16,8$.
439. $N(^6\text{Li}) = 3$.
444. Останется 12,5 % от исходного числа ядер ^{137}Cs .
449. $\chi(^{63}\text{Cu}) = 72,7$ %.
450. $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$; $w(\text{Sr}) = 58,1$ %.
451. $A_r(^{10}\text{B} + ^{11}\text{B}) = 10,79$.
455. $V(\text{KF}) = 1,17$ см³; $N(e) = 8,43 \cdot 10^{23}$.
456. $N(e) = 1,74 \cdot 10^{24}$.
457. $V(\text{воздуха}) = 2,098$ дм³.
458. N_4O_6 или $\text{N}(\text{NO}_2)_3$.
487. Углерод; CO_2 .
488. SiO_2 .
496. $N(\text{O}) = 8,92 \cdot 10^{25}$.
497. $m(\text{NH}_3 + \text{CO}) = 132$ г.
498. NaOH .
499. MnO_2 .
500. CaO .
501. Al .
502. Li_2O .
503. Al_2O_3 .
515. $w(\text{O}_3) = 60,0$ %.
516. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 53,4$ г.
517. $w(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 87,8$ %.
518. $V(\text{NH}_3 + \text{O}_2) = 78,5$ дм³.
519. $N(\text{H}_2\text{O}) = 417 \cdot 10^6$.
535. $N(\text{H}) = 4,19 \cdot 10^{23}$.

536. $\rho(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 1,503 \text{ г/дм}^3$.
537. Озона.
538. H_2CO_3 или $\text{CO}(\text{OH})_2$.
564. $V(\text{O}_2) = 3,60 \text{ м}^3$.
565. $V(\text{воздуха}) = 26,7 \text{ м}^3$.
576. $n(\text{K}^+ + \text{O}^{2-}) = 10,2 \text{ ммоль}$.
577. $N(\text{Ca}^{2+} + \text{Cl}^-) = 1,04 \cdot 10^{26}$.
578. $n(\text{Br}^-) = 0,133 \text{ моль}$.
579. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ г}$.
591. $V(\text{Au}) = 1,693 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$.
592. $N(e) = 6,81 \cdot 10^{21}$.
605. $m(\text{MgBr}_2) = 6,13 \text{ мг}$.
606. $m(\text{CaF}_2) = 8,24 \text{ г}$.
623. AgNO_3 .
642. Азот.
643. $V(\text{CO}_2) = 2,24 \text{ м}^3$.
644. NH_3 и HCN .
645. $m(\text{CH}_4) = 12 \text{ г}$.
653. $m(\text{S}) = 69,0 \text{ мг}$.
654. $V(\text{CO}_2) = 786 \text{ дм}^3$.
655. $m(\text{NaOH}) = 15,5 \text{ кг}$.
656. $m(\text{Zn}) = 70,4 \text{ кг}$.
657. $m(\text{Mn}) = 4,47 \text{ кг}$.
671. $V(\text{He} + \text{H}_2) = 35,4 \text{ дм}^3$.
672. $V(\text{Al}) = 37,3 \text{ дм}^3$.
673. $m(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 216 \text{ г}$.
674. $V(\text{O}_2 + \text{NH}_3) = 15,3 \text{ дм}^3$.
675. $M(\text{H}_2 + \text{O}_2) = 11 \text{ г/моль}$.
676. $m(\text{NH}_3) = 1,12 \text{ т}$.
687. $m(\text{H}_2\text{O} + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 149,5 \text{ г}$.
688. $m(\text{KOH}) = 11,2 \text{ г}$.
689. $N(\text{O}_2) = 5,38 \cdot 10^{22}$.
690. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10,0 \text{ ммоль}$.
691. $m(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 42,7 \text{ г}$.
692. $N(\text{H}_2\text{O}) = 16 \text{ 000}$.
693. $m(\text{NaOH}) = 6,26 \text{ г}$; $V(\text{H}_2) = 1,75 \text{ дм}^3$.

694. $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 8,14 \text{ г.}$
695. $n(\text{NaOH}) = 1,20 \text{ моль.}$
696. $w(\text{H}_2\text{O}) = 55,9 \text{ \% .}$
697. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 14,3 \text{ г.}$
698. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 38,2 \text{ г.}$
699. $m(\text{Fe}) = 201 \text{ мг.}$
710. $m(\text{K}_3\text{PO}_4) = 12,3 \text{ г.}$
712. $V(\text{HCl}) = 69,3 \text{ дм}^3.$
713. $m(\text{NaNO}_3) = 37,4 \text{ г.}$
714. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}.$
715. $m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 258 \text{ г.}$
716. $m(\text{KCl}) = 19,7 \text{ г.}$
726. $s = 13,6 \text{ г.}$
727. $N(\text{H}_2\text{O}) = 61.$
730. $N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 68.$
731. $m(\text{KOH}) = 18,0 \text{ г.}$
732. $n(\text{H}_2\text{O}) = 7,97 \text{ моль; } n(\text{NaCl}) = 0,54 \text{ моль.}$
733. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 12,7 \text{ \% .}$
734. $w(\text{соли}) = 28,6 \text{ \% .}$
735. $m(\text{H}_2\text{O}) = 90,0 \text{ г.}$
736. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14,3 \text{ \% .}$
737. $m(\text{NaOH}) = 990 \text{ г.}$
738. $m(\text{Na}_2\text{O}) = 121 \text{ мг.}$
739. $w(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,35 \text{ \% .}$
740. $w(\text{FeSO}_4) = 8,00 \text{ \% .}$
741. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 28,1 \text{ г; } m(\text{H}_2\text{O}) = 151,9 \text{ г.}$
742. $m(\text{Li}) = 189 \text{ мг.}$
743. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 51,7 \text{ \% ; } w(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 48,3 \text{ \% .}$
744. $w(\text{KOH}) = 22,1 \text{ \% ; } \rho(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 1,206 \text{ г/см}^3.$
745. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 170 \text{ г; } V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 730 \text{ см}^3.$
746. $w(\text{AgNO}_3) = 19,5 \text{ \% .}$
747. В 2 раза.
748. $n(\text{CaCl}_2) = 21,3 \text{ ммоль.}$
749. $w(\text{KOH}) = 4,09 \text{ \% .}$
750. В 2,35 раза.
751. $m(\text{LiOH} + \text{H}_2\text{O}) = 49,2 \text{ г.}$
752. $w(\text{NaOH}) = 2,71 \text{ \% .}$

753. Избыток кислоты, окраска красная.
754. $m(\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}) = 90,2 \text{ г}$.
755. $N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,68 \cdot 10^{18}$.
756. $n(\text{NaCl}) = 0,20 \text{ моль}$.
757. $m(\text{AgNO}_3) = 17 \text{ г}$.
758. $c(\text{MgSO}_4) = 0,0167 \text{ моль/дм}^3$.
759. Уменьшилась приблизительно в 3 раза.
760. $c(\text{H}_2\text{SO}_3) = 31,7 \text{ ммоль/дм}^3$.
761. $c(\text{HCl}) = 4,41 \text{ моль/дм}^3$.
762. $V(\text{CO}_2) = 5,26 \text{ см}^3$.
763. $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,10 \text{ моль/дм}^3$.
764. $c(\text{CuSO}_4) = 41,7 \text{ ммоль/дм}^3$.
771. $w(\text{соли}) = 9,29 \%$.
772. В 3 раза.
773. $w(\text{O}) = 71,5 \%$.
774. б) $w(\text{CaCl}_2) = 11,79 \%$.
775. а) А — S, Б — SO_2 , В — SO_3 , Г — H_2SO_4 ; в) $m(\text{S}) = 327 \text{ кг}$.
776. а) $V(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 128 \text{ см}^3$; б) $m(\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 186 \text{ г}$;
в) $m(\text{KNO}_3) = 58,2 \text{ г}$.
777. а) $w(\text{O}_2) = 43,2 \%$; б) $V(\text{воздуха}) = 1076 \text{ дм}^3$.
778. а) А — K_2MnO_4 ; в) $V(\text{O}_2) = 1,47 \text{ дм}^3$; г) хлор Cl_2 .
779. а) $M_r(\text{воздуха}) = 29,0$; б) $w(\text{O}_2) = 23,2 \%$; в) в 1,18 раза.
780. б) $m(\text{CuO}) = 159 \text{ мг}$; в) $N(\text{Cu}) = 6$; г) из-за окисления будет неопределённый состав.
781. б) $V(\text{H}_2) = 896 \text{ см}^3$; в) $w(\text{Zn}) = 89,0 \%$.
782. б) $V(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = 676 \text{ см}^3$.
783. а) $V(\text{H}_2) = 42 \text{ см}^3$; $V(\text{O}_2) = 21 \text{ см}^3$; б) $p(\text{H}_2 + \text{O}_2) = 74,5 \text{ кПа}$;
в) $\varphi(\text{H}_2) = 50,0 \%$ или $\varphi(\text{H}_2) = 21,0 \%$.
784. а) $m(\text{CO}_2) = 1,28 \text{ г}$; $m(\text{SO}_2) = 3,85 \text{ г}$; б) $V(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 321 \text{ см}^3$; в) $w(\text{KHSO}_3) = 2,13 \%$; $w(\text{KHCO}_3) = 0,86 \%$.
786. а) $w(\text{N}) = 45,17 \%$; б) $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$.
787. а) $M(\text{воздуха}) = 28,96 \text{ г/моль}$; б) $N(\text{воздуха}) = 2,69 \cdot 10^{25}$;
в) $m_{\text{сухой}}(\text{воздух}) = 1,29 \text{ г}$; $m_{\text{влажный}}(\text{воздух}) = 1,27 \text{ г}$.
788. а) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$; б) $M(\text{SO}_2) = 64 \text{ г/моль}$.
789. а) А — $\text{CuO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ или $\text{Cu}(\text{FeO}_2)_2$; б) $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ или Fe_3O_4 ; в) Б — $\text{FeO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ или $\text{Fe}_{13}\text{O}_{19}$.

790. а) $w(\text{H}_2) = 1,99 \%$; $w(\text{Cl}_2) = 98,01 \%$; б) $w(\text{NaCl}) = 3,83 \%$; $w(\text{NaClO}_3) = 0,35 \%$; $w(\text{NaOH}) = 3,24 \%$.

791. б) $V(\text{NH}_3 + \text{CH}_4) = 13,44 \text{ дм}^3$.

792. а) А — N_2O , Б — NH_4NO_3 ; б) оксид азота(I), нитрат аммония; г) MgO и Mg_3N_2 .

793. б) $V(\text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_4\text{H}_{10}) = 4,66 \text{ дм}^3$; в) $V(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 139 \text{ дм}^3$.

794. а) HIO_3 .

795. а) $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; б) $m(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 6,76 \text{ г}$;
в) $m(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 4,31 \text{ г}$.

797. а) А — BaO , Б — NO_2 ; б) $w(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2,86 \%$;
в) В — $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

798. а) $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ или $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$;
б) $m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 77,9 \text{ г}$.

799. б) $w(\text{CO}_2) = 27,34 \%$; в) $w(\text{CO}_2) = 27,34 \%$, $w(\text{O}_2) = 72,66 \%$.

800. б) $V(\text{NH}_3) = 389 \text{ дм}^3$, $V(\text{H}_2\text{O}) = 9,55 \text{ дм}^3$.

801. а) $V(\text{H}_2) = 1,65 \text{ дм}^3$; б) В — H_2O ; г) А — CaSO_4 .

802. а) $[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$.

803. а) $w(\text{NH}_3) = 7,45 \%$; б) $w(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,33 \cdot 10^{-2} \%$;
в) N_2H_4 — гидразин.

804. а) $w(\text{NaCl}) = 3,22 \%$; б) $m(\text{AgCl}) = 2,83 \text{ г}$.

805. а) 1169 объёмов NH_3 на 1 объём H_2O ; б) $V(\text{NH}_3) = 60,5 \text{ дм}^3$.

806. а) А — B_2H_6 , Б — B_2O_3 , В — BF_3 , Г — NaH .

807. б) $w(\text{ZnS}) = 74,5 \%$; в) $m(\text{концентрата}) = 2,14 \text{ т}$.

808. б) $w(\text{KCl}) = 1,41 \%$, $w(\text{KHCO}_3) = 0,82 \%$, $w(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2,78 \%$.

809. в) $m(\text{известняка}) = 403 \text{ кг}$, $m(\text{песка}) = 1391 \text{ кг}$;
г) $m(\text{стекла}) = 1803 \text{ кг}$.

811. а) $V(\text{H}_2\text{O}) = 12,0 \text{ м}^3$, $V(\text{HCl}) = 5400 \text{ м}^3$; б) $N(\text{H}_2\text{O}) = 304$.

812. а) KClO_3 .

813. а) $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 4,63 \%$; б) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 135 \text{ г}$;
в) $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 62,9 \text{ см}^3$ или $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 113 \text{ см}^3$.

814. а) ${}^2\text{H}_3\text{PO}_4$ или D_3PO_4 .

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Условные обозначения.....	4
Повторение основных вопросов курса химии VII класса.	
Количественные понятия в химии	5
§ 1. Атомы. Химические элементы. Относительная атомная масса	5
§ 2. Молекулы. Простые и сложные вещества. Химические формулы. Относительная молекулярная масса	8
§ 3. Химическое количество вещества.....	13
§ 4. Моль — единица химического количества вещества. Постоянная Авогадро	14
§ 5. Молярная масса. Молярный объём.....	16
§ 6. Вычисление химического количества вещества по его массе и массы вещества по его химическому количеству	18
§ 7. Вычисление химического количества газа по его объёму и объёма газа по его химическому количеству	21
§ 8. Химические реакции	22
§ 9. Количественные расчёты по уравнениям химических реакций.....	25
Глава I. Важнейшие классы неорганических соединений	32
§ 10. Оксиды. Состав и классификация оксидов ...	32
§ 11. Химические свойства оксидов.....	34
§ 12. Получение и применение оксидов	38
§ 13. Кислоты. Состав и классификация кислот ...	39
§ 14. Химические свойства кислот	42
§ 15. Получение и применение кислот.....	44
§ 16. Основания.....	47
§ 17. Химические свойства оснований	49
§ 18. Получение и применение оснований.....	51
§ 19. Соли. Состав и классификация солей	53

§ 20. Химические свойства солей	55
§ 21. Получение и применение солей.....	57
§ 22. Взаимосвязь между основными классами неорганических веществ.....	60
§ 23. Решение расчётных задач по теме «Основные классы неорганических соединений»	63
Глава II. Периодический закон и периодическая система химических элементов.....	65
§ 24. Систематизация химических элементов	65
§ 25. Понятие об амфотерности.....	67
§ 26. Естественные семейства элементов	69
§ 27. Периодический закон Д. И. Менделеева	72
§ 28. Периодическая система химических элементов.....	74
Глава III. Строение атома и периодичность изменения свойств атомов химических элементов и их соединений.....	76
§ 29. Строение атома. Атомный номер химического элемента	76
§ 30. Массовое число атома. Нуклиды	78
§ 31. Изотопы. Явление радиоактивности	81
§ 32. Состояние электронов в атоме. Электронное облако. Атомная орбиталь	83
§ 33. Строение электронных оболочек атомов.....	84
§ 34. Периодичность изменения свойств атомов химических элементов	86
§ 35. Характеристика химического элемента по его положению в периодической системе	88
Глава IV. Химическая связь	92
§ 36. Природа химической связи.....	92
§ 37. Ковалентная связь	94
§ 38. неполярная и полярная ковалентная связь. Электроотрицательность	96

§ 39. Ионная связь	100
§ 40. Металлическая связь. Межмолекулярное взаимодействие	102
§ 41. Кристаллическое состояние вещества	104
Глава V. Окислительно-восстановительные реакции ...	106
§ 42. Степень окисления.....	106
§ 43. Процессы окисления и восстановления	107
§ 44. Окислительно-восстановительные реакции...	110
§ 45. Окислительно-восстановительные реакции вокруг нас	112
Глава VI. Растворы	115
§ 46. Смеси веществ.....	115
§ 47. Растворение веществ в воде	118
§ 48. Характеристики растворимости веществ ...	121
§ 49. Качественные характеристики состава растворов	125
§ 50. Количественные характеристики состава растворов. Массовая доля растворённого вещества	127
§ 51. Молярная концентрация растворённых веществ	133
§ 52. Вода и растворы в жизни и деятельности человека	134
Готовимся к олимпиадам	135
Приложение.....	149
Ответы	154

(Название и номер учреждения образования)

Учебный год	Имя и фамилия учащегося	Состояние учебного пособия при получении	Отметка 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 8 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения

Редактор *Л. Б. Сопот*

Художник обложки *Е. Ю. Сорока*

Компьютерный набор *Н. С. Маслаковой*

Компьютерная вёрстка *Н. С. Маслаковой*

Корректоры *Н. А. Ваницкая, Л. Б. Сопот*

Подписано в печать 14.08.2019. Формат 60×90^{1/16}.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 10,5. Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 43 400 экз. Заказ

Республиканское унитарное предприятие

«Издательство “Адукацыя і выхаванне”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/19 от 14.11.2014. Ул. Будённого, 21, 220070, г. Минск.

Открытое акционерное общество

«Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/3 от 04.10.2013. Ул. Корженевского, 20, 220024, г. Минск.

Правообладатель Адукацыя і выхаванне