

В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин

Сборник задач по ХИМИИ

9
класс



В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебное пособие для **9** класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

Под редакцией В. Н. Хвалюка

*Допущено Министерством образования
Республики Беларусь*

Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2020

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, заведующий кафедрой *А. Л. Козлова-Козыревская*); учитель химии высшей квалификационной категории государственного учреждения образования «Ордена Трудового Красного Знамени гимназия № 50 г. Минска» *Г. В. Тукай*

ISBN 978-985-599-248-7

© Хвалюк В. Н., Резяпкин В. И.,
2020

© Оформление. РУП «Издательство
“Адукацыя і выхаванне”», 2020

Правообладатель Адукацыя і выхаванне

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый сборник задач по химии предназначен для учащихся 9 классов учреждений общего среднего образования, изучающих химию на базовом уровне. В нём содержатся задания на все основные типы расчётных задач, предусмотренные программой по химии.

Представленный в сборнике материал разбит по темам и параграфам в полном соответствии с учебным пособием «Химия» для 9 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 необходимо округлять до необходимой точности. В конце задачника приводятся некоторые справочные материалы и ответы на расчётные задачи.

Сборник будет полезен учащимся для повторения курса химии при подготовке к экзаменам, централизованному тестированию по химии, а также школьным предметным олимпиадам по этой дисциплине.

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

Авторы

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

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

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

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

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

$m(X + Y)$ — масса смеси веществ X и Y. Например, $m(\text{Al} + \text{Mg})$ — масса сплава алюминия с магнием, $m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O})$ — масса смеси серной кислоты и воды (раствора).

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

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

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

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

$M_r(X)$ — относительная молекулярная (вещество X имеет молекулярное строение) или относительная формульная (вещество X имеет немолекулярное строение) масса. Например, $M_r(\text{CO}_2)$ — относительная молекулярная масса углекислого газа, $M_r(\text{NaCl})$ — относительная формульная масса хлорида натрия, $M_r(\text{Mg})$ — относительная формульная масса магния.

$M_r(X + Y)$ — относительная молекулярная (вещества имеют молекулярное строение) или относительная формульная (вещества имеют немолекулярное строение) масса смеси

веществ X и Y. Например, $M_r(\text{O}_2 + \text{O}_3)$ — относительная молекулярная масса смеси кислорода и озона.

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

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

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

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

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

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

$\eta(X)$ — выход продукта X. Например, $\eta(\text{H}_2\text{SO}_4)$ — выход серной кислоты.

$V_m = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}$ — 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.

ГЛАВА I. ПОВТОРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ КУРСА ХИМИИ VIII КЛАССА

Пример 1. Образец меди содержит изотопы ^{64}Cu и ^{65}Cu , причём химическое количество последнего в два раза больше, чем первого. Рассчитайте молярную массу меди в этом образце.

Д а н о:

$$n(^{65}\text{Cu}) = 2 \cdot n(^{64}\text{Cu})$$

$$M(\text{Cu}) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

Молярная масса элемента не зависит от размеров порции, а зависит только от соотношения нуклидов в ней.

Поэтому при решении задачи мы можем взять произвольное химическое количество одного из изотопов.

Пусть в смеси содержится 1 моль нуклида ^{64}Cu .

$$n(^{64}\text{Cu}) = 1 \text{ моль.}$$

Тогда по условию:

$$n(^{65}\text{Cu}) = 2 \cdot n(^{64}\text{Cu}) = 2 \cdot 1 \text{ моль} = 2 \text{ моль};$$

$$M(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{n(\text{Cu})};$$

$$M(^{64}\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль};$$

$$M(^{65}\text{Cu}) = 65 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{Cu}) = m(^{64}\text{Cu}) + m(^{65}\text{Cu}) = n(^{64}\text{Cu}) \cdot M(^{64}\text{Cu}) + n(^{65}\text{Cu}) \times \\ \times M(^{65}\text{Cu}) = 1 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} + 2 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 194 \text{ г};$$

$$n(\text{Cu}) = n(^{64}\text{Cu}) + n(^{65}\text{Cu}) = 1 \text{ моль} + 2 \text{ моль} = 3 \text{ моль};$$

$$M(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{n(\text{Cu})} = \frac{194 \text{ г}}{3 \text{ моль}} = 64,67 \text{ г/моль.}$$

О т в е т: $M(\text{Cu}) = 64,67 \text{ г/моль.}$

Пример 2. К раствору, содержащему хлорид кальция массой 68,0 г, добавили избыток раствора карбоната калия. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

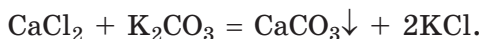
Д а н о:

$$m(\text{CaCl}_2) = 68,0 \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

Протекала реакция:



$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{68,0 \text{ г}}{111 \text{ г/моль}} = 0,613 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCl}_2) = 0,613 \text{ моль.}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль.}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0,613 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 61,3 \text{ г.}$$

О т в е т: $m(\text{CaCO}_3) = 61,3 \text{ г.}$

Пример 3. В воде массой 25,8 кг растворили аммиак объёмом (н. у.) 4,66 м³. Рассчитайте массовую долю NH₃ в полученном растворе.

Д а н о:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 25,8 \text{ кг}$$

$$V(\text{NH}_3) = 4,66 \text{ м}^3$$

$$w(\text{NH}_3) = ?$$

Р е ш е н и е

$$V(\text{NH}_3) = 4,66 \text{ м}^3 = 4,66 \cdot 10^3 \text{ дм}^3;$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \frac{4,66 \cdot 10^3 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 0,208 \cdot 10^3 \text{ моль};$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,208 \cdot 10^3 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 3,54 \cdot 10^3 \text{ г} = 3,54 \text{ кг};$$

$$w(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O})} =$$

$$= \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{3,54 \text{ кг}}{3,54 \text{ кг} + 25,8 \text{ кг}} = 0,121 = 12,1 \text{ \%}.$$

О т в е т: $w(\text{NH}_3) = 12,1 \text{ \%}.$

§ 1. Основные классы неорганических веществ

1. Из приведённого перечня выберите и запишите в тетрадь по отдельности формулы простых и сложных веществ: H₂, KOH, Na₂CO₃, CaO, H₂SO₃, MgO, Ne, H₂SO₄, SiO₂, S₈, CaO.

2. Из приведённого перечня выберите и запишите в тетрадь вещества, которые имеют молекулярное строение при н. у.: $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, CH_4 , Fe_2O_3 , CO_2 , KClO_3 , KOH , O_3 , AgF , CuSO_4 , H_2O_2 , K_2CO_3 , CCl_4 , P_2O_5 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

3. Из приведённого перечня формул веществ выберите те, состав которых при н. у. выражается формульной единицей: MgO , CO , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, H_2CO_3 , Cl_2 , K , Na_2O , AgNO_3 , ZnS , Xe , N_2O , P_4 , LiBr .

4. Составьте формулы и приведите названия бинарных соединений, в состав которых входят атомы с указанной валентностью:

- | | |
|-----------------|----------------|
| а) P(V) и O; | г) Na и S(II); |
| б) N(III) и H; | д) Al и S(II); |
| в) Cl(VII) и O; | е) N(IV) и O. |

5. Из приведённого перечня выберите и запишите в тетрадь по отдельности формулы оксидов, кислот, оснований и солей: H_2SO_4 , Na_2O , BaCl_2 , SO_2 , CO , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, KCl , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, H_2S , NO_2 , N_2O_5 , K_2SO_4 , P_2O_5 , N_2O , NaOH .

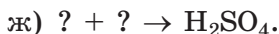
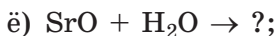
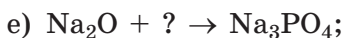
6. Какие из указанных оксидов являются кислотными, а какие — основными: SiO_2 , FeO , Cl_2O_7 , I_2O_5 , CuO , CaO , As_2O_5 , N_2O_5 ?

7. Для каждой пары исходных веществ предложите возможные продукты реакции, расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:

- | | |
|---|--|
| а) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$; | д) $\text{CaCO}_3 + \text{HF} \rightarrow$; |
| б) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$; | е) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; |
| в) $\text{CaO} + \text{HI} \rightarrow$; | ё) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HBr} \rightarrow$; |
| г) $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow$; | ж) $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$. |

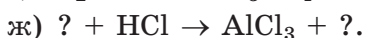
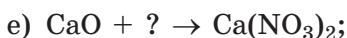
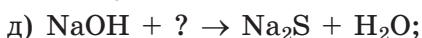
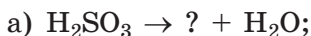
8. Вместо вопросительных знаков вставьте формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:

- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + ? \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + ?$;
- $? + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- $\text{CO}_2 + ? \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
- $? + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + ?$;
- $? + ? \rightarrow \text{HNO}_3$;



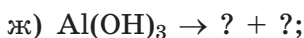
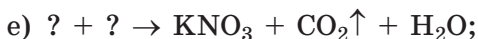
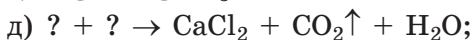
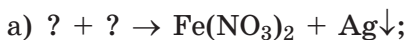
Для каждого уравнения назовите продукты по систематической номенклатуре.

9. Вместо вопросительных знаков вставьте формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:



Для каждого уравнения назовите продукты по систематической номенклатуре.

10. Вместо вопросительных знаков вставьте формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций:



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



- в) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4$;
 г) $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ba(NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{Ba(NO}_3)_2$;
 д) $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3$;
 е) $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3$.

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

- а) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;
 б) $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2$;
 в) $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{CaZnO}_2$;
 г) $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{MgSiO}_3$;
 д) $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{AlPO}_4$;
 е) $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3$.

13. Составьте и запишите в тетрадь формулы следующих веществ:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| а) фосфорная кислота; | д) нитрат бария; |
| б) гидроксид железа(III); | е) силикат кальция; |
| в) фосфат алюминия; | ё) сульфид меди(I); |
| г) карбонат лития; | ж) сульфат алюминия. |

14. Укажите, в каком случае неверно приведено название вещества с указанной формулой:

- а) Cu_2O — оксид меди(II);
 б) Ca(OH)_2 — гидроксид кальция;
 в) ZnCl_2 — хлорид цинка;
 г) $\text{Al(NO}_3)_3$ — нитрат алюминия(III);
 д) FeSO_4 — сульфат железа(III);
 е) Na_3PO_4 — фосфид натрия;
 ё) H_2S — серная кислота;
 ж) SiO_2 — оксид силициума(IV).

15. Рассчитайте массовую долю:

- а) кислорода в оксиде натрия;
 б) водорода в гидроксиде кальция;
 в) кислорода в фосфорной кислоте;
 г) серы в сульфате железа(III).

16. Какой объём (н. у.) займёт оксид углерода(IV) химическим количеством 2,40 моль? Какое число молекул содержится в такой порции углекислого газа?

17. В результате количественного анализа неизвестной кислоты было установлено, что массовые доли серы и кислорода в ней равны соответственно 37,26 % и 61,96 %. Установите молекулярную формулу этой кислоты.

18. В воде массой 150 г растворили хлороводород объемом (н. у.) 22,4 дм³. Рассчитайте массовую долю HCl в полученном растворе.

19. Относительная молекулярная масса оксида азота равна 108. В состав молекулы этого оксида входят 2 атома азота. Определите формулу этого оксида.

20. В формульной единице одного из оксидов марганца число атомов кислорода в два раза больше числа атомов марганца. Рассчитайте массовую долю кислорода в этом оксиде марганца.

21. При прокаливании смеси Cu(OH)₂ и Fe(OH)₃ массой 4,10 г образовалась смесь оксидов массой 3,20 г. Рассчитайте массовую долю гидроксида железа в исходной смеси.

22. При растворении в воде смеси массой 3,12 г, состоящей из оксида натрия и оксида калия, образовался раствор, способный поглотить углекислый газ объемом (н. у.) 0,896 дм³ с образованием соответствующих карбонатов. Рассчитайте массовую долю оксида калия в исходной смеси.

23. В состав бесцветной соли А входят натрий, сера, кислород и водород. Известно, что в составе соли А массовая доля натрия равна 14,27 %, серы — 9,95 %, кислорода — 69,52 %. Установите простейшую формулу А.

§ 2. Строение атома и периодический закон

24. Назовите химические элементы, обозначенные символом X: ${}_{47}^{108}\text{X}$, ${}_{36}^{84}\text{X}$, ${}_{21}^{45}\text{X}$, ${}_{38}^{88}\text{X}$, ${}_{19}^{39}\text{X}$.

25. Определите, какое число протонов, нейтронов и электронов содержится в одном атоме каждого нуклида:

а) ${}^{23}\text{Na}$, ${}^{41}\text{Ca}$;

г) ${}^{226}\text{Ra}$, ${}^{85}\text{Rb}$;

б) ${}^{14}\text{N}$, ${}^{32}\text{P}$;

д) ${}^{207}\text{Pb}$, ${}^{197}\text{Au}$;

в) ${}^{18}\text{O}$, ${}^{80}\text{Br}$;

е) ${}^{127}\text{Te}$, ${}^{75}\text{As}$.

26. Рассчитайте число электронов, протонов и нейтронов, содержащихся во всех атомах следующих молекул: O_2 , PH_3 , N_2O_5 , H_2CO_3 , H_3PO_4 .

27. Запишите в тетрадь символ химического элемента:

а) группы IA, у атомов которого наиболее сильно выражены металлические свойства;

б) третьего периода, у атомов которого наиболее сильно выражены неметаллические свойства;

в) группы IIA, у высшего оксида которого наиболее сильно выражены основные свойства;

г) второго периода, у высшего гидроксида которого наиболее сильно выражены кислотные свойства;

д) четвёртого периода, летучее водородное соединение которого имеет состав RH_3 ;

е) пятого периода, высший оксид которого имеет состав R_2O_7 .

28. Запишите химический символ элемента, атом которого имеет электронную схему:

а) $2e, 8e, 1e$;

в) $2e, 8e, 8e, 2e$.

б) $2e, 1e$;

29. Укажите верные утверждения:

а) на первом электронном слое любого атома максимально может находиться два электрона;

б) число валентных электронов в атоме равно номеру периода, в котором он расположен;

в) число валентных электронов не может быть больше шести;

г) у атомов всех благородных газов на внешнем электронном слое содержится восемь электронов;

д) номер группы, в которой расположен элемент, равен числу валентных электронов на его внешнем электронном слое;

е) самый маленький по размерам атом — атом водорода;

ё) наибольший размер среди атомов химических элементов третьего периода имеет атом аргона;

ж) кислотные свойства у SO_3 выражены сильнее, чем у P_2O_5 ;

з) основные свойства у $RbOH$ выражены сильнее, чем у $Sr(OH)_2$.

0,50 и 0,25. Рассчитайте относительную атомную массу кислорода в образце.

§ 3. Химическая связь

39. В каком случае верно указано соотношение между электроотрицательностью атомов соответствующих элементов:

- | | |
|----------------|----------------|
| а) $P > Si$; | е) $Na > Ca$; |
| б) $Br < Cl$; | ё) $C < Se$; |
| в) $N > O$; | ж) $B > Ga$; |
| г) $F > N$; | з) $S < Al$. |
| д) $Be < S$; | |

40. Изoeлектронными называются частицы, имеющие одинаковое число электронов. Например, атом неона Ne и ион натрия Na^+ содержат по 10 электронов и поэтому являются изoeлектронными частицами. Какие пары частиц являются изoeлектронными:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| а) CO и N_2 ; | е) Ca^{2+} и Cl^- ; |
| б) Cl^- и K^+ ; | ё) Br^- и Kr; |
| в) Mg^{2+} и Ar; | ж) H_2S и PH_3 ; |
| г) H_2O и Ne; | з) O^{2-} и F? |
| д) SO_2 и Cl_2O ; | |

41. Из приведённого перечня по отдельности выпишите в тетрадь формулы тех веществ, в которых имеется ковалентная связь: Fe, Na_2O , $CaCO_3$, CH_4 , LiOH, Al_2S_3 , KNO_3 , Fe_2O_3 , CO_2 , H_2SO_4 , Au, H_2 , P_2O_5 .

42. По отдельности выпишите в тетрадь формулы веществ, атомы которых связаны ковалентной полярной или ковалентной неполярной связью: O_3 , HBr, Cl_2 , NH_3 , N_2 , CF_4 , I_2O_5 , SO_3 .

43. Составьте электронные формулы молекул CO_2 , H_2O , NH_3 , SO_2 , HI, H_2S . Укажите знаки частичных относительных зарядов на атомах в каждой молекуле. Кратко поясните, к какому атому смещены общие электронные пары каждой связи.

44. Укажите, в каких из перечисленных веществ атомы химических элементов связаны ковалентной связью, а в каких — ионной: Na_2O , CaO , NO , NaCl , CaF_2 , NaOH , LiBr , CCl_4 , MgF_2 , NaF , CF_4 .

45. Для образования ковалентной неполярной связи атомы должны:

- а) быть расположены в одном периоде;
- б) быть расположены в одной группе;
- в) иметь одинаковый размер;
- г) иметь одинаковую электроотрицательность;
- д) быть металлом и неметаллом.

46. Для каждого вещества укажите типы химических связей, с помощью которых атомы в них связаны между собой: Fe , Na_2O , P_4 , KOH , SO_2 , H_3PO_4 , I_2 , NH_3 .

47. Хлороводород каким максимальным химическим количеством может прореагировать со смесью массой 2,20 кг, состоящей из оксида алюминия и оксида магния, в которой массовая доля оксида магния в 3 раза больше массовой доли оксида алюминия?

48. Сернистый газ SO_2 какого объёма (н. у.) следует добавить к метану CH_4 массой 37,0 кг, чтобы в полученной смеси газов химическое количество атомов водорода в 15 раз превышало химическое количество атомов кислорода? Составьте электронные формулы молекул SO_2 и CH_4 . Каким типом химической связи соединены атомы в их молекулах?

49. В порции метана число молекул равно $2,4 \cdot 10^{22}$, а в порции азота — $3,6 \cdot 10^{23}$. Рассчитайте, во сколько раз химическое количество азота больше химического количества метана в этих порциях. В молекуле какого из указанных веществ имеется тройная связь? Составьте его электронную формулу.

50. Навеску сплава, состоящего из алюминия, магния и кремния, массой 3,68 г обработали избытком соляной кислоты. При этом выделился газ объёмом (н. у.) $3,584 \text{ дм}^3$. При обработке такой же навески избытком раствора гидроксида натрия масса навески уменьшилась до 480 мг. Рассчитайте массы компонентов сплава.

- г) $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, HSO_4^- , OH^- , SO_3^{2-} ;
 д) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, NO_3^- , H_3O^+ , ZnO_2^{2-} ;
 е) MnO_4^- , CrO_4^{2-} , HPO_3^{2-} , $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$.

56. Укажите, в каких случаях происходит окисление, а в каких — восстановление:

- | | |
|---|--|
| а) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$; | е) $\text{Cr}^{+3} \rightarrow \text{Cr}^{+2}$; |
| б) $\text{O}^{-2} \rightarrow \text{O}$; | ё) $\text{Cu}^{+1} \rightarrow \text{Cu}^{+2}$; |
| в) $\text{Cl}^{+3} \rightarrow \text{Cl}$; | ж) $\text{Br}^{-1} \rightarrow \text{Br}^0$; |
| г) $\text{Al}^{+3} \rightarrow \text{Al}^0$; | з) $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+2}$. |
| д) $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$; | |

57. Укажите, в каких случаях происходит окисление, а в каких — восстановление:

- | | |
|--|--|
| а) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$; | ё) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$; |
| б) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$; | ж) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2$; |
| в) $\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2$; | з) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$; |
| г) $\text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$; | и) $\text{P}_4 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$; |
| д) $\text{FeO} \rightarrow \text{FeCl}_3$; | й) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}$; |
| е) $\text{CrSO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$; | к) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$. |

58. Укажите, в каких случаях происходит окисление, а в каких — восстановление:

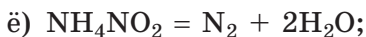
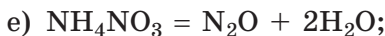
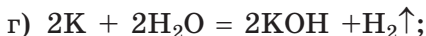
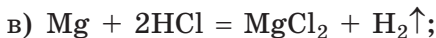
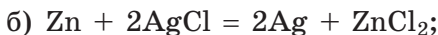
- | | |
|---|---|
| а) $\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2$; | е) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$; |
| б) $\text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_3^-$; | ё) $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$; |
| в) $\text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$; | ж) $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$; |
| г) $\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{HPO}_3^{2-}$; | з) $\text{ClO}_3^- \rightarrow \text{Cl}^-$. |
| д) $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$; | |

59. Определите, какие символы следует вставить вместо вопросительных знаков в следующих окислительно-восстановительных процессах:

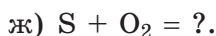
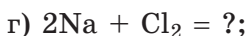
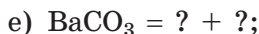
- | | |
|---|--|
| а) $\text{Se}^{+6} + 2e^- \rightarrow ?$; | е) $\text{Cu}^+ - 1e^- \rightarrow ?$; |
| б) $? + 2e^- \rightarrow \text{Ca}^0$; | ё) $? + 6e^- \rightarrow \text{S}^0$; |
| в) $\text{N}^{+5} + ? \rightarrow \text{N}^0$; | ж) $\text{Br}^{-1} + ? \rightarrow \text{Br}^0$; |
| г) $\text{Fe}^{+2} + 2e^- \rightarrow ?$; | з) $\text{Se}^{-2} + ? \rightarrow \text{Se}^{+6}$. |
| д) $\text{S}^0 + ? \rightarrow \text{S}^{+4}$; | |

Укажите, в каких случаях происходит окисление, а в каких — восстановление.

60. Для каждой реакции определите степени окисления атомов всех химических элементов, укажите окислитель и восстановитель:

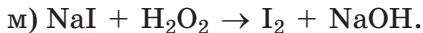
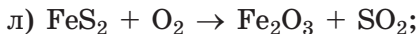
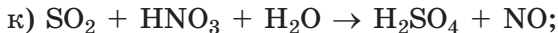
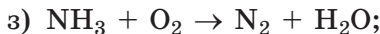
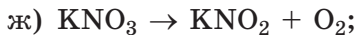
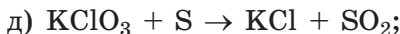
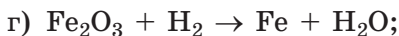
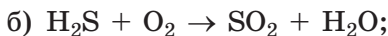
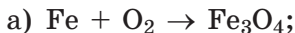


61. Определите, какие вещества следует вставить вместо каждого вопросительного знака:



Укажите, какие из приведённых реакций являются окислительно-восстановительными.

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



63. Рассчитайте массу кислорода, необходимого для полного сгорания метана химическим количеством 2,56 кмоль. Определите степени окисления всех атомов в составе веществ, участвующих в химической реакции, укажите окислитель и восстановитель.

64. В результате взаимодействия азота и водорода образовался аммиак объёмом (н. у.) 2,24 дм³. Рассчитайте химические количества водорода и азота, вступивших в реакцию.

65. При сгорании в избытке кислорода смеси угарного газа и водорода образовался углекислый газ химическим количеством 0,170 моль и вода массой 12,0 г. Рассчитайте массу исходной смеси.

66. Смесь, состоящую из серы массой 0,600 г и алюминия, взятого в необходимом для реакции количестве, нагрели. Рассчитайте массу образовавшегося сульфида алюминия.

67. Смесь массой 11,3 г, состоящую из магния и цинка, полностью растворили в избытке соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) 6,72 дм³. Рассчитайте массовую долю магния в исходной навеске.

§ 5. Примеры расчётов по уравнениям окислительно-восстановительных реакций

68. Какие атомы в указанной степени окисления могут выступать в химических реакциях только в качестве окислителей, а какие — только в качестве восстановителей:

а) N(+5);

е) F(0);

б) Cl(-1);

ё) P(-3);

в) N(-3);

ж) Ca(0);

г) S(-2);

з) C(+4)?

д) Na(+1);

Кратко поясните, почему.

69. Какие атомы в указанной степени окисления могут выступать в химических реакциях в качестве как окислителей, так и восстановителей:

- | | |
|------------|------------|
| а) F(-1); | е) Li(+1); |
| б) S(0); | ё) H(+1); |
| в) C(+2); | ж) O(-1); |
| г) Mn(+4); | з) S(+6)? |
| д) Cl(+5); | |

Кратко поясните, почему.

70. Определите степени окисления всех атомов в следующих веществах:

- ZnO, H₂S, Ba(MnO₄)₂, HBr;
- Cu(OH)₂, MgSO₄, H₂S, Na₂O;
- Li₂CO₃, CH₄, CaC₂, Ca(ClO)₂;
- Cl₂O₇, NH₄Cl, Mg₃N₂, HClO;
- C₂H₂, Pb₃O₄, NaH₂PO₂, HF;
- NH₃, Fe₃O₄, Na₂Cr₂O₄, Ca(CrO₂)₂.

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

- $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow H_2$;
- $Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg \rightarrow Mg(NO_3)_2$;
- $KMnO_4 \rightarrow O_2 \rightarrow MnO \rightarrow MnSO_4 \rightarrow Mn(OH)_2$;
- $Li_2O \rightarrow LiOH \rightarrow LiCl \rightarrow Li \rightarrow LiNO_3$;
- $H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow SO_2$;
- $Fe_2O_3 \rightarrow Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$;
- $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow AlPO_4$.

Установите, какие из предложенных вами химических реакций являются окислительно-восстановительными. Укажите в них окислитель и восстановитель.

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

- $CO + Fe_2O_3 \rightarrow Fe + CO_2$;
- $H_2S + O_3 \rightarrow SO_2 + H_2O$;
- $CuO + NH_3 \rightarrow Cu + N_2 + H_2O$;
- $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$;

- д) $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$;
е) $\text{Cl}_2 + \text{AlBr}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{Br}_2$;
ё) $\text{Mg} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{Cr}$;
ж) $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
з) $\text{Na}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$;
и) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
й) $\text{S} + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$;
к) $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2$;
л) $\text{Cl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{Ba}(\text{ClO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

73. С кальцием полностью прореагировал хлор массой 7,30 г. Рассчитайте, какое химическое количество электронов перешло от атомов кальция к атомам хлора в ходе этой реакции.

74. При взаимодействии алюминия с кислородом от атомов алюминия к атомам кислорода перешло $2,86 \cdot 10^{23}$ электронов. Рассчитайте массу образовавшегося продукта реакции.

75. Над нагретым до высокой температуры CuO массой 12,0 г пропустили водород объёмом (н. у.) $2,30 \text{ дм}^3$, который прореагировал полностью. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном после реакции твёрдом остатке.

76. В смеси магния и цинка содержится всего $1,86 \cdot 10^{23}$ атомов металлов. Такую смесь полностью растворили в избытке водного раствора серной кислоты. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося при этом газа.

77. Массовая доля водорода в его соединении с неизвестным химическим элементом составляет 17,65 %. Определите неизвестный химический элемент, если его степень окисления в этом веществе равна -3 .

78. Смесь водорода с кислорода объёмом (н. у.) $72,0 \text{ см}^3$ подожгли. После реакции объём (н. у.) непрореагировавшего водорода составил $12,0 \text{ см}^3$. Определите объёмную долю водорода в исходной смеси.

79. Сероводород, образовавшийся в результате реакции серы массой 32,6 г с избытком водорода, был полностью поглощён избытком раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу соли, образовавшейся в ходе этой реакции.

80. Образец оксида меди(II) массой 16,0 г частично восстановили водородом при высокой температуре. После реакции суммарная масса полученного твёрдого остатка, состоящего из меди и оксида меди(II), составила 14,4 г. Определите массовую долю оксида меди в полученном твёрдом остатке.

§ 6. Растворы

Пример 4. Рассчитайте массу раствора с массовой долей серной кислоты 8,64 %, которая необходима для получения водорода объёмом (н. у.) 4,86 дм³ в реакции с алюминием.

Дано:

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 8,64 \%$$

$$V(\text{H}_2) = 4,86 \text{ дм}^3$$

$$m(\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

Решение

Запишем уравнение реакция получения водорода:



$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{4,86 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 0,217 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2) = 0,217 \text{ моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,217 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 21,3 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{21,3 \text{ г}}{0,0864} = 246 \text{ г.}$$

О т в е т: $m(\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4) = 246 \text{ г.}$

Пример 5. Рассчитайте молярную концентрацию сульфата меди(II) в растворе, приготовленном растворением медного купороса массой 68,8 г в воде массой 230 г, если его плотность равна 1,24 г/см³.

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 68,8 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 230 \text{ г}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4) = 1,24 \text{ г/см}^3$$

$$c(\text{CuSO}_4) = ?$$

Решение

Для вычисления молярной концентрации необходимо вычислить объём раствора и химическое количество CuSO_4 в нём.

Масса раствора равна сумме масс воды и растворённого в ней медного купороса:

$$m(\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 230 \text{ г} + 68,8 \text{ г} = 298,8 \text{ г}.$$

Объём раствора равен:

$$V(\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4)}{\rho(\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4)} = \frac{298,8 \text{ г}}{1,24 \text{ г/см}^3} = 241 \text{ см}^3 = 0,241 \text{ дм}^3.$$

Поскольку в одной формульной единице $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ содержится одна формульная единица CuSO_4 , то:

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}).$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}.$$

Химическое количество медного купороса равно:

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{68,8 \text{ г}}{250 \text{ г/моль}} = 0,275 \text{ моль}.$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,275 \text{ моль}.$$

Молярная концентрация CuSO_4 в приготовленном растворе равна:

$$c(\text{CuSO}_4) = \frac{n(\text{CuSO}_4)}{V(\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4)} = \frac{0,275 \text{ моль}}{0,241 \text{ дм}^3} = 1,14 \text{ моль/дм}^3.$$

О т в е т: $c(\text{CuSO}_4) = 1,14 \text{ моль/дм}^3$.

Пример 6. Углекислый газ какого объёма (н. у.) следует растворить в воде массой 120 г, чтобы получить раствор с массовой долей угольной кислоты, равной 1,20 %?

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ г}$$

$$w(\text{H}_2\text{CO}_3) = 1,20 \%$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Р е ш е н и е

При растворении углекислого газа в воде протекает реакция:



Пусть для приготовления нужного раствора в воде следует растворить $V(\text{CO}_2) = x \text{ дм}^3$ углекислого газа.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{x}{22,4} \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{H}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = \frac{x}{22,4} \text{ моль};$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = \frac{x}{22,4} \cdot 44 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{CO}_3) = n(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{22,4} \cdot 62 \text{ г}.$$

Масса конечного раствора равна сумме масс воды и растворённого в ней углекислого газа:

$$m(\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2) = (120 + \frac{x}{22,4} \cdot 44) \text{ г}.$$

Массовая доля угольной кислоты в растворе равна:

$$w(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{H}_2\text{CO}_3)}{m(\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{\frac{x}{22,4} \cdot 62}{120 + \frac{x}{22,4} \cdot 44}.$$

По условию эта величина равна $1,20 \% = \frac{1,20}{100}$.

Можем составить уравнение:

$$\frac{\frac{x}{22,4} \cdot 62}{120 + \frac{x}{22,4} \cdot 44} = \frac{1,20}{100}.$$

Решая его, получим $x = 0,524 \text{ дм}^3$.

О т в е т: $V(\text{CO}_2) = 0,524 \text{ дм}^3$.

81. Укажите верные утверждения:

- а) смесь песка с водой является однородной;
- б) один из компонентов раствора называется растворителем;
- в) любой раствор представляет собой однородную смесь;
- г) растворы бывают только жидкие;
- д) смесь не может содержать более двух веществ;
- е) растворы бывают жидкие, твёрдые и газообразные;

ё) для очень хорошо растворимых веществ их массовая доля в растворе может достигать 140 %;

ж) сульфат кальция является малорастворимым веществом;

з) нельзя приготовить насыщенный раствор серной кислоты;

и) с повышением температуры растворимость газов уменьшается.

82. Среди указанных веществ выберите отдельно растворимые, малорастворимые и нерастворимые в воде: CuSO_4 , N_2 , KCl , CaCO_3 , CuS , AgCl , BaCO_3 , Na_2SO_4 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, O_2 , AgNO_3 , KOH .

83. Среди указанных веществ укажите те, для которых невозможно приготовить насыщенный водный раствор ни при каких условиях: NaCl , H_3PO_4 , CO_2 , NaOH , HNO_3 , HCl , H_2SO_4 , K_2CO_3 , BaSO_4 .

84. Укажите верные утверждения:

а) при упаривании насыщенного раствора его масса уменьшается;

б) для разделения смеси песка с водой следует использовать перекристаллизацию;

в) методом фильтрования нельзя разделить компоненты водного раствора сахара в воде;

г) метод отстаивания используется для разделения неоднородных смесей;

д) с помощью перегонки можно разделить жидкости с одинаковой температурой кипения;

е) массовая доля растворённого вещества равна отношению его массы к массе раствора;

ё) в концентрированном растворе H_2SO_4 её массовая доля равна 100 %;

ж) молярная концентрация вещества равна отношению химического количества вещества к объёму раствора;

з) если оксид серы(VI) массой 20 г растворить в воде 80 г, то массовая доля растворённого вещества в полученном растворе будет равна 20 %;

и) при охлаждении насыщенного водного раствора сульфата меди(II) выпадает осадок CuSO_4 .

85. В воде массой 87,0 г растворили гидроксид натрия массой 3,00 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе.

86. Сульфат калия какой массы и вода какого объёма необходимы для приготовления раствора этой соли массой 2,30 кг с массовой долей соли, равной 3,20 % ?

87. Сернистый газ объёмом (н. у.) 320 см³ растворили в воде объёмом 400 см³. Рассчитайте массовую долю сернистой кислоты в полученном растворе.

88. Нитрат серебра какой массой нужно взять для приготовления раствора объёмом 400 см³ с молярной концентрацией AgNO₃ 0,1 моль/дм³?

89. Рассчитайте молярную концентрацию хлорида кальция в растворе, если известно, что в образце раствора объёмом 250 см³ содержится CaCl₂ массой 222 мг.

90. В воде объёмом 1,00 дм³ при 20 °С максимально растворяется кислород массой 1,43 г. Вычислите максимальный объём (н. у.) кислорода, который может содержаться в 10,0 м³ воды при 20 °С.

91. В воде растворили смесь, состоящую из кальция массой 4,00 г и оксида кальция массой 2,80 г. С помощью дистиллированной воды объём раствора довели до 5,60 дм³. Рассчитайте молярную концентрацию гидроксида кальция в полученном растворе.

92. Какой объём раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией NaOH 0,500 моль/дм³ требуется для полной нейтрализации раствора объёмом 100 см³ и молярной концентрацией HNO₃, равной 0,125 моль/дм³?

93. Декагидрат карбоната натрия Na₂CO₃ · 10H₂O какой массой нужно взять для приготовления раствора карбоната натрия массой 250 г с массовой долей соли 10,6 % ?

94. Воду какой массой нужно добавить к раствору серной кислоты массой 450,0 г с массовой долей кислоты 25,0 %, чтобы получить раствор кислоты с массовой долей H₂SO₄, равной 10,0 % ?

95. Рассчитайте массы растворов гидроксида калия с массовыми долями, равными 4,00 % и 20,0 %, при

смешивании которых получится раствор массой 240 г с массовой долей KOH, равной 12,0 %.

96. Соль какой массой нужно взять для приготовления её насыщенного при 10 °C раствора массой 450 г, если её коэффициент растворимости при этой температуре равен 55,0 г?

97. Коэффициент растворимости нитрата натрия при 20 °C равен 87,6 г. Рассчитайте массовую долю этой соли в насыщенном при 20 °C растворе.

98. Коэффициент растворимости KCl при 10 °C равен 23 г, а при 80 °C — 34 г. Рассчитайте хлорид калия какой массы выпадет в осадок при охлаждении до 10 °C его насыщенного при 80 °C раствора массой 560 г?

99. Соляную кислоту какой массой с массовой долей хлороводорода 3,65 % нужно добавить к раствору гидроксида натрия массой 400 г с массовой долей NaOH, равной 46,0 %, чтобы уменьшить массовую долю щёлочи в 2 раза?

100. Столовый уксус представляет собой водный раствор с массовой долей уксусной кислоты CH_3COOH , равной 9,00 %. В продуктовых магазинах можно встретить «Уксусную эссенцию», представляющую собой водный раствор с массовой долей уксусной кислоты 70,0 %, при разбавлении которой водой в нужной пропорции можно приготовить столовый уксус. Рассчитайте объём уксусной эссенции (её плотность равна $1,070 \text{ г/см}^3$), необходимый для приготовления 1,00 кг столового уксуса.

ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ

§ 7. Электролиты и неэлектролиты

Пример 7. Химическое количество катионов лития в растворе равно 0,164 моль. Какое химическое количество сульфата лития содержится в этом растворе?

Д а н о:

$$n(\text{Li}^+) = 0,164 \text{ моль}$$

$$n(\text{Li}_2\text{SO}_4) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

Запишем уравнение электролитической диссоциации сульфата лития:



Из уравнения следует, что из 1 моль Li_2SO_4 образуется 2 моль, т. е. химическое количество Li_2SO_4 в два раза меньше химического количества ионов Li^+ .

$$n(\text{Li}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{Li}^+)}{2} = \frac{0,164 \text{ моль}}{2} = 0,082 \text{ моль}.$$

О т в е т: $n(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 0,082$ моль.

Пример 8. Гептагидрат сульфата магния $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ какой массы нужно растворить в воде массой 3,54 кг, чтобы получить раствор с массовой долей сульфата магния, равной 4,50 %?

Д а н о:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 3,54 \text{ кг}$$

$$w(\text{MgSO}_4) = 4,50 \%$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

Пусть необходимо растворить x грамм $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = x \text{ г};$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246 \text{ г/моль}.$$

Массовая доля MgSO_4 в кристаллогидрате $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ равна:

$$w(\text{MgSO}_4) = \frac{M(\text{MgSO}_4)}{M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{120 \text{ г/моль}}{246 \text{ г/моль}} = 0,488.$$

Тогда в x граммах $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ содержится

$$m(\text{MgSO}_4) = w(\text{MgSO}_4) \cdot m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,488 \cdot x \text{ г}$$

В растворе:

$$w(\text{MgSO}_4) = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{m(\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{m(\text{MgSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})} = \\ = \frac{0,488 \cdot x}{0,488 \cdot x + 3,54 \cdot 10^3} = 0,0450.$$

Решая это уравнение, получим $x = 342$.

О т в е т: $m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 342 \text{ г}$.

Пример 9. К раствору хлорида кальция массой 448 г прибавили избыток раствора карбоната натрия. При этом выпал осадок массой 18,0 г. Рассчитайте массовую долю хлорида кальция в исходном растворе.

Д а н о:	Р е ш е н и е
$m(\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2) = 448 \text{ г}$	При сливании растворов протекает реакция и образуется осадок карбоната кальция: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \downarrow$;
$m(\text{CaCO}_3) = 18,0 \text{ г}$	
$w(\text{CaCl}_2) = ?$	

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{18,0 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,180 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,180 \text{ моль};$$

$$m(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCl}_2) \cdot M(\text{CaCl}_2) = 0,180 \text{ моль} \cdot 111 \text{ г/моль} = \\ = 19,98 \text{ г};$$

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{m(\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2)} = \frac{19,98 \text{ г}}{448 \text{ г}} = 0,0446 = 4,46 \text{ \%}.$$

О т в е т: $w(\text{CaCl}_2) = 4,46 \text{ \%}$.

101. Из перечисленных веществ и смесей выберите те, которые хорошо проводят электрический ток: медь, парафин, сера, серебро, бронза, кожа, стекло, бензин, мрамор, воздух, графит, латунь.

102. Какие частицы переносят электрический заряд при протекании электрического тока в металлах? Есть ли такие частицы в чистой воде, в твёрдом хлориде натрия? Кратко поясните, хорошо ли проводят эти вещества электрический ток и почему.

103. Почему дистиллированная вода не проводит электрический ток, а морская вода проводит его хорошо?

104. Может ли водный раствор какого-либо вещества хорошо проводить электрический ток, а его расплав — нет? Ответ поясните и приведите соответствующие примеры.

105. Все ли соединения с ионной химической связью являются электролитами? Подтвердите ответ соответствующими примерами.

106. Укажите верное окончание утверждения. Электролиты — это вещества:

а) водные растворы и расплавы которых проводят электрический ток в заметной степени;

б) относящиеся только к неорганическим веществам;

в) которые не могут состоять из атомов одного химического элемента;

г) хорошо проводящие электрический ток при нормальных условиях;

д) которые могут быть кислотами, основаниями и солями;

е) в состав которых обязательно входят атомы металла;

ё) только с ионным типом химической связи;

ж) которые при н. у. находятся в твёрдом или жидком агрегатном состоянии.

107. Укажите, какие вещества в водном растворе являются электролитами, а какие неэлектролитами:

а) сульфат меди(II);

д) сахароза;

б) глюкоза;

е) гидроксид натрия;

в) азотная кислота;

ё) азот;

г) хлорид магния;

ж) крахмал.

108. Назовите химические связи, с помощью которых атомы и группы атомов связаны между собой в каждом из веществ:

а) LiOH, Na₂SO₃, Cl₂;

в) HCl, H₂O, Br₂;

б) NaF, H₃PO₄, Au;

г) O₃, HNO₃, K₂SO₄.

109. Составьте формулы 12 веществ, в состав которых могут входить ионы: Cl^- , Rb^+ , OH^- , Ca^{2+} , O^{2-} , NO_3^- , Ba^{2+} , PO_4^{3-} , Mn^{2+} . Укажите, к какому классу неорганических соединений относится каждое из них, и назовите их по систематической номенклатуре.

110. Из каких ионов состоят следующие вещества: K_2SO_4 , LiOH , NaCl , NaF , CaBr_2 , NaNO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$?

111. Рассчитайте массовую долю соли в растворе, полученном в результате растворения сульфата калия химическим количеством 1,50 моль в воде массой 3,50 кг.

112. Рассчитайте массу азотной кислоты в её растворе объёмом 340 cm^3 с массовой долей 28,0 % и плотностью 1214 g/dm^3 .

113. Необходимо приготовить раствор массой 350 г с массовой долей хлорида натрия, равной 3,00 %, путём разбавления водой раствора хлорида натрия с массовой долей 10,0 %. Рассчитайте массу 10%-го раствора, который следует взять для этого.

114. Во многих автомобилях в качестве электролита в кислотных свинцовых аккумуляторах применяется раствор с массовой долей H_2SO_4 26,0 % и плотностью 1,186 g/cm^3 . В хозяйственных и автомагазинах можно встретить в продаже концентрированный раствор серной кислоты с массовой долей 92,0 % и плотностью 1,824 g/cm^3 , из которого путём разбавления дистиллированной водой можно приготовить электролит для аккумуляторов. Концентрированный раствор серной кислоты какого объёма потребуется для приготовления электролита для аккумулятора объёмом 5,00 dm^3 ?

§ 8. Электролитическая диссоциация веществ

Пример 10. Рассчитайте число катионов натрия в растворе, содержащем сульфат натрия массой 56,2 г.

Дано:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 56,2 \text{ г}$$

$$N(\text{Na}^+) = ?$$

Решение

Электролитическая диссоциация сульфата натрия в водном растворе протекает по уравнению:



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

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{56,2 \text{ г}}{142 \text{ г/моль}} = 0,396 \text{ моль}.$$

Из уравнения диссоциации следует:

$$n(\text{Na}^+) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,396 \text{ моль} = 0,792 \text{ моль};$$

$$N(\text{Na}^+) = n(\text{Na}^+) \cdot N_A = 0,792 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 4,77 \cdot 10^{23};$$

$$\text{О т в е т: } N(\text{Na}^+) = 4,77 \cdot 10^{23}.$$

Пример 11. В воде массой 400 г растворили оксид натрия массой 16,6 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе.

Д а н о:

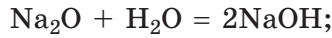
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 400 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{O}) = 16,6 \text{ г}$$

$$w(\text{NaOH}) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

При добавлении оксида натрия к воде протекает реакция:



$$M(\text{Na}_2\text{O}) = 62 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{O})} = \frac{16,6 \text{ г}}{62 \text{ г/моль}} = 0,268 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,268 \text{ моль} = 0,536 \text{ моль};$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,536 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 21,44 \text{ г}.$$

Масса раствора равна сумме массы воды и растворённого в ней оксида натрия:

$$m(\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{O}) = 400 \text{ г} + 16,6 \text{ г} = 416,6 \text{ г};$$

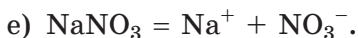
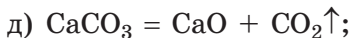
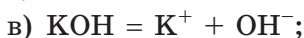
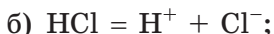
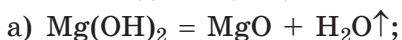
$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH})} = \frac{21,44 \text{ г}}{416,6 \text{ г}} = 0,0514 = 5,14 \text{ \%}.$$

$$\text{О т в е т: } w(\text{NaOH}) = 5,14 \text{ \%}.$$

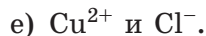
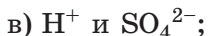
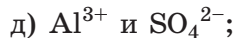
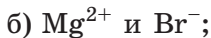
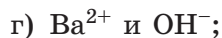
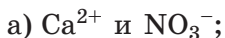
115. Термин «диссоциация» обозначает разъединение, распад, разложение. Чем отличается процесс термической диссоциации хлорида водорода при высокой температуре от электролитической диссоциации хлорида водорода в растворе? Какие частицы образуются в каждом из этих процессов?

116. По отдельности выпишите в тетрадь формулы простых и сложных ионов: Na^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , Cu^{2+} , OH^- , Cl^- , CO_3^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- .

117. Укажите уравнения, отражающие процесс электролитической диссоциации:



118. Составьте формулы и назовите вещества, которые были растворены в воде, если в полученном растворе присутствуют следующие ионы:



119. Укажите верные окончания утверждения.

Процесс электролитической диссоциации в водном растворе:

а) приводит к образованию заряженных частиц — протонов и электронов;

б) протекает под действием постоянного электрического тока;

в) сопровождается образованием ионов из растворённых веществ;

г) может протекать только при нагревании;

д) сопровождается гидратацией образующихся ионов;

е) приводит к резкому уменьшению его электропроводности;

ё) протекает благодаря взаимодействию электролита с молекулами воды;

ж) всегда протекает с выделением тепла;

з) обязательно приводит к появлению заряженных частиц.

120. В водном растворе одновременно присутствуют ионы K^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} и NO_3^- . Какие соли были взяты для приготовления данного раствора?

121. В водном растворе присутствуют отрицательно заряженные ионы X^{2-} , химическое количество которых равно 2,6 моль. Чему равно химическое количество положительно заряженных ионов Y^+ , присутствующих в этом растворе?

122. При растворении в воде навески каких из приведённых солей суммарное число образующихся в результате электролитической диссоциации частиц будет в четыре раза больше числа её формульных единиц в навеске: HCl , Na_2SO_4 , $Al(NO_3)_3$, $CuSO_4$, K_3PO_4 , $MgCl_2$, $FeCl_3$, $BaBr_2$?

123. Определите химическое количество ионов Na^+ в растворе, содержащем сульфат натрия массой 18,3 кг.

124. Определите, какое число ионов Cl^- образуется при электролитической диссоциации хлорида алюминия химическим количеством 0,34 моль в водном растворе.

125. При диссоциации в водном растворе фосфата натрия образовались ионы, суммарное число которых равно $3,01 \cdot 10^{21}$. Рассчитайте массу фосфата натрия в этом растворе.

126. К раствору массой 2,50 кг с массовой долей нитрата серебра 15,0 % добавили эту же соль массой 400 г. Рассчитайте массовую долю $AgNO_3$ в полученном растворе и число ионов серебра в нём.

127. Сульфат щёлочного металла массой 28,4 г растворили в воде. Затем в растворе определили химическое количество ионов SO_4^{2-} . Оно оказалось равным 0,200 моль. Сульфат какого металла растворили в воде?

128. Рассчитайте массовую долю хлорида калия в растворе объёмом 0,500 дм³, содержащем 0,600 моль KCl , если плотность этого раствора равна 1,063 г/см³.

§ 9. Ионы в растворах электролитов

129. Определите число электронов, протонов и нейтронов в составе указанных атомов и ионов:

- а) F и F⁻; г) Ca и Ca²⁺;
б) Al и Al³⁺; д) Be и Be²⁺;
в) Li и Li⁺; е) S и S²⁻.

130. Составьте электронные схемы для указанных частиц:

- а) Al и Ca²⁺; в) S и F⁻;
б) Mg и K⁺; г) Li и Mg²⁺.

131. Запишите в тетрадь формулы следующих ионов:

- а) нитрат, сульфат, натрий;
б) кальций, карбонат, сульфид;
в) хлорид, барий, медь(II);
г) цинк, литий, фосфат.

Какие из них являются анионами, а какие — катионами?

132. Выпишите по отдельности в тетрадь катионы и анионы SO₃²⁻, Ca²⁺, Na⁺, S²⁻, NO₃⁻, CO₃²⁻, OH⁻, Fe³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Ti⁴⁺, SO₃²⁻. Укажите, какие из них являются простыми, а какие — сложными.

133. Радиус какой частицы больше:

- а) F или F⁻; е) Na⁺ или Mg²⁺;
б) Be или Be²⁺; ё) Al или Al³⁺;
в) Li⁺ или Na⁺; ж) Cl⁻ или Br⁻;
г) Li или Li⁺; з) Na⁺ или Cl⁻;
д) S или S²⁻;

134. Начертите в тетради таблицу и заполните её, взяв за образец первую строчку:

Электролит	Анион	Катион
CuSO ₄	SO ₄ ²⁻	Cu ²⁺
AlCl ₃		
	Cl ⁻	NH ₄ ⁺
Na ₂ SO ₃		

	NO_3^-	Fe^{2+}
$\text{Ba}(\text{OH})_2$		
HBr		
	PO_4^{3-}	H^+
	OH^-	Ca^{2+}
	F^-	K^+
Na_2SiO_3		
	S^{2-}	Na^+
FeI_2		

135. Укажите верные окончания утверждения.

В растворе под действием постоянного электрического поля, возникающего между катодом и анодом:

- а) все ионы движутся абсолютно хаотично;
- б) положительно заряженные ионы движутся к катоду, а отрицательно заряженные — к аноду;
- в) положительно заряженные ионы движутся к аноду, а отрицательно заряженные — к катоду;
- г) все ионы, не зависимо от их заряда, движутся к катоду;
- д) все ионы, не зависимо от их заряда, движутся к аноду.

136. Твёрдый хлорид натрия и его водный раствор не имеют окраски (являются бесцветными). Какой вывод можно сделать на основании этого экспериментального факта об окраске катионов натрия и анионов хлора в водном растворе?

137. В твёрдом состоянии и сульфат меди(II), и сульфат калия представляют собой белый порошок, тогда как водный раствор сульфата меди(II) имеет интенсивную голубую окраску, а водный раствор сульфата калия является бесцветным. Какой вывод можно сделать на основании этого экспериментального факта об окраске катионов калия, катионов меди(II) и сульфат-ионов в водном растворе и в составе твёрдых солей?

138. Водные растворы сульфата натрия и нитрата калия являются бесцветными. Какую окраску следует ожидать у водных растворов сульфата калия и нитрата натрия? Кратко поясните, почему.

139. Водный раствор перманганата калия KMnO_4 имеет малиновую окраску, а водный раствор хлорида калия окраски не имеет (является бесцветным). Какой ион обуславливает окраску водного раствора KMnO_4 ? Какой цвет будет иметь водный раствор NaMnO_4 ?

140. Ионы SO_4^{2-} каким химическим количеством присутствуют в водном растворе, содержащем сульфат алюминия массой 240 г?

141. Какое суммарное число ионов содержится в растворе, полученном при растворении хлорида кальция массой 23,0 г в избытке воды?

142. В растворе присутствуют катионы Na^+ , и анионы Br^- и SO_4^{2-} . Какие соли были взяты для приготовления данного раствора?

143. Необходимо приготовить водный раствор, в котором содержатся ионы Cu^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- и NO_3^- . Какие соли следует растворить в воде, чтобы приготовить такой раствор?

144. Воду каким объёмом следует добавить к раствору сульфата меди(II) массой 5,20 г с массовой долей соли, равной 0,120, чтобы уменьшить массовую долю растворённого вещества в 1,50 раза?

145. Твёрдый хлорид калия какой массой следует добавить к раствору массой 530 г с массовой долей KCl , равной 3,0 %, чтобы увеличить химическое количество ионов хлора в растворе в три раза?

146. Ионы меди входят в состав некоторых ферментов в организме человека. Потребность взрослого человека в меди (в пересчёте на металл) составляет около 0,030 мг на 1 кг массы. В навеске медного купороса какой массой содержится суточная доза меди для взрослого человека массой 80 кг?

§ 10. Сильные и слабые электролиты

147. Укажите верные утверждения:

- а) все кислоты являются сильными электролитами;
- б) оксиды не являются электролитами;
- в) растворимые в воде основания являются сильными электролитами;
- г) ассоциация — это процесс образования ионов из электролита;
- д) диссоциация и ассоциация — это противоположные по результату процессы.

148. Выпишите по отдельности из перечня формулы сильных и слабых электролитов: H_2SO_3 , AlCl_3 , HCl , H_2CO_3 , HNO_2 , H_2SO_4 , K_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, H_2S , HNO_3 . Для любых двух сильных электролитов составьте уравнение их электролитической диссоциации.

149. Как изменяется электропроводность раствора при увеличении концентрации в нём сильного электролита? Для каких целей на практике можно использовать это свойство раствора?

150. Запишите формулы указанных веществ и определите, сильным или слабым электролитом является каждое из них в водном растворе. Для каждого вещества составьте уравнения электролитической диссоциации в водном растворе:

- а) сульфат натрия, угольная кислота;
- б) нитрат железа(III), азотистая кислота;
- в) гидроксид лития, сероводородная кислота;
- г) фосфорная кислота, хлорид кальция;
- д) карбонат калия, фтороводородная кислота.

151. Во сколько стадий диссоциируют азотистая, сернистая и фосфорная кислоты? Составьте уравнения их электролитической диссоциации в водном растворе.

152. Укажите верные утверждения:

- а) сильные электролиты частично распадаются на ионы;
- б) в уравнении электролитической диссоциации слабого электролита следует использовать знак « \rightleftharpoons »;

в) в уравнении электролитической диссоциации слабого электролита следует использовать знак « \rightarrow »;

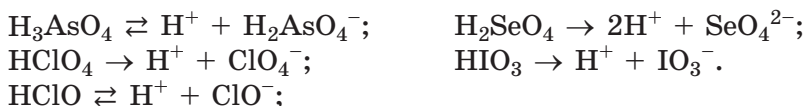
г) в результате электролитической диссоциации сильно-го электролита число частиц в растворе увеличивается как минимум в два раза;

д) азотная и азотистая кислоты являются сильными электролитами;

е) слабые электролиты полностью распадаются на ионы.

153. «Азотная кислота HNO_3 является сильным электролитом и поэтому полностью распадается в растворе на атомы H , N и O ». Что не так в приведённом утверждении?

154. Ниже приведены уравнения электролитической диссоциации кислот:



Какие из этих кислот являются сильными, а какие — слабыми? Почему?

155. Молярная концентрация гидроксид-ионов в водных растворах каких веществ с молярной концентрацией $0,10$ моль/дм³ будет равна $0,20$ моль/дм³: гидроксид натрия, гидроксид кальция, гидроксид лития, гидроксид бария, гидроксид калия?

156. Дождевая или морская вода обладает более высокой электропроводностью? Кратко поясните, почему.

157. В водном растворе гидрата аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ присутствуют ионы NH_4^+ , OH^- и частицы $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Сильным или слабым электролитом является гидрат аммиака? Приведите уравнение электролитической диссоциации гидрата аммиака.

158. Концентрация ионов водорода в растворе серной кислоты равна $0,20$ моль/дм³. Чему равна молярная концентрация серной кислоты в этом растворе?

159. В водном растворе содержится азотная кислота массой $12,6$ г. Рассчитайте химическое количество ионов водорода в этом растворе.

160. Рассчитайте число сульфат-ионов, содержащихся в растворе массой 80,0 г с массовой долей сульфата алюминия, равной 0,0750.

161. Смесь состоит из NaCl и KCl. Масса NaCl равна 12,5 г, а суммарное химическое количество ионов хлора в смеси составляет 0,500 моль. Рассчитайте массу KCl в этой смеси.

162. В мерную колбу объемом 500 см³ поместили 200 см³ воды, добавили нитрат алюминия массой 46,8 г, тщательно перемешали, а затем разбавили дистиллированной водой до метки (т. е. до объема 500 см³). Рассчитайте молярную концентрацию ионов алюминия и нитрат-ионов в приготовленном растворе.

163. Химические количества ионов магния и ионов натрия в растворе соответственно равны 0,10 моль и 0,20 моль. Кроме ионов металлов в растворе присутствуют только ионы хлора. Определите их химическое количество.

§ 11. Электролитическая диссоциация кислот, оснований и солей

164. Из каждого списка выпишите по отдельности вещества, которые относятся к оксидам и кислотам:

а) H₂O, CuSO₄, H₂S, Mg(OH)₂, Li₂S, H₃PO₄, SiO₂, KClO₃, Fe₃O₄, HNO₃;

б) HCl, P₂O₅, Fe(OH)₃, Pb(NO₃)₂, H₂CO₃, CO, HNO₂, Na₂SO₃, CuO, KCl;

в) SO₂(OH)₂, Na₂O₂, NO, H₂CrO₄, MnCl₂, HAsO₂, NH₄NO₃, SOCl₂, CO₂, NaOH.

165. Из каждого списка выпишите по отдельности вещества, которые относятся к основаниям и солям:

а) Al(OH)₃, Na₂ZnO₂, CuSO₄, Ca(OH)₂, COCl₂, H₂S₂, CrO₃, NH₃, AgNO₃, LiI;

б) Cr₂O₃, Na₂CrO₄, NH₄NO₂, K₂S, Pb(OH)₂, H₂O₂, SO₂Cl₂, Ba(OH)₂, Li₂O, HF;

в) CuOHCl , CaF_2 , OF_2 , Na_2HPO_4 , CaCO_3 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ClOH , RbOH , I_2O_5 , $\text{Bi}(\text{OH})_3$.

166. Составьте уравнения электролитической диссоциации:

а) сильных кислот HNO_3 , HBr , HClO_4 , H_2SO_4 ;

б) слабых кислот H_2S , HNO_2 , H_2CO_3 , H_3PO_4 ;

в) щелочей RbOH , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$;

г) солей Li_2SO_4 , CaCl_2 , K_3PO_4 .

167. Замените вопросительный знак на формулу нужного вещества:

а) $? \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$;

д) $? \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$;

б) $? \rightarrow 2\text{K}^+ + \text{S}^{2-}$;

е) $? \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$;

в) $? \rightarrow \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$;

ё) $? \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$;

г) $? \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$;

ж) $? \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$.

168. Определите, какое число ионов образуется при полной диссоциации:

а) одной молекулы серной кислоты;

б) двух молекулы бромоводорода;

в) трёх формульных единиц гидроксида калия;

г) четырёх формульных единиц нитрата алюминия.

169. Укажите, в каком случае с помощью водного раствора лакмуса невозможно установить, в какой из пробирок находится водный раствор каждого из двух указанных веществ:

а) HCl , H_3PO_4 ;

д) HNO_3 , NaOH ;

б) KOH , H_2S ;

е) NaCl , CaCl_2 ;

в) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, BaCl_2 ;

ё) KNO_3 , Na_2SO_4 ;

г) H_2SO_4 , Li_2SO_4 ;

ж) H_2SO_3 , Na_2SO_4 .

170. Для растворов каких веществ характерна мыльность на ощупь? Приведите формулы и названия двух таких веществ.

171. Рассчитайте число катионов в водном растворе, содержащем фосфат натрия массой 12,8 г.

172. Масса катионов натрия в растворе сульфата натрия массой 53,0 г равна 2,30 г. Рассчитайте массовую долю соли в растворе.

173. В растворе содержатся только ионы кальция, натрия и нитрат-ионы. Химические количества ионов кальция и натрия соответственно равны 0,10 моль и 0,14 моль. Рассчитайте химическое количество нитрат-ионов в этом растворе.

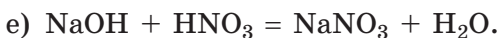
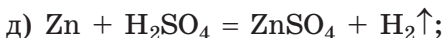
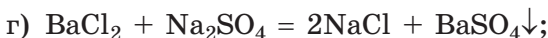
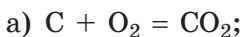
174. Кристаллогидрат $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ какой массой нужно растворить в воде массой 7,20 кг, чтобы получить раствор с массовой долей хлорида кальция, равной 2,00 % ?

175. Рассчитайте массу навески сульфата лития, при растворении которой в воде образуется раствор, в котором суммарное число катионов и анионов будет равно $6,15 \cdot 10^{24}$.

176. Суммарное химическое количество катионов натрия и сульфат-ионов в водном растворе массой 240 г равно 468 ммоль. Рассчитайте массовую долю сульфата натрия в этом растворе.

§ 12. Реакции ионного обмена

177. Для каждой реакции укажите её тип:



178. Укажите верные утверждения:

а) в реакции соединения может образоваться как простое, так и сложное вещество;

б) исходным веществом в реакции разложения может быть только сложное вещество;

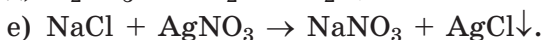
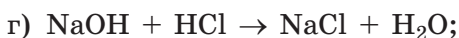
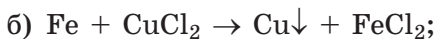
в) в реакции обмена участвуют два или более простых вещества;

г) в реакции разложения может образоваться несколько простых и сложных веществ;

д) в реакции замещения реагентами являются простое и сложное вещества;

е) между двумя сложными веществами возможна реакция соединения.

179. Расставьте коэффициенты в приведённых схемах и укажите, к какому типу (соединения, разложения, замещения или обмена) относятся соответствующие химические реакции:



180. Приведите по три уравнения в молекулярной и сокращённой ионной формах химических реакций соединения, разложения, замещения и обмена.

181. Приведите молекулярное и сокращённое ионное уравнения реакции в водном растворе, которые протекают с образованием:

а) слабого электролита (кроме воды);

б) воды;

в) осадка;

г) газа.

182. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций, протекающих в водном растворе между:

а) H_2CO_3 и NaOH ;

г) H_3PO_4 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

б) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и K_2CO_3 ;

д) CuCl_2 и H_2S ;

в) FeCl_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

е) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и CuSO_4 .

183. Выпишите из списка формулы соединений, которые нерастворимы в воде: KOH , AgCl , BaSO_4 , Na_2SO_4 , H_3PO_4 , CaCO_3 , CuS , Na_2SO_4 , AgNO_3 , H_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

184. Выпишите из списка формулы соединений, которые хорошо растворимы в воде: $\text{Cu}(\text{OH})_2$, KCl , H_2SiO_3 , AgBr , NaNO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, HF , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, MgCO_3 , KOH , FeS , CuSO_4 .

185. Между какими парами веществ в водном растворе будет протекать химическая реакция обмена:

а) хлорид магния и серная кислота;

б) хлороводород и карбонат калия;

- в) сульфат меди(II) и хлорид калия;
- г) фторид натрия и нитрат серебра;
- д) нитрат кальция и карбонат калия;
- е) хлорид натрия и нитрат магния;
- ё) нитрат серебра и хлорид кальция;
- ж) сульфат железа(II) и хлорид бария;
- з) сульфид калия и бромоводород;
- и) серная кислота и нитрат цинка?

Приведите соответствующие молекулярные и сокращённые ионные уравнения реакций.

186. Для каждого вещества запишите формулы ионов, реакция между которыми в водном растворе приведёт к образованию следующих осадков: CuS , BaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, AgCl , BaSO_4 .

187. Составьте молекулярные и полные ионные уравнения, которым соответствуют следующие сокращённые ионные уравнения:

- а) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$;
- б) $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}\downarrow$;
- в) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$;
- г) $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4\downarrow$;
- д) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$;
- е) $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$.

188. Укажите пары ионов, которые не могут одновременно существовать в растворе в заметных количествах:

- а) Ba^{2+} и Cl^- ;
- б) H^+ и OH^- ;
- в) Na^+ и SO_4^{2-} ;
- г) Cu^{2+} и S^{2-} ;
- д) Ag^+ и Br^- ;
- е) Fe^{3+} и SO_4^{2-} ;
- ё) Pb^{2+} и S^{2-} ;
- ж) Mg^{2+} и NO_3^- ;
- з) Fe^{2+} и OH^- .

189. Из приведённого перечня ионов выберите пары тех из них, при одновременном присутствии которых в растворе будут образовываться осадки: SO_4^{2-} , Cl^- , Cu^{2+} , OH^- , Ag^+ , PO_4^{3-} , K^+ , CO_3^{2-} , Ba^{2+} , Pb^{2+} . Приведите молекулярные и сокращённые ионные уравнения соответствующих химических реакций.

190. Замените вопросительные знаки на формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций:

- а) $N_2O_5 + ? \rightarrow HNO_3$;
- б) $Fe(OH)_3 + ? \rightarrow FeCl_3 + ?$;
- в) $? + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + ?$;
- г) $? + ? \rightarrow CaSO_4 + H_2O$;
- д) $K_2O + ? \rightarrow KOH$;
- е) $? + K \rightarrow KOH + ?$.

Приведите сокращённые ионные уравнения соответствующих реакций.

191. Приведите по два примера формул солей, образованных:

- а) сильной кислотой и сильным основанием;
- б) сильной кислотой и слабым основанием;
- в) слабой кислотой и сильным основанием;
- г) слабой кислотой и слабым основанием.

192. Твёрдую соль какой массы можно получить при выпаривании раствора массой 160 г с массовой долей хлорида натрия, равной 14,8 % ?

193. Приведите молекулярные и сокращённые ионные уравнения тех химических реакций, которые будут протекать при сливании водных растворов веществ:

- а) HCl и $NaNO_3$;
- б) $CuSO_4$ и Na_2S ;
- в) K_2SO_3 и HCl ;
- г) $Pb(NO_3)_2$ и $NaCl$;
- д) $CaBr_2$ и H_2CO_3 ;
- е) $Ca(OH)_2$ и H_3PO_4 .

194. Между какими из перечисленных ионов возможны химические реакции в водном растворе: CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , K^+ , Zn^{2+} , Ba^{2+} , SO_4^{2-} ? Запишите сокращённые ионные и молекулярные уравнения всех возможных реакций.

195. К раствору, содержащему хлорид магния массой 60,0 г, прибавили избыток раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу выпавшего осадка.

196. В каких массовых соотношениях нужно взять медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и раствор с массовой долей сульфата меди(II), равной 7,0 %, для приготовления раствора с массовой долей сульфата меди(II), равной 15 % ?

197. В медицине для возмещения потери организмом человека электролитов используют медицинский раствор Рингера, в $1,00 \text{ дм}^3$ которого содержится $8,60 \text{ г}$ хлорида натрия, $0,30 \text{ г}$ хлорида калия и $0,33 \text{ г}$ хлорида кальция. В сутки рекомендуется внутривенно капельно вводить в организм со средней скоростью $3,0 \text{ см}^3$ раствора на 1 кг массы пациента за 1 час . Рассчитайте химическое количество ионов натрия, калия, кальция и хлорид-ионов, которые получит организм пациента массой 80 кг , если он пролежит под капельницей двое суток.

198. Гидропоника — это способ выращивания растений без почвы. Все необходимые вещества растения при таком способе выращивания получают из питательных растворов. Для их приготовления все минеральные соли берутся в строго определённых количествах. Ниже приведён состав одного питательного раствора. При его приготовлении в воде объёмом $10,0 \text{ дм}^3$ растворяют $10,0 \text{ г}$ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $2,50 \text{ г}$ KNO_3 , $2,50 \text{ г}$ KH_2PO_4 , $2,50 \text{ г}$ MgSO_4 , $1,25 \text{ г}$ KCl и $1,25 \text{ г}$ FeCl_2 . Рассчитайте, какое число атомов азота и калия приходится на каждые 1000 атомов фосфора в данном питательном растворе.

§ 13. Расчёты по уравнениям химических реакций, протекающих в растворах электролитов

199. Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, участвующих в реакции оксида алюминия с серной кислотой:

а) $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4)$;

б) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{O})$;

в) $n(\text{H}_2\text{O}) = 3 \cdot n(\text{Al}_2\text{O}_3)$;

г) $n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = n(\text{Al}_2\text{O}_3)$.

200. Укажите верные соотношения между химическими количествами частиц, участвующих в реакции между водными растворами карбоната натрия и фосфорной кислоты:

а) $n(\text{Na}^+) = n(\text{CO}_3^{2-})$;

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

$$в) n(\text{PO}_4^{3-}) = n(\text{CO}_3^{2-});$$

$$г) n(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{CO}_2).$$

201. 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.

202. Хлороводород объёмом (н. у.) 5,66 дм³ был полностью поглощён соляной кислотой массой 48,8 г с массовой долей хлороводорода 6,54 %. Рассчитайте массовую долю хлороводорода в полученном растворе.

203. Какой объём раствора хлорида кальция с молярной концентрацией 0,260 моль/дм³ необходим для полного осаждения ионов серебра в виде хлорида серебра в растворе массой 430 г с массовой долей нитрата серебра, равной 0,840 %?

204. К раствору нитрата серебра массой 87,0 г прибавили раствор хлорида натрия до прекращения выпадения осадка. Осадок отфильтровали и высушили, его масса составила 14,3 г. Рассчитайте массовую долю нитрата серебра в исходном растворе.

205. Для полного осаждения ионов бария в виде нерастворимой соли в неизвестном растворе понадобилось добавить раствор массой 65,0 г с массовой долей сульфата натрия 8,60 %. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

206. В растворе серной кислоты объёмом 640 см³ содержится суммарно $2,408 \cdot 10^{23}$ ионов H⁺ и SO₄²⁻. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в этом растворе, если его плотность равна 1,012 г/см³.

207. Хлорид кальция каким химическим количеством следует растворить в растворе хлорида кальция массой 43,0 г с массовой долей CaCl₂, равной 5,50 %, чтобы число ионов кальция в растворе стало в два раза больше по сравнению с исходным?

208. 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.

209. 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?

210. Раствор какой массой с массовой долей гидроксида лития, равной 8,00 %, нужно добавить к раствору массой 350 г с массовой долей серной кислоты, равной 8,00 %, чтобы массовая доля серной кислоты в полученном растворе стала равной 5,00 %?

211. 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 6,60 %, чтобы массовая доля кислоты в полученном растворе стала в два раза меньше по сравнению с исходной?

212. 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 и 31,0.

213. Раствор массой 12,6 кг с массовой долей сульфата натрия 0,960 % упарили наполовину, а затем растворили в нём дополнительно 40,8 г декагидрата сульфата натрия $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массовую долю сульфата натрия в приготовленном растворе.

214. Рассчитайте массу навески оксида бария, при растворении которой в воде объёмом 200 см³ образуется раствор с молярной концентрацией 0,124 моль/дм³ и плотностью 1043 г/дм³.

215. Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ является важным источником энергии в живых организмах. Она с током крови поступает во все органы и ткани человека и животных, где, окисляясь, поставляет 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.

ГЛАВА 3. НЕМЕТАЛЛЫ

§ 14. Общая характеристика неметаллов

Пример 1. Массовая доля водорода в летучем водородном соединении химического элемента VA группы равна 0,1776. Определите химический элемент.

Дано:

$$w(\text{H}) = 0,1776$$

X — ?

Решение

Химические элементы группы VA образуют летучие водородные соединения с общей формулой XH_3 .

По определению, массовая доля водорода в XH_3 равна:

$$w(\text{H}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{XH}_3)}$$

Выразим отсюда величину $M_r(\text{XH}_3)$:

$$M_r(\text{XH}_3) = \frac{3 \cdot A_r(\text{H})}{w(\text{H})} = \frac{3 \cdot 1}{0,1776} = 17;$$

$$M_r(\text{XH}_3) = A_r(\text{X}) + 3 \cdot A_r(\text{H}) = A_r(\text{X}) + 3 \cdot 1 = 17;$$

$$A_r(\text{X}) = 17 - 3 = 14.$$

Такую относительную атомную массу имеет азот.

Ответ: азот, N.

Пример 2. Углекислый газ какого объёма (н. у.) выделится при добавлении карбоната натрия массой 12,0 г к соляной кислоте массой 212 г с массовой долей хлороводорода, равной 0,060?

Дано:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 12,0 \text{ г}$$

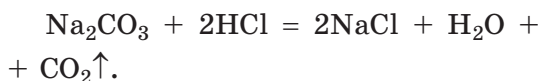
$$m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 212 \text{ г}$$

$$w(\text{HCl}) = 0,060$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Решение

При действии соляной кислоты на карбонат натрия протекает реакция:



В задаче заданы количества обоих реагентов, поэтому для расчёта количества продукта реакции сначала следует выяснить, какой из реагентов израсходуется полностью (взят

в недостатке), а какой — частично останется после реакции (взят в избытке). Для этого рассчитаем химические количества реагентов, заданные в условии задачи, и сравним их со стехиометрическими количествами из уравнения реакции.

Расчёт количества конечного продукта следует проводить по реагенту, который вступит в реакцию полностью (взят в недостатке).

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

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{12,0 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,113 \text{ моль};$$

$$m(\text{HCl}) = m(\text{раствора}) \cdot w(\text{HCl}) = 212 \text{ г} \cdot 0,060 = 12,72 \text{ г};$$

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

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{12,72 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,348 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции:

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

Следовательно, на реакцию с Na_2CO_3 химическим количеством 0,113 моль требуется HCl химическим количеством:

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,113 \text{ моль} = 0,226 \text{ моль}.$$

Согласно условию, в растворе имеется HCl химическим количеством 0,348 моль, что больше требуемого по реакции количества хлороводорода.

Следовательно, весь Na_2CO_3 вступит в реакцию (он взят в недостатке), а часть хлороводорода останется после реакции (он взят в избытке).

Расчёт объёма углекислого газа будем проводить по химическому количеству Na_2CO_3 .

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,113 \text{ моль};$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,113 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} = 2,53 \text{ дм}^3.$$

$$\text{О т в е т: } V(\text{CO}_2) = 2,53 \text{ дм}^3.$$

Пример 3. К раствору, полученному растворением медного купороса массой 700 мг в воде, прибавили твёрдый гидроксид калия массой 0,280 г. Осадок какой массой выпал при этом?

Д а н о:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 700 \text{ мг}$$

$$m(\text{KOH}) = 0,280 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

При растворении медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в воде образуется раствор сульфата меди(II) CuSO_4 .

При добавлении KOH к этому раствору протекает реакция:



В задаче заданы количества обоих реагентов, поэтому для расчёта количества продукта реакции сначала следует выяснить, какой из реагентов израсходуется полностью (взят в недостатке), а какой — частично останется после реакции (взят в избытке). Для этого рассчитаем химические количества реагентов, заданные в условии задачи, и сравним их со стехиометрическими количествами из уравнения реакции.

Расчёт количества конечного продукта следует проводить по реагенту, который вступит в реакцию полностью (взят в недостатке).

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,700 \text{ г}}{250 \text{ г/моль}} =$$

$$= 0,00280 \text{ моль};$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,00280 \text{ моль};$$

$$M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{0,280 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,00500 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции:

$$n(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{CuSO}_4).$$

Следовательно, на реакцию с CuSO_4 химическим количеством 0,00280 моль требуется KOH химическим количеством:

$$n(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{CuSO}_4) = 2 \cdot 0,00280 \text{ моль} = 0,00560 \text{ моль}.$$

Согласно условию задачи, прибавили KOH химическим количеством 0,00500 моль, что меньше требуемого по реакции количества гидроксида калия.

Следовательно, весь КОН вступит в реакцию (он взят в недостатке), а часть CuSO_4 останется после реакции (он взят в избытке).

Расчёт массы образовавшегося $\text{Cu}(\text{OH})_2$ будем проводить по химическому количеству КОН.

Согласно уравнению реакции:

$$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{KOH}) = \frac{1}{2} \cdot 0,00500 \text{ моль} = 0,00250 \text{ моль.}$$

$$M(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 98 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n(\text{Cu}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,00250 \text{ моль} \times 98 \text{ г/моль} = 0,245 \text{ г.}$$

О т в е т: $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,245 \text{ г.}$

216. В каких агрегатных состояниях при нормальных условиях могут находиться простые вещества неметаллы? Приведите по одному примеру простых веществ, образованных неметаллами, в каждом агрегатном состоянии.

217. Только одно простое вещество неметалл при нормальных условиях находится в жидком агрегатном состоянии. Приведите его название и формулу.

218. При нормальных условиях в газообразном агрегатном состоянии находятся 12 простых веществ, образованных неметаллами. Приведите формулы этих веществ.

219. Атомы каких химических элементов в заметных количествах входят в состав живых организмов?

220. Укажите, какие из приведённых ниже валентных состояний указанных химических элементов не существуют:

а) F(VII);

д) C(IV);

б) P(V);

е) Cl(VII);

в) H(II);

ё) S(VI);

г) He(I);

ж) O(VI).

Ответ поясните.

221. У атомов металла или неметалла, расположенных в одном периоде периодической системы, электроны внешнего электронного слоя прочнее связаны с ядром? Кратко поясните, почему.

222. Как отличаются электроотрицательность, радиусы, способность отдавать электроны у атомов неметаллов и металлов, расположенных в одном периоде? Приведите обоснованный ответ.

223. Назовите три химических элемента, для которых характерно явление аллотропии. Приведите для каждого из них известные вам аллотропные формы.

224. Укажите верные утверждения:

а) для всех элементов неметаллов характерно явление аллотропии;

б) вещества, являющиеся аллотропными модификациями одного и того же химического элемента, обладают разными физическими, но одинаковыми химическими свойствами;

в) при полном сгорании в кислороде алмаза и графита образуются разные конечные продукты реакции;

г) алмаз и графит являются аллотропными модификациями углерода;

д) все аллотропные модификации одного химического элемента всегда имеют одинаковый тип кристаллической решётки при одинаковых условиях;

е) у простых веществ неметаллов существуют одноатомные молекулы;

ё) большинство простых веществ неметаллов хорошо проводят электрический ток.

225. Начертите в тетради таблицу и заполните её.

Неметалл	Число электронов на внешнем электронном слое	Минимальная отрицательная степень окисления	Максимальная положительная степень окисления
H			
N			
F			
Cl			
P			
S			
Si			

237. Рекомендованная суточная потребность в фосфоре для возрастной группы 14–18 лет составляет 1200 мг. В 100 г кефира жирностью 3,2 % в среднем содержится 95 мг фосфора (в пересчёте на простое вещество). В составе кефира фосфор находится преимущественно в виде фосфат-ионов. Рассчитайте число фосфат-ионов, содержащихся в одном стакане (250 г) кефира жирностью 3,2 %. Какую долю суточной потребности в фосфоре покрывает потребление двух стаканов кефира в день?

238. Массовая доля селена в организме человека в среднем составляет $1 \cdot 10^{-6}$ %. Полагают, что соединения, содержащие атомы селена, необходимы организму человека для укрепления иммунной системы. Какое число атомов селена содержится в организме человека массой 80 кг?

239. Газообразную смесь, состоящую из водорода объёмом (н. у.) 646 см^3 и кислорода объёмом (н. у.) 440 см^3 взорвали. Рассчитайте массу образовавшейся в результате взрыва воды.

240. К раствору массой 244 г с массовой долей азотной кислоты 12,2 % добавили раствор массой 310 г с массовой долей гидроксида калия 8,46 %. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

§ 15. Хлор — химический элемент и простое вещество

241. Атомов какого из галогенов — фтора, хлора, брома или иода — больше всего в земной коре? Ответ на этот вопрос попробуйте найти в сети интернет.

242. В таблице приведены температуры плавления и кипения веществ X, Y и Z.

Вещество	X	Y	Z
$T_{\text{плавления}}, \text{ }^\circ\text{C}$	-36	-8	12
$T_{\text{кипения}}, \text{ }^\circ\text{C}$	-12	15	87

В каком агрегатном состоянии находятся X, Y и Z при н. у. и при комнатной температуре ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) ?

243. Порция какого галогена — фтора, брома или иода — занимает больший объём при н. у., если их химические количества в порции равны?

244. Определите число электронов, протонов и нейтронов:

а) в атомах хлора-35 и хлора-37;

б) в молекулах ${}^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ и ${}^2\text{H}^{37}\text{Cl}$.

245. Определите степени окисления атомов в следующих соединениях:

а) HCl , HClO_3 , Cl_2O ;

б) Cl_2O_7 , HClO , CuCl_2 ;

в) NaClO_2 , NaAlCl_4 , SCl_4 ;

г) FeCl_3 , ICl , NCl_3 ;

д) AlBr_3 , SiCl_4 , HCuCl_2 ;

е) AgCl , NH_4ClO_4 , KClO_3 .

246. Какие из физических свойств хлора указаны верно:

а) при н. у. находится в жидком агрегатном состоянии;

б) в газообразном состоянии не имеет окраски;

в) имеет характерный запах;

г) обладает высокой токсичностью;

д) очень хорошо растворим в воде;

е) при н. у. немного легче воздуха.

247. Укажите верные утверждения:

а) при н. у. хлор находится в твёрдом агрегатном состоянии;

б) в ядре атома ${}^{37}\text{Cl}$ содержится 20 нейтронов;

в) на втором энергетическом слое атома хлора имеется 7 электронов;

г) заряд ядра атома ${}^{35}\text{Cl}$ равен +35;

д) в природе хлор преимущественно содержится в виде хлоридов;

е) высшим гидроксидом хлора является HClO_4 ;

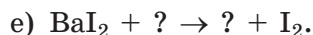
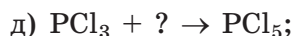
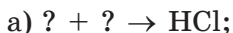
ё) молекула летучего водородного соединения хлора состоит из двух атомов;

ж) в твёрдом агрегатном состоянии хлор имеет молекулярное строение;

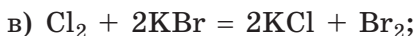
з) газообразный хлор практически не имеет запаха.

248. С водными растворами каких солей хлор вступает в реакцию: FeBr_3 , CaF_2 , MgBr_2 , CaCl_2 , KI . Составьте молекулярные уравнения протекающих химических реакций.

249. Замените вопросительные знаки на формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных химических реакциях:



250. В каких приведённых реакциях хлор является окислителем, а в каких — восстановителем:



251. Хлорная вода — это:

а) водный раствор хлороводородной кислоты;

б) раствор хлора в воде;

в) кристаллогидрат хлора;

г) соединение хлора с водородом;

д) смесь хлора с хлороводородом;

е) продукт восстановления воды хлором.

252. Укажите верные утверждения:

а) присоединение электрона к атому хлора является процессом окисления и приводит к образованию хлорид-аниона;

б) атом хлора в степени окисления +7 может выступать только в качестве окислителя;

в) в процессе окисления атом хлора отдаёт электроны, выступая в качестве восстановителя;

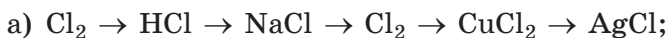
г) превращение атома хлора в хлорид-ион является процессом окисления;

д) при окислении молекулы хлора образуются соединения, содержащие атомы хлора в положительной степени окисления;

е) атомы хлора могут только отдавать электроны, превращаясь в положительно заряженные катионы;

ё) присоединение электронов к атому хлора является процессом восстановления, а атом хлора при этом является окислителем.

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



254. Какой из галогенов — хлор, иод или бром — одинаковой массой при нормальных условиях занимает наибольший объём? Поясните, почему.

255. Чему равна масса:

а) 50 атомов хлора-35;

б) 20 молекул $^{37}\text{Cl}_2$;

в) 18 молекул $^2\text{H}^{35}\text{Cl}$;

г) 36 молекул $^1\text{H}^{37}\text{ClO}$?

256. Какой объём (н. у.) занимает газовая смесь массой 11,0 г, состоящая из фтора и хлора, массовая доля хлора в которой равна 66,0 % ?

257. Смесь бромида калия и иодида калия массой 5,70 г растворили в воде. К полученному раствору добавили избыток брома. В результате образовался иод I_2 массой 2,54 г. Рассчитайте массовую долю иодида калия в исходной смеси.

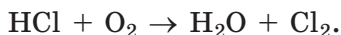
258. В лабораторию размерами 4,0 м × 5,0 м × 3,5 м в результате химической реакции попал хлор массой 100 мг. Какое число молекул хлора содержится в воздухе объёмом (н. у.) 1,00 см³ в этой лаборатории?

259. Газообразную смесь водорода с хлором объёмом (н. у.) 100 дм³, в которой массы компонентов равны, осветили ультрафиолетом. Рассчитайте массу образовавшегося хлороводорода.

260. Над нагретым порошком алюминия массой 7,88 г пропустили газообразный хлор объёмом (н. у.) 8,77 дм³. Рассчитайте массу образовавшейся соли.

261. Одним из промышленных способов получения хлора является процесс Дикона. Данный способ получения основан на использовании хлороводорода, являющегося

побочным продуктом некоторых производств. Хлороводород окисляют атмосферным кислородом при 400 °С в присутствии катализатора (хлорида меди(II)) согласно схеме:



Рассчитайте, хлороводород какой минимальной массой, содержащий 7,50 % по массе примесей, необходим для получения хлора массой 6,00 т.

§ 16. Хлороводород. Соляная кислота

262. Укажите верные окончания утверждения.

Хлороводород:

- а) находится в жидком агрегатном состоянии при нормальных условиях;
- б) в газообразном состоянии состоит из молекул, в которых атомы связаны ковалентной полярной связью;
- в) в 1,258 раз тяжелее воздуха;
- г) очень плохо растворим в воде;
- д) имеет жёлтую окраску при н. у.;
- е) имеет резкий запах;
- ё) может быть получен действием водного раствора серной кислоты на водный раствор хлорида натрия.

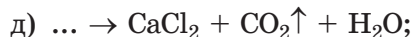
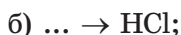
263. Что из перечисленного справедливо по отношению к хлороводороду:

- а) представляет собой жидкость при н. у.;
- б) атомы в молекуле связаны ковалентной полярной связью;
- в) очень плохо растворим в воде;
- г) в газообразном состоянии окрашен в жёлто-зелёный цвет;
- д) имеет резкий запах;
- е) относительная плотность по воздуху превышает 1.

264. Допишите продукты реакции и составьте уравнения реакций:

- | | |
|--|---|
| а) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$; | г) $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow$; |
| б) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$; | д) $\text{CaO} + \text{HCl} \rightarrow$; |
| в) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$; | е) $\text{LiOH} + \text{HCl} \rightarrow$. |

265. Ниже приведены правые части некоторых химических уравнений. Предложите для них исходные вещества и запишите полученные уравнения:



266. В одном объёме воды при н. у. может раствориться примерно 400 объёмов хлороводорода. Хлороводород какой максимальной массой может раствориться в воде объёмом $40,0 \text{ см}^3$ при н. у. и чему будет равна его массовая доля в полученном растворе?

267. Углекислый газ какой максимальной массой может выделиться при добавлении избытка соляной кислоты к раствору карбоната натрия массой 100 кг с массовой долей соли, равной 10,60 %?

268. Рассчитайте массовую долю хлороводорода в соляной кислоте, в которой число атомов кислорода в 4 раза больше числа атомов хлора.

269. Газ какого объёма (н. у.) образуется при действии раствора массой 50,4 кг с массовой долей хлороводорода 2,0 % на карбонат кальция массой 16,8 кг?

270. К хлороводороду химическим количеством 0,500 ммоль добавили воздух объёмом (н. у.) $15,0 \text{ см}^3$. Рассчитайте массовую долю хлороводорода в полученной газовой смеси.

271. Какое число ионов образуется в водном растворе при полной диссоциации хлороводорода массой 7,30 г?

272. Рассчитайте массовую долю хлороводорода в соляной кислоте, в которой массовая доля химического элемента водорода равна 9,80 %.

273. Газ, образовавшийся при взаимодействии хлора с водородом, пропустили через избыток раствора нитрата серебра. В результате реакции образовался белый творожистый осадок массой 28,7 г. Рассчитайте объёмы (н. у.) прореагировавших водорода и хлора.

274. К раствору гидроксида калия массой 50 г с массовой долей щёлочи 11,2 % добавили соляную кислоту

массой 25 г с массовой долей хлороводорода 7,3 %. В какой цвет окрасится лакмус в полученном растворе?

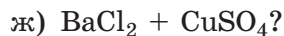
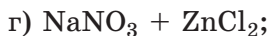
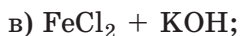
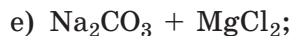
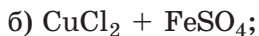
275. При действии на смесь массой 312 мг, состоящей из карбоната кальция и карбоната натрия, избытка соляной кислоты выделился газ объёмом (н. у.) 67,2 см³. Хлороводород каким химическим количеством вступил в реакцию?

276. К раствору массой 40,0 г, содержащему азотную и соляную кислоты, добавили нитрат серебра до прекращения выпадения осадка. Масса образовавшегося осадка составила 2,87 г. На нейтрализацию такого же раствора кислот потребовался раствор гидроксида натрия, содержащий щёлочь химическим количеством 0,060 моль. Рассчитайте массовые доли кислот в исходном растворе.

277. Калий является одним из жизненно необходимых химических элементов для живых организмов, в том числе и человека. В 100 г съедобной части лимонов в среднем содержится 163 мг калия (в пересчёте на металл). Приняв, что масса кожуры лимона составляет примерно 12 % от его массы, а калий присутствует в виде калиевой соли трёхосновной лимонной кислоты $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$, рассчитайте массовую долю этой соли в лимонах.

§ 17. Хлориды. Применение соляной кислоты и хлоридов

278. Реакции между 1,0%-ми водными растворами каких пар веществ протекают практически необратимо:



Приведите молекулярные и ионные уравнения протекающих реакций.

279. Укажите тип химических связей между атомами в перечисленных соединениях: Cl_2 , MgCl_2 , HClO , Cl_2O_7 , HCl , NaCl , KBr .

280. Приведите молекулярные и ионные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



281. Атомы хлора являются жизненно важными для человека. В виде какого вещества поступает большая часть атомов хлора в организм человека?

282. Поступление с пищей и питьевой водой в организм человека соединений какого галогена повышает устойчивость зубной эмали к кариесу?

283. В воде растворили хлорид натрия массой 3,04 г и хлорид кальция массой 1,22 г. Рассчитайте химическое количество и массу ионов хлора в этом растворе.

284. Осадок какой массой образуется при добавлении избытка нитрата серебра к раствору массой 50,8 г, содержащему хлориды натрия и кальция, массовые доли которых в растворе соответственно равны 4,76 и 6,52 %?

285. Древняя мудрость гласит, чтобы познать человека, с ним нужно съесть пуд соли. За какой период времени съедят столько соли два человека, если в среднем за сутки один человек употребляет её около 10 г?

286. Вычислите химическое количество атомов фтора в образце флюорита CaF_2 массой 65,0 г?

287. Рассчитайте массу хлорида меди(II), образующегося при взаимодействии меди массой 6,48 кг с хлором объёмом (н. у.) 1,88 м³.

288. Какое число атомов фтора приходится на каждые 1000 атомов фосфора во фторапатите, имеющем состав $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$?

289. Необходимо приготовить 2,58 дм³ соляной кислоты с плотностью 1,062 г/см³ и массовой долей хлороводорода, равной 12,6 %. Какие объёмы (н. у.) хлороводорода и воды необходимы для этого?

290. По данным Международного комитета по контролю за иододефицитными нарушениями потребность в

иоде детей в возрасте 13–14 лет составляет 200 мкг/сутки (в расчёте на химический элемент иод). Иодид кальция какой массой позволит покрыть суточную потребность в иоде одного подростка возрастом 13–14 лет?

291. Тироксин является гормоном щитовидной железы, выполняющим важные биологические функции в организме человека. В составе его молекулы содержатся четыре атома иода. Массовая доля этого галогена в составе гормона равна 65,38 %. Определите относительную молекулярную массу тирокина.

292. Для восполнения дефицита иода в организме человека рекомендуется для приготовления пищи использовать иодированную соль. Для иодирования соли к ней добавляют иодат калия KIO_3 из расчёта 40 г на 1 т соли. Рассчитайте массу атомов иода, поступающих в организм с иодированной солью в течение недели, если рекомендованная суточная норма потребления соли составляет 5 г.

293. Для растений калий является жизненно необходимым элементом. Для внесения в почву калия используют калийные удобрения — хлористый калий (KCl) и калийная селитра (KNO_3). Содержание калия в удобрениях принято выражать в пересчёте на K_2O . Например, калийная селитра является удобрением с содержанием калия в пересчёте на K_2O , равным 46,5 %. Это означает, что при внесении в почву 100 г калийной селитры будет внесено столько же калия, как и при внесении 46,5 г K_2O . Рассчитайте содержание калия (в пересчёте на K_2O) в хлористом калии, содержащем 98 % основного вещества.

§ 18. Кислород — химический элемент и простое вещество

294. Укажите верные утверждения:

- а) кислород входит в группу элементов, называемую галогенами;
- б) электроотрицательность атома кислорода выше, чем атома водорода;
- в) в природе кислород встречается только в виде соединений;

г) атом кислорода проявляет только отрицательные степени окисления в соединениях;

д) в соединении кислорода с фтором атом кислорода имеет положительную степень окисления;

е) кислород на нашей планете образуется в результате процесса фотосинтеза;

ё) в лаборатории кислород можно получить нагреванием до 1000 °С любого соединения, содержащего кислород;

ж) радиус атома кислорода меньше радиуса атома азота.

295. Укажите, с какими из перечисленных веществ кислород вступает в реакции: водород, углерод, метан, хлор, сера, золото, магний, глюкоза, неон. Приведите молекулярные уравнения протекающих реакций.

296. Подавляющее большинство реакций протекающих с участием кислорода сопровождаются выделением большого количества теплоты. Как называются такие реакции? Приведите три примера уравнений таких реакций.

297. Какую максимальную положительную и минимальную отрицательную степень окисления могут иметь атомы кислорода в соединениях? Определите степень окисления атомов кислорода в следующих соединениях: SeO_3 , CO , BaO_2 , O_2 , Na_2SeO_4 , OF_2 , CO_2 , O_3 , S_8 , H_2O_2 .

298. В результате горения железа в кислороде образуется железная окалина Fe_3O_4 , в которой есть атомы железа с разной степенью окисления. Определите степени окисления атомов железа в этом соединении.

299. При горении в кислороде сложных веществ, в состав которых входят только атомы неметаллов, продуктами реакции обычно являются оксиды неметаллов. Приведите уравнения сгорания в кислороде:

а) метана CH_4 ;

г) силана SiH_4 ;

б) фосфина PH_3 ;

д) сероуглерода CS_2 ;

в) диборана B_2H_6 ;

е) селеноводорода H_2Se .

300. Укажите продукты и расставьте коэффициенты в полученных схемах:

а) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$;

г) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow$;

б) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow$;

д) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow$;

в) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$;

е) $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow$.

301. Укажите верные утверждения:

- а) кислород образуется при дыхании живых организмов;
- б) на окисление органических остатков расходуется кислород из воздуха;
- в) жизнь в воде была бы невозможна без растворённого в ней кислорода;
- г) водоросли производят большое количество кислорода;
- д) в природе кислород чаще всего выступает в качестве окислителя;
- е) большинство реакций кислорода с простыми и сложными веществами являются экзотермическими.

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

- а) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{Mg(NO}_3)_2$;
- б) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$;
- в) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl}$;
- г) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2$.

303. Рассчитайте химическое количество каждого вещества, теоретически необходимого для получения кислорода массой 640 кг:

- а) KMnO_4 ;
- б) KNO_3 ;
- в) O_3 ;
- г) KClO_3 ;
- д) H_2O_2 ;
- е) H_2O .

304. Кислород какой максимальной массой можно выделить из воздуха объёмом (н. у.) 830 м^3 ?

305. При электролизе воды выделились два газа суммарным объёмом (н. у.) 700 см^3 . Вода какой массой разложилась в процессе электролиза?

306. В воде объёмом $1,00 \text{ дм}^3$ при $10 \text{ }^\circ\text{C}$ растворяется $53,7 \text{ мг}$ кислорода. Какое число молекул кислорода содержится в стакане холодной воды (примите объём стакана равным 200 см^3)?

307. Оксид магния какой максимальной массой можно получить при сжигании магния массой $1,56 \text{ кг}$ в газовой

смеси, содержащей кислород массой 200 г и озон объёмом (н. у.) 200 дм³?

308. Воздух какого минимального объёма (н. у.) потребуется для полного сжигания метана CH_4 массой 640 кг?

309. Какой объём (н. у.) занимает газовая смесь, состоящая из кислорода массой 1,60 кг и азота массой 900 г?

310. Плотность газовой смеси, состоящей из озона и кислорода, равна 1,670 мг/см³. Рассчитайте массовую долю озона в этой смеси.

311. При полном сгорании навески глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ в кислороде образовались оксиды общей массой 13,64 мг. Рассчитайте массу сгоревшей глюкозы.

312. Какой объём (н. у.) смеси кислорода и озона, в которой объёмная доля озона равна 24,2 %, потребуется для полного сгорания метана массой 26,8 кг?

313. Смесь, состоящую из азота массой 400 мг и кислорода массой 800 мг, нагрели в замкнутом сосуде до высокой температуры, а затем охладили. При этом четвертая часть имеющегося в смеси кислорода вступила в реакцию. Рассчитайте массовые доли всех веществ в газовой смеси, полученной в результате реакции. Какой объём будет занимать полученная газовая смесь при н. у.?

314. Примем, что взрослый человек в среднем делает 18 вдохов в минуту, объём каждого из которых в спокойном состоянии составляет 500 см³ (объёмная доля кислорода в воздухе равна 21 %), а объёмная доля кислорода в выдыхаемом воздухе понижается до 16 %. Рассчитайте массу кислорода, которую один человек в среднем потребляет за неделю.

315. Примем, что за сутки один человек массой 60 кг расходует около 860 г кислорода для дыхания. Кислород образуется в результате процесса фотосинтеза: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2\uparrow$.

Одно дерево за вегетационный период (153 дней в году) поглощает в среднем около 42 кг углекислого газа. Рассчитайте, какое число деревьев может обеспечить одного человека кислородом, необходимым для дыхания, в течение одного года. С учётом проделанных расчётов, сделайте вы-

вод о том, каким должно быть отношение к зелёным растениям на нашей планете.

§ 19. Сера — химический элемент и простое вещество

316. К какому атому будут смещены общие электронные пары при образовании ковалентной связи между атомом серы и атомом:

- | | |
|--------------|--------------|
| а) углерода; | г) кремния; |
| б) азота; | д) фтора; |
| в) хлора; | е) водорода? |

Кратко поясните, почему.

317. Какую максимальную положительную и минимальную отрицательную степень окисления в соединениях могут иметь атомы серы? Приведите по одному примеру соединений, содержащих атомы серы с такой степенью окисления.

318. Максимальная степень окисления, которую могут проявлять атомы элементов группы VIA, равна +6 (кроме кислорода), а минимальная — (-2). В качестве чего — окислителя, восстановителя или как окислителя, так и восстановителя — могут выступать атомы в следующих степенях окисления:

- | | |
|-----------|-----------|
| а) S(+4); | г) S(0); |
| б) S(+6); | д) S(-1); |
| в) S(-2); | е) S(+2)? |

Кратко поясните, почему.

319. Определите степень окисления атомов серы в следующих соединениях:

- | | |
|--|--|
| а) SO_3 , Na_2SO_4 , SF_6 ; | в) SOCl_2 , S_8 , $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$; |
| б) K_2S , SO_2 , H_2S ; | г) H_2S_2 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, FeS_2 . |

320. В каждой реакции укажите окислитель и восстановитель:

- а) $\text{S} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{S}$;
- б) $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$;
- в) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$;

- г) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$;
- д) $\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
- е) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- ё) $\text{S} + 6\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- ж) $3\text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{ZnSO}_4 + \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$.

321. Укажите верные утверждения:

- а) сера расположена в 3 группе, VII периоде;
- б) молекула серы состоит из 8 атомов;
- в) простое вещество сера имеет жёлтый цвет;
- г) электроотрицательность серы выше, чем углерода;
- д) при н. у. сера находится в твёрдом агрегатном состоянии;
- е) молекула кристаллической серы имеет циклическое строение;
- ё) высшая валентность серы равна VI;
- ж) в природе сера встречается только в виде простого вещества;
- з) сера проявляет только положительные степени окисления в соединениях;
- и) сера хорошо растворима в воде;
- й) в сульфид-ионе три электронных слоя полностью заполнены электронами;
- к) на внешнем электронном слое атомы серы имеется 6 электронов.

322. В каком случае верно указано название соответствующего минерала:

- а) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — гипс;
- б) ZnS — цинковая обманка;
- в) PbS — киноварь;
- г) FeS_2 — пирит;
- д) HgS — свинцовый блеск;
- е) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — пирит;
- ё) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — глауберова соль;
- ж) HgS — киноварь;
- з) FeS_2 — гипс;
- и) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — глауберова соль.

323. Пары ртути очень ядовиты для человека. Если случайно разбить ртутный термометр в комнате, то маленькие капельки ртути попадают в щели на полу, стенах и оставаясь там могут очень долго отравлять воздух в помещении. Для обезвреживания ртути в такой ситуации следует все щели засыпать очень мелкодисперсным порошком серы (он называется «серный цвет»). Почему такая операция приводит к нейтрализации ртути? Кратко поясните ответ и приведите уравнение соответствующей реакции.

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



325. Серную кислоту какой максимальной массой можно получить из серы массой 16,4 т?

326. Смешали железо массой 500 мг и серу массой 250 мг и нагрели. Какая соль образовалась при этом и чему равна её масса?

327. Водород объёмом (н. у.) 4,48 дм³ пропустили над нагретой серой массой 5,56 г. Сероводород какой максимальной массой мог образоваться при этом?

328. Достаточно ли для полного сжигания серы массой 3,20 г воздуха объёмом (н. у.) 3,00 дм³? Ответ подтвердите расчётами.

329. Смесь углерода и серы массой 2,20 г полностью сожгли. На горение потребовался кислород объёмом (н. у.) 2,24 дм³. Рассчитайте массовую долю серы в исходной смеси.

330. Рассчитайте молярную массу белка, если известно, что в состав его молекулы входит четыре атома серы, а массовая доля серы в белке составляет 0,32 %.

331. Сероводород H₂S — бесцветный газ с неприятным запахом тухлых яиц. Очень ядовит: острое отравление человека наступает уже при содержании в воздухе 0,2–0,3 мг/дм³, а выше 1 мг/дм³ — может наступить смерть. Сероводород

действует непосредственно на нервную систему. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) в воздухе в рабочей зоне составляет 10 мг/м^3 . Рассчитайте число молекул H_2S в воздухе помещения объёмом 240 м^3 , если его концентрация в два раза превышает величину ПДК.

§ 20. Оксид серы(IV) и оксид серы(VI)

332. Укажите верные утверждения:

- а) оксид серы(IV) при н. у. находится в твёрдом агрегатном состоянии;
- б) атом серы в сернистом газе имеет максимальную степень окисления;
- в) в молекуле оксида серы(IV) имеется две двойные ковалентные связи;
- г) оксид серы(IV) является кислотным оксидом;
- д) оксид калия реагирует с сернистым газом с образованием сульфата калия;
- е) в реакции с кислородом оксид серы(IV) выступает восстановителем;
- ё) оксид серы(IV) можно получить при окислении оксида серы(VI);
- ж) при разложении сернистой кислоты образуется оксид серы(VI).

333. Что произойдёт, если открытый сосуд с водным раствором оксида серы(IV) оставить на длительное время на воздухе? Какая химическая реакция будет протекать в сосуде, и какое вещество при этом образуется с течением времени?

334. При зажигании спички ощущается характерный резкий запах. Какое вещество обуславливает этот запах? Приведите уравнение реакции его образования.

335. Укажите продукты и составьте уравнения реакций:

- а) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
- б) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$;
- в) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$;
- г) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$;

- д) $\text{SO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$;
- е) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
- ё) $\text{SO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$;
- ж) $\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$.

Приведите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионных формах. Укажите, какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными.

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

- а) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$;
- б) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- в) $\text{ZnS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3$.

337. Что такое кислотные дожди, и какие процессы лежат в основе их образования? Приведите уравнения соответствующих химических реакций.

338. В каких случаях приведено верное название вещества с указанной формулой:

- а) Na_2S — сульфит натрия;
- б) BaSO_3 — сульфат бария;
- в) H_2SO_4 — серная кислота;
- г) SO_3 — оксид серы(IV);
- д) ZnS — сульфид цинка(I);
- е) CuSO_3 — сульфит меди(II);
- ё) FeS — сульфид железа(II);
- ж) H_2SO_3 — сероводородная кислота.

339. Составьте уравнения электролитической и термической диссоциации сернистой кислоты. Какие частицы образуются в каждом из процессов?

340. Приведите ионные уравнения реакций, протекающих между указанными веществами в водном растворе:

- а) серная кислота и карбонат натрия;
- б) оксид серы(IV) и гидроксид калия;
- в) сероводород и оксид натрия;
- г) сульфат меди(II) и нитрат бария;
- д) сернистая кислота и гидроксид лития.

341. При полном сгорании навески серы в кислороде образовался сернистый газ объёмом (н. у.) 260 м^3 . Рассчитайте массу сожжённой серы.

342. Сернистый газ хорошо растворим в холодной воде — в 1 объёме воды растворяется примерно 400 объёмов SO_2 . Какое число молекул воды приходится на 100 молекул сернистой кислоты в таком растворе?

343. Соль какой массой образуется при пропускании оксида серы(IV) объёмом (н. у.) 672 см^3 через раствор массой 208 г с массовой долей гидроксида калия, равной 12,2 %?

344. Сернистый газ объёмом (н. у.) 860 см^3 был полностью поглощён водой объёмом 900 см^3 . Рассчитайте массовую долю и молярную концентрацию сернистой кислоты в образовавшемся растворе с плотностью $1,012 \text{ г/см}^3$.

345. Необходимо очистить от SO_2 газообразные выбросы объёмом (н. у.) 250 м^3 , объёмная доля сернистого газа в которых составляет 1,48 %. Сероводород какой массы необходим для этого?

346. Оксид серы(VI) массой 16,0 г растворили в избытке воды. Затем к полученному раствору добавили раствор массой 140 г с массовой долей хлорида бария 22,0 %. Рассчитайте массу выпавшего осадка.

347. Через раствор массой 356 г с массовой долей гидроксида калия, равной 12,8 %, пропустили сернистый газ, который полностью поглотился раствором. При этом массовая доля щёлочи в растворе уменьшилась в два раза. Рассчитайте объём (н. у.) поглощённого раствором сернистого газа.

§ 21. Серная кислота.

Физические и химические свойства

348. Укажите верные утверждения:

а) раствор серной кислоты используется в качестве электролита в свинцовых аккумуляторах;

б) алхимики называли серную кислоту купоросным маслом;

в) окислительные свойства разбавленной серной кислоты обусловлены ионами водорода;

г) все металлы, стоящие в ряду активности до водорода, растворяются в концентрированной серной кислоте при н. у.;

д) при добавлении воды к концентрированной серной кислоте поглощается очень много теплоты;

е) единственным возможным продуктом восстановления концентрированной серной кислоты является сернистый газ;

ё) при диссоциации серной кислоты в водном растворе образуются ионы серы и ионы кислорода;

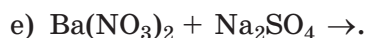
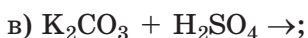
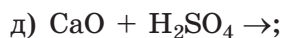
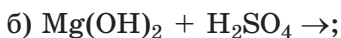
ж) для разбавления концентрированной кислоты к ней при постоянном перемешивании следует добавить воду;

з) серная кислота является сильным электролитом и поэтому полностью диссоциирует на ионы в водном растворе;

и) качественной реакцией на сульфат-ионы является образование нерастворимого в кислотах белого осадка при добавлении ионов бария.

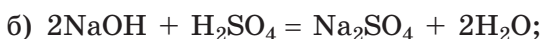
349. Какое число общих электронных пар участвует в образовании ковалентных связей в молекуле серной кислоты? Какое число электронных пар, не участвующих в образовании химических связей, имеется во всех атомах в молекуле серной кислоты?

350. Допишите продукты и составьте уравнения химических реакций в молекулярной и ионной формах:



351. Какие из перечисленных веществ реагируют с разбавленным водным раствором серной кислоты: CaO , Sn , Ag , HgO , Ni , Fe_3O_4 ? Приведите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

352. В каких химических реакциях серная кислота является окислителем:



- в) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 г) $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$;
 д) $\text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
 е) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$;
 ё) $4\text{Zn} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) = 4\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$;
 ж) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

353. При взаимодействии серной кислоты с солью должны получиться новая соль и новая кислота. При выполнении каких условий эта реакция будет протекать? С какими из перечисленных солей разбавленная серная кислота будет вступать в реакцию: KNO_3 , FeCl_2 , Na_2S , CaCO_3 , Li_3PO_4 , NaNO_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, MgS ? Приведите уравнения протекающих реакций в ионном виде.

354. Железо очень легко растворяется в разбавленной серной кислоте. Но для перевозки серной кислоты в промышленности используют железные (стальные) цистерны. Кратко поясните, почему при перевозке кислота не разрушает железную цистерну?

355. Концентрированная серная кислота является сильным окислителем и вступает в реакцию не только с малоактивными металлами, но и с некоторыми неметаллами. Так, при кипячении серная кислота реагирует с серой. Продуктами этой реакции являются два оксида. Приведите уравнение химической реакции, протекающей при растворении серы в концентрированной серной кислоте при нагревании.

356. Ионы водорода каким химическим количеством образуется при полной диссоциации серной кислоты массой 19,6 г?

357. К водному раствору массой 400 г с массовой долей серной кислоты 12,8 % добавили воду массой 0,860 кг. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

358. В воде объёмом 500 см³ растворили серную кислоту. Общее число катионов и анионов, образовавшихся в результате электролитической диссоциации, в полученном растворе оказалось равным $2,86 \cdot 10^{23}$. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в этом растворе.

359. При полном растворении навески меди в концентрированной серной кислоте выделился газ объёмом (н. у.) $49,8 \text{ см}^3$. Рассчитайте массу навески меди.

360. Оксид серы(VI) какой массы следует добавить к раствору массой 240 г с массовой долей серной кислоты $8,56 \%$, чтобы в полученном растворе массовая доля серной кислоты стала равной $12,6 \%$?

361. Рассчитайте массу оксида алюминия и концентрированного раствора серной кислоты с массовой долей H_2SO_4 , равной $87,0 \%$, которые необходимы для получения сульфата алюминия массой $3,70 \text{ кг}$.

362. Необходимо приготовить раствор серной кислоты объёмом 100 см^3 с массовой долей H_2SO_4 , равной $4,50 \%$, и плотностью 1030 г/дм^3 . Раствор с массовой долей серной кислоты $10,9 \%$ и плотностью $1,075 \text{ г/см}^3$ какого объёма необходим для этого?

363. На нейтрализацию раствора массой 100 г , содержащего гидроксид натрия и гидроксид калия общей массой $9,60 \text{ г}$, затратили раствор серной кислоты массой $50,0 \text{ г}$ с массовой долей H_2SO_4 , равной $19,6 \%$. Рассчитайте массовые доли гидроксидов в исходном растворе.

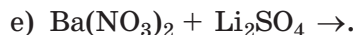
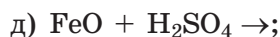
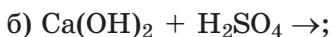
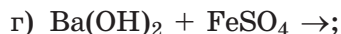
364. При сливании растворов серной кислоты и гидроксида бария, имеющих одинаковую массу и массовую долю растворённого вещества, образовался раствор, в котором массовая доля серной кислоты в четыре раза меньше исходной. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

§ 22. Сульфаты — соли серной кислоты.

Применение серной кислоты и сульфатов

365. Приведите примеры двух хорошо растворимых и двух нерастворимых в воде солей серной кислоты.

366. Укажите продукты и составьте уравнения химических реакций в молекулярной и ионной формах:



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

- а) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow K_2SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow S$;
б) $H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow BaSO_3 \rightarrow BaSO_4$.

Для окислительно-восстановительных реакций укажите окислитель и восстановитель.

368. Какое число атомов кислорода содержится в образце:

- а) сульфата меди(II) массой 5,40 мг;
б) медного купороса массой 750 кг?

369. В воде массой 0,784 кг растворили глауберову соль $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ массой 90,6 г. Вычислите массовую долю сульфата натрия в полученном растворе.

370. Рассчитайте массовую долю кристаллизационной воды:

- а) в медном купоросе;
б) в железном купоросе;
в) в цинковом купоросе.

371. Сульфат лития какой массой образуется при нейтрализации раствора массой 80 г с массовой долей серной кислоты, равной 9,8 %, избытком раствора гидроксида лития?

372. Рассчитайте химическое количество ионов натрия, образующихся при растворении в воде сульфата натрия массой 8,70 кг.

373. Алебастр получают нагреванием гипса при 140 °С. Гипс какой массы необходим для получения алебастра массой 20,0 т?

374. Массовая доля кислорода в составе сульфата двухвалентного металла равна 53,33 %. Установите металл и рассчитайте его массовую долю в этом сульфате.

375. Рассчитайте суммарное химическое количество ионов, содержащихся в растворе массой 18,0 г с массовой долей хлорида алюминия 2,50 %.

376. В растворе сульфата калия массой 120 г содержатся ионы калия химическим количеством 0,050 моль. Рассчитайте массовую долю сульфата калия в растворе.

377. Серу массой 8,58 г полностью сожгли с кислородом. Образовавшийся оксид серы(IV) окислили до оксида серы(VI) и растворили в воде массой 100 г. Рассчитайте массу раствора гидроксида натрия с массовой долей 12,6 %, необходимого для нейтрализации полученного раствора.

378. Рассчитайте массу глауберовой соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и воды, необходимых для приготовления раствора массой 3,22 кг с массовой долей сульфата натрия, равной 7,54 %.

379. Медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ применяется в садоводстве для опрыскивания плодово-ягодных культур в качестве профилактики и лечения вирусных и грибковых заболеваний, при борьбе с вредителями. При приготовлении раствора необходимо растворить 100 г медного купороса в воде и затем довести объём раствора до 10 дм³. Готовить раствор нужно в стеклянной, пластмассовой или эмалированной посуде. Опрыскивают не только само дерево, но и почву вокруг него. Расход составляет — 10 дм³ на 100 м². Рассчитайте массу CuSO_4 , внесенного на 1 м². Почему для приготовления раствора нельзя использовать железное или оцинкованное ведро?

§ 23. Азот — химический элемент и простое вещество

380. В атоме нуклида азота суммарное число электронов, протонов и электронов равно 22. Назовите этот нуклид азота.

381. Какое число электронов, протонов и нейтронов содержится в одной молекуле азота? Какое число общих электронных пар участвует в образовании ковалентной связи в молекуле азота? Поясните, почему азот обладает низкой химической активностью.

382. Какую максимальную положительную и минимальную отрицательную степень окисления проявляют атомы азота в соединениях? Приведите по одному примеру соединений, содержащих атомы азота в таких степенях окисления.

383. Определите степень окисления атомов азота в следующих веществах:

- а) NO, NH₃, N₂;
- б) HNO₂, HNO₃, NO₂;
- в) NH₄NO₃, Ca(NO₂)₂, N₂O;
- г) N₂H₄, (NH₄)₂SO₄, Ba(NO₃)₂;
- д) Mg₃N₂, N₂O₃, N₂O₅;
- е) NaNH₂, NOCl, Li₃N.

384. Укажите продукты и составьте уравнения возможных химических реакций:

- а) N₂ + O₂ →;
- б) Al + N₂ →;
- в) N₂ + Li →;
- г) N₂ + F₂ →;
- д) N₂ + Ca →;
- е) N₂ + H₂ →.

В каких реакциях азот является окислителем, а в каких — восстановителем?

385. В каждой паре химических элементов укажите тот, электроотрицательность которого выше:

- а) литий и азот;
- б) азот и хлор;
- в) азот и иод;
- г) кислород и азот;
- д) висмут и азот;
- е) цезий и азот.

386. Укажите справедливые утверждения:

- а) в бинарных соединениях с металлами азот проявляет отрицательную степень окисления;
- б) у атома азота неметаллические свойства выражены слабее, чем у атома фосфора;
- в) в виде простого вещества азот в природе не встречается;
- г) при обычных условиях из металлов только литий реагирует с азотом;
- д) атом азота в молекуле азота образует три ковалентные полярные связи;
- е) в отличие от азота, фосфор с трудом вступает в реакцию с кислородом;
- ё) в атомах азота и фосфора содержится одинаковое число электронных слоев.

387. Азот какой массой содержится в воздухе объёмом (н. у.) 80 дм³?

388. Рассчитайте плотность газообразного азота при н. у.

389. Рассчитайте относительную молекулярную массу вещества, если известно, что в его молекуле содержится три атома азота, а массовая доля азота в нём равна 3,40 %.

390. Аммиак какой максимальной массой можно получить из азота объёмом (н. у.) 73,8 м³?

391. При горении магния на воздухе образуется смесь двух веществ. Каких? Приведите уравнения соответствующих реакций.

392. Нитрит аммония при нагревании разлагается на азот и воду. Азот каким объёмом (н. у.) образуется при разложении нитрита аммония массой 6,46 кг?

393. Массовая доля водорода в его смеси с азотом равна 10,0 %. Рассчитайте, какое число молекул азота приходится на каждые 1000 молекул водорода в этой смеси.

394. Смесь массой 8,00 г, состоящая из водорода и азота, занимает объём (н. у.) равный 44,8 дм³. Рассчитайте объёмную долю водорода в этой смеси.

395. Растворимость азота в 100 г воды при 0 °С составляет 2,30 см³, а при 20 °С — 1,10 см³. Какое число молекул азота выделится из 9,86 кг его насыщенного при 0 °С раствора при повышении температуры до 20 °С?

§ 24. Аммиак

396. Определите число элементарных частиц (электронов, протонов и нейтронов) в молекуле аммиака и ионе аммония. Составьте электронную и графическую формулы молекулы аммиака и иона аммония. Какое число электронных пар участвует в образовании ковалентных связей в молекуле аммиака и ионе аммония?

397. Почему азот N₂ может выступать как в качестве окислителя, так и в качестве восстановителя, а аммиак — только в качестве восстановителя за счёт атома азота? Подтвердите ответ соответствующими уравнениями реакций.

398. Укажите продукты и составьте уравнения химических реакций:

- а) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} \rightarrow$; г) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow$;
б) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$; д) $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow$;
в) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; е) $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$.

Какие из указанных химических реакций являются окислительно-восстановительными? Укажите, в каких реакциях азот является окислителем, а в каких — восстановителем.

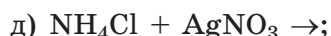
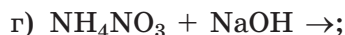
399. Укажите верные утверждения:

- а) атом азота в молекуле аммиака образует три ковалентные химические связи;
б) в молекуле аммиака имеются тройные связи;
в) как и большинство газов, аммиак плохо растворим в воде при н. у.;
г) в промышленности аммиак получают прямым синтезом из простых веществ;
д) степень окисления атома азота в аммиаке равна +3;
е) атомы водорода связаны с атомом азота в аммиаке ковалентной неполярной связью;
ё) в лабораторных условиях аммиак легко получить из воздуха;
ж) при действии щелочей на твёрдый NH_4Cl выделяется аммиак;
з) все атомы в молекуле аммиака лежат в одной плоскости;
и) при н. у. аммиак представляет собой газ с резким неприятным запахом;
й) атом азота в аммиаке может выступать только окислителем;
к) в водном растворе аммиака присутствует заметное количество гидроксид-ионов и поэтому раствор имеет щелочную среду.

400. Составьте формулы следующих солей аммония:

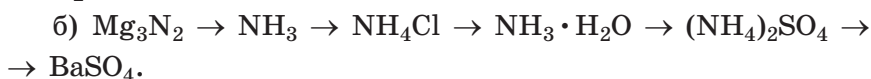
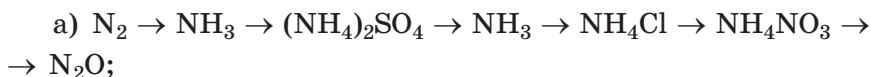
- а) сульфата; г) бромида;
б) сульфида; д) нитрата;
в) фосфата; е) карбоната.

401. Укажите продукты и составьте уравнения соответствующих химических реакций:



402. Приведите уравнения электролитической диссоциации следующих солей в водном растворе: бромида аммония, сульфата аммония, фосфата аммония.

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



404. Укажите верные утверждения:

а) при действии на соли аммония щелочей образуется аммиак;

б) нашатырь — это тривиальное название хлорида аммония;

в) среди солей аммония есть слабые электролиты;

г) при диссоциации солей аммония в водном растворе образуется анион аммония и катион кислотного остатка;

д) известно много месторождений солей аммония в природе;

е) соли аммония образуются при взаимодействии аммиака с основаниями;

ё) большинство солей аммония обладают невысокой термической устойчивостью и разлагаются при нагревании;

ж) нашатырный спирт — это раствор нашатыря в воде;

з) ион аммония имеет относительный заряд, равный +1;

и) все соли аммония являются твёрдыми веществами при н. у.;

й) в промышленных условиях соли аммония получают из аммиака.

405. Рассчитайте массовую долю азота:

а) в аммиаке;

в) в сульфате аммония;

б) в гидрате аммиака;

г) в нитрате аммония.

406. Рассчитайте плотность газообразного аммиака при н. у.

407. Рассчитайте массовую долю аммиака в растворе, в котором в одном объеме воды растворили 700 объемов (н. у.) NH_3 .

408. Бромид аммония массой 9,80 г растворили в воде. Рассчитайте число ионов аммония в приготовленном растворе.

409. Рассчитайте массовую долю азота в смеси, состоящей из сульфата аммония массой 260 г и нитрата аммония массой 480 г.

410. В процессе распада белков образуется аммиак. Это соединение является токсичным веществом для животных. Особенно велико его негативное влияние на мозг. В организме человека и ряда животных аммиак обезвреживается, превращаясь в мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, которая выводится с мочой. В среднем в течение суток из организма удаляется мочевины массой около 30 г. Рассчитайте, белок какой массой подвергся распаду, если массовая доля азота в белке составляет 16,0 %.

§ 25. Азотная кислота

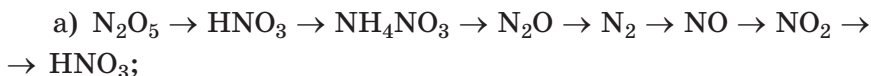
411. Определите степени окисления атомов азота в соединениях: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 , HNO_3 .

412. При взаимодействии какого оксида азота с водой образуется только один продукт — азотная кислота? Приведите молекулярное уравнение этой реакции.

413. Если закрытый сосуд, наполненный газообразным оксидом азота(II), открыть на воздухе, то наблюдается образование бурого газа. Чем можно объяснить появление бурой окраски? Приведите уравнение протекающей при этом химической реакции и определите окислитель и восстановитель в ней.

414. Одним из компонентов кислотных дождей является азотная кислота. Поясните, как она появляется в дождевой воде. Приведите уравнения соответствующих

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



420. Определите число элементарных частиц (протонов, нейтронов и электронов) в молекуле HNO_3 и ионе NO_3^- .

421. В водном растворе азотной кислоты массой 2,08 кг содержатся катионы и анионы суммарным химическим количеством 2,08 моль. Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в этом растворе.

422. Азотную кислоту в промышленности получают по схеме: $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$.

Составьте уравнения химических реакций, протекающих на каждой из стадий получения азотной кислоты. Азотную кислоту какой максимальной массой можно получить из азота массой 420 т?

423. Концентрированный водный раствор азотной кислоты с её массовой долей, равной 56,0 %, какой массой потребуются для полного растворения смеси, содержащей оксид меди(II) массой 16,0 г и медь массой 19,2 г?

424. При растворении смеси меди и оксида меди(II) общей массой 67,2 мг в концентрированной азотной кислоте выделился бурый газ химическим количеством 1,60 ммоль. Рассчитайте массовую долю оксида меди(II) в исходной смеси.

425. К раствору массой 240 г с массовой долей азотной кислоты 12,4 % прибавили оксид азота(V) массой 20,0 г. Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

426. Рассчитайте массу раствора с массовой долей гидроксида бария 6,88 %, добавление которого к 560 г раствора с массовой долей азотной кислоты 12,8 % приведёт к уменьшению массовой доли кислоты в полученном растворе в два раза.

§ 26. Нитраты.

Применение азотной кислоты и нитратов

427. Составьте формулы:

- а) нитрата железа(III); в) нитрата лития;
б) нитрата аммония; г) нитрата меди(II).

428. Укажите продукты и составьте уравнения химических реакций:

- а) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Zn} \rightarrow$; г) $\text{HNO}_3 (\text{конц.}) + \text{Cu} \rightarrow$;
б) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$; д) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$;
в) $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow$; е) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$.

Уравнения запишите в молекулярной и ионной формах.

429. Запишите уравнения электролитической диссоциации следующих веществ в водном растворе:

- а) азотная кислота; в) азотистая кислота;
б) нитрат аммония; г) нитрит бария.

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

- а) $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}$;
б) $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3$.

431. Какие вещества называют *селитрами*? Приведите химические формулы и названия трёх селитр.

432. В промышленных условиях сырьём для получения нитрата аммония служит азот, получаемый из воздуха. Воздух каким минимальным объёмом (н. у.) требуется для получения нитрата аммония массой 25 т?

433. В смеси, состоящей из нитрата аммония и сульфата аммония, массовая доля азота равна 0,25. Рассчитайте массовую долю сульфата аммония в смеси.

434. Ионы каким суммарным химическим количеством содержатся в водном растворе нитрата алюминия массой 270 г с массовой долей соли, равной 8,50 %?

435. В растворе, содержащем сульфат никеля(II) и нитрат меди(II), присутствуют катионы химическим количеством

200 ммоль и сульфат-ионы химическим количеством 0,150 моль. Определите химическое количество нитрат-ионов в растворе.

436. Рассчитайте массу раствора с массовой долей HNO_3 , равной 12,6 %, необходимого для получения из аммиака нитрата аммония химическим количеством 4,30 кмоль.

437. К раствору сульфата аммония массой 40 г с массовой долей $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, равной 8,25 %, добавили избыток раствора нитрата бария. Определите массу выпавшего осадка.

438. Рассчитайте массовую долю химического элемента кислорода в смеси, состоящей из нитрата меди(II) массой 4,66 г и нитрата натрия химическим количеством 0,122 моль.

439. Нитрат натрия какой массой следует добавить к нитрату калия массой 200 г, чтобы массовая доля химического элемента азота в образовавшейся смеси стала равной 15,0 %?

440. Нитрит натрия (добавка E250) используется при изготовлении колбас в качестве консерванта, препятствующего росту некоторых патогенных микроорганизмов. Ввиду токсичности нитрита натрия его максимальная массовая доля в сырокопчёных колбасных изделиях не должна превышать 0,0030 %, в варёных, полукопчёных и варёнокопчёных колбасах — 0,0050 %. При этом допустимое суточное потребление нитрита натрия не должно быть выше 0,20 мг на 1 кг массы тела. Рассчитайте максимальную массу варёной колбасы, которую может съесть человек массой 80 кг за один день, чтобы не превысить суточное потребление нитрита натрия.

§ 27. Фосфор — химический элемент и простое вещество

441. Какую максимальную положительную и минимальную отрицательную степень окисления проявляют атомы фосфора в соединениях? Приведите по одной формуле соответствующих соединений.

442. Фосфор является жизненно важным химическим элементом для человека. В организм фосфор поступает в виде простого вещества или в составе сложных веществ? Можно ли восполнить дефицит фосфора в организме человека с помощью красного или белого фосфора? Кратко поясните, почему.

443. Какова степень окисления атома фосфора, если он:

- а) отдал 3 электрона;
- б) присоединил 3 электрона;
- в) отдал 5 электронов;
- г) присоединил 2 электрона?

444. Определите степень окисления атомов фосфора в следующих веществах:

- а) P_2O_5 , PH_3 , PCl_5 ;
- б) Li_3P , P_2O_3 , H_3PO_4 ;
- в) HPO_3 , $(NH_4)_3PO_4$, P_4 ;
- г) PCl_3 , Mg_3P_2 , $Ca(H_2PO_4)_2$.

445. Укажите верные утверждения:

а) химическая активность белого фосфора гораздо выше красного;

б) у атома азота неметаллические свойства выражены сильнее, чем у атома фосфора;

в) основным веществом минерала апатита является фосфат кальция;

г) в бинарных соединениях с металлами фосфор проявляет отрицательную степень окисления;

д) молекула красного фосфора состоит из четырёх атомов;

е) фосфор в природных условиях встречается в составе фосфатов;

ё) в атомах азота и фосфора содержится одинаковое число электронных слоев;

ж) на внешнем электронном слое атомов фосфора содержится 5 электронов;

з) максимальная положительная степень окисления атома фосфора равна +3, поскольку он расположен в третьем периоде;

и) красный фосфор может выступать как в роли окислителя, так и в роли восстановителя.

446. На каком из атомов, связанных ковалентной связью, будет частичный положительный заряд:

- | | |
|---------|----------|
| а) P–O; | г) P–Cl; |
| б) F–P; | д) P–N; |
| в) P–I; | е) P–S? |

Кратко поясните выбор в каждом случае.

447. В спичечных головках содержится красный фосфор. С какой целью его туда добавляют? Можно ли красный фосфор заменить на белый? Ответ поясните.

448. Какой объём (н. у.) воздуха, содержащего 21 % по объёму кислорода, потребуется для полного сжигания белого фосфора массой 560 мг?

449. В сосуд объёмом 680 см³, заполненный воздухом при н. у., внесли навеску белого фосфора массой 300 мг. Рассчитайте массу образовавшегося оксида фосфора(V).

450. Какое число молекул P₄ содержится в образце белого фосфора массой 930 мг?

451. Рассчитайте массовую долю фосфора:

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| а) в фосфате кальция; | в) в фториде фосфора(III); |
| б) в оксиде фосфора(V); | г) в фосфиде кальция. |

452. В организме взрослого человека в составе разных соединений содержится около 0,75 кг фосфора. Приняв, что весь фосфор присутствует в организме в составе фосфата кальция, рассчитайте его массу для взрослого человека. В состав каких тканей входит это вещество?

453. В промышленности фосфор получают путём нагревания смеси ортофосфата кальция, песка и кокса в электропечах без доступа воздуха. Реакция протекает при температуре около 1300 °С. Фосфор какой максимальной массой можно получить из фосфата кальция массой 620 кг? Какое вещество выступает в качестве восстановителя при промышленном производстве фосфора? Какое число электронов перешло от восстановителя к атомам фосфора в процессе получения фосфора массой 1,00 т?

§ 28. Кислородсодержащие соединения фосфора

454. Составьте электронную и графическую формулы фосфорной кислоты. Какие химические связи присутствуют в молекуле фосфорной кислоты?

455. Укажите верные утверждения:

- а) оксиды фосфора обладают кислотными свойствами;
- б) фосфорной кислоте соответствует оксид фосфора(III);
- в) в фосфорной кислоте атом фосфора образует пять ковалентных связей;
- г) в молекуле фосфорной кислоты нет кратных связей;
- д) фосфорная кислота является сильным электролитом и полностью диссоциирует на ионы в водном растворе;
- е) при сгорании фосфора в избытке кислорода образуется оксид фосфора(III);
- ё) красный фосфор при комнатной температуре устойчив по отношению к кислороду;
- ж) при нормальных условиях оксид фосфора(V) представляет собой белое твёрдое вещество;
- з) соли фосфорной кислоты называются фосфатами.

456. Укажите продукты реакции и составьте уравнения реакций:

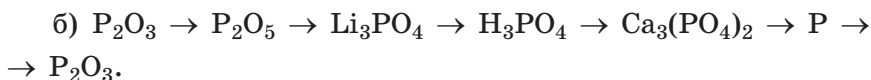
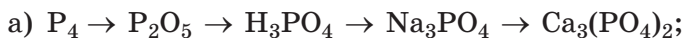
- а) $\text{LiOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$;
- б) $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$;
- в) $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$.

Назовите образовавшиеся соли.

457. Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, участвующих в реакции оксида фосфора(V) с водой:

- а) $n(\text{P}_2\text{O}_5) = 2 \cdot n(\text{H}_3\text{PO}_4)$;
- б) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{H}_2\text{O})$;
- в) $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{3} \cdot n(\text{P}_2\text{O}_5)$;
- г) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \cdot n(\text{P}_2\text{O}_5)$.

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



459. Рассчитайте массу фосфорной кислоты в растворе массой 125 г с массовой долей H_3PO_4 , равной 17 %.

460. В навеске фосфорной кислоты содержится $8,34 \cdot 10^{23}$ атомов. Рассчитайте массу навески.

461. Массовая доля кальция в составе руды, содержащей фторапатит $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ и пустую породу, равна 29,0 %. Фтороводород какой максимальной массой может быть получен из такой руды массой 80 т?

462. В навеске фосфата аммония содержатся ионы общим числом $12,04 \cdot 10^{23}$. Рассчитайте массу этой навески.

463. Оксид фосфора(V) и воду какими массами нужно взять для приготовления раствора фосфорной кислоты массой 120 г с массовой долей H_3PO_4 , равной 7,80 %?

464. Оксид фосфора(V) какой массой следует растворить в воде массой 240 г, чтобы получить раствор H_3PO_4 с массовой долей 14,0 %?

465. При определённых условиях при взаимодействии оксида фосфора(V) с водой образуется не H_3PO_4 , а кислота, в молекуле которой массовая доля фосфора равна 38,73 %. Установите формулу этой кислоты и приведите уравнение реакции её образования.

466. В состав многих стиральных порошков входит триполифосфат натрия $Na_5P_3O_{10}$. Рассчитайте массовую долю натрия в данной соли.

467. Для сжигания навески красного фосфора массой 0,680 г был израсходован кислород объёмом (н. у.) 400 см^3 . При этом образовалась смесь оксидов фосфора. Рассчитайте массовую долю высшего оксида фосфора в полученной смеси.

468. Аденозинтрифосфат, или аденозинтрифосфорная кислота (сокращённо АТФ) — нуклеозидтрифосфат $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$, имеющий большое значение в обмене энер-

гии и веществ в организмах. АТФ — универсальный источник энергии для всех биохимических процессов, протекающих в живых системах. Молекула АТФ взаимодействует с одной молекулой воды с образованием аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и молекулы ортофосфорной кислоты, при этом выделяется много энергии. Какой состав имеет молекула АДФ, и чему равна массовая доля фосфора в ней?

§ 29. Минеральные удобрения

469. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых из простых веществ можно получить натриевую селитру.

470. Какие ионы присутствуют в водном растворе каждого из следующих удобрений: хлорида аммония, сульфата аммония, аммиачной воды, натриевой селитры?

471. Магний относится к макроэлементам. Для синтеза какого вещества всем зелёным растениям необходим магний?

472. Укажите верные утверждения:

- а) медь и цинк являются микроэлементами;
- б) растения усваивают азот из почвы в виде NH_4^+ и NO_3^- ;
- в) основным компонентом фосфорита является фосфат аммония;
- г) аммофос и двойной суперфосфат являются фосфорными удобрениями;
- д) о недостатке в почве фосфора и калия можно судить по внешнему виду растений;
- е) кремний и кальций относятся к макроэлементам;
- ё) селитрами называют нитраты натрия, калия, аммония и кальция;
- ж) основным сырьём для получения искусственных азотных удобрений является атмосферный азот;
- з) хлорид калия получают из калийной селитры;
- и) в золе, образующейся при сжигании древесины, содержится поташ, являющийся ценным калийным удобрением.

473. Рассчитайте массовую долю:

- а) азота в аммиачной селитре;
- б) калия в сильвините;
- в) азота в мочеvine;
- г) азота в кальциевой селитре;
- д) азота в сульфате аммония;
- е) калия в калийной селитре.

474. Мочевина какой массой необходима для внесения в почву азота массой 45,0 кг?

475. В образце аммофоса массовая доля фосфора равна 25 %. Какая масса аммофоса необходима для внесения в почву азота массой 3,0 т?

476. Кальциевую селитру в промышленности получают действием азотной кислоты на известняк. Нитрат кальция какой максимальной массой можно получить из известняка массой 230 т, массовая доля CaCO_3 в котором равна 87 %?

477. Азот какой минимальной массы необходим для производства аммиачной селитры массой 32,0 т, содержащей 99,0 % основного вещества?

478. Аммиак какого объёма (н. у.) и раствор азотной кислоты с массовой долей HNO_3 , равной 75 %, какой массой необходимы для получения аммиачной селитры массой 96 т?

479. Через раствор массой 344 г с массовой долей азотной кислоты 6,42 % пропустили газообразный аммиак объёмом (н. у.) 6,42 дм^3 . Рассчитайте массу образовавшейся в растворе соли.

480. Аммиачную воду с массовой долей NH_3 , равной 24 %, какой массой следует внести в почву в качестве азотного удобрения для замены мочевины массой 25 т?

481. Аммиачную воду какого объёма с массовой долей NH_3 , равной 26,0 %, и плотностью 960 кг/м^3 следует внести в почву вместо аммиачной селитры массой 326 кг для обеспечения одинаковой массы азота?

482. В минеральных удобрениях содержание активных элементов иногда выражают в пересчёте на массовую долю

соответствующих оксидов. Например, для чистого хлорида калия содержание калия в пересчёте на оксид калия равно 63,1 %, а в чистом фосфате аммония содержание фосфора в пересчёте на оксид фосфора(V) равно 47,6 %. Рассчитайте:

а) содержание калия в пересчёте на оксид калия в карбонате калия;

б) содержание калия в пересчёте на оксид калия в сильвините;

в) содержание фосфора в пересчёте на оксид фосфора(V) в $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$;

г) содержание фосфора в пересчёте на оксид фосфора(V) в смеси, состоящей из фосфата кальция массой 100 г и $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ массой 100 г.

483. Нитрат калия какой массой следует добавить к нитрату аммония массой 142 г, чтобы массовая доля химического элемента азота в полученной смеси стала равной 20 %? Чему равна массовая доля калия в этой смеси?

484. Вычислите массовую долю азота в удобрении, полученном смешиванием нитрата аммония массой 120 г и нитрата калия массой 60 г. Каково содержание калия в этом удобрении в пересчёте на массовую долю оксида калия?

485. Рассчитайте, какие массы аммиака и концентрированной азотной кислоты с её массовой долей 90,0 % нужно взять для приготовления аммиачной селитры массой 5,44 т, в которой массовая доля нитрата аммония составляет 96 %. Учтите, что в процессе производства теряется 1,56 % конечного продукта.

486. Одним из азотных удобрений является аммиачная вода — раствор аммиака в воде, массовая доля аммиака в которой составляет 25 %. Норма внесения аммиачной воды под овощные культуры составляет приблизительно 60 кг на 1 гектар. Аммиак в промышленности получают из азота и водорода. Рассчитайте, какие объёмы (н. у.) водорода и азота нужно взять для получения аммиака, необходимого для подкормки овощных культур, выращиваемых на 200 га.

§ 30. Углерод — химический элемент и простое вещество

487. Как называется и где применяется древесный уголь, обработанный специальным образом (водяным паром)? Чем можно объяснить такое его использование?

488. Какие степени окисления проявляет атом углерода в соединениях? Приведите по одному примеру соединений с указанными степенями окисления атомов углерода.

489. Определите степень окисления атомов углерода в следующих соединениях:

- а) MgCO_3 , CF_4 , CO ;
- б) CO_2 , CHF_3 , CaC_2 ;
- в) H_2CO_3 , CH_4 , Al_4C_3 ;
- г) CH_3Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

490. Укажите верные утверждения:

- а) графит имеет слоистую структуру;
- б) у атомов углерода на внешнем электронном слое содержится 4 электрона;
- в) у атомов кремния и углерода одинаковое число электронных слоев;
- г) алмаз можно получить из графита;
- д) простое вещество углерод может проявлять только восстановительные свойства;
- е) карбин, графит, алмаз и фуллерены являются аллотропными модификациями графита;
- ё) углерод расположен в четвёртом периоде;
- ж) углерод относится к элементам неметаллам.

491. Для каждой реакции укажите окислитель и восстановитель:

- а) $3\text{C} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$;
- б) $\text{C} + 2\text{F}_2 = \text{CF}_4$;
- в) $\text{Ca} + 2\text{C} = \text{CaC}_2$;
- г) $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{H}_2 + \text{CO}$.

492. Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, участвующих в реакции оксида железа(III) с углеродом с образованием железа и оксида углерода(IV):

$$\text{а) } n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{C});$$

$$\text{г) } n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Fe});$$

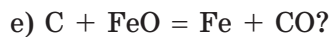
$$\text{б) } n(\text{C}) = 3 \cdot n(\text{CO}_2);$$

$$\text{д) } n(\text{CO}_2) = \frac{1}{3} \cdot n(\text{C});$$

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

$$\text{е) } n(\text{Fe}) = \frac{4}{3} \cdot n(\text{C}).$$

493. В каких из приведённых ниже уравнениях химических реакций углерод является восстановителем, в каких — окислителем:



494. Чему равна относительная атомная масса углерода в образце, в котором на каждые 100 атомов углерода-12 приходится 6 атомов углерода-13?

495. Рассчитайте число молекул фуллерена C_{60} , содержащихся в его навеске массой 120 мг.

496. При пропускании водяного пара через раскалённый углерод образуется оксид углерода(II) и водород. Водород каким максимальным химическим количеством можно получить, имея в своём распоряжении углерод массой 340 кг?

497. При пропускании водяного пара через раскалённый углерод образовался водород объёмом (н. у.) 44,8 дм³ и оксид углерода(II). Чему равен объём (н. у.) и масса образовавшегося оксида углерода(II)?

498. При восстановлении оксида цинка коксом при высокой температуре образуется оксид углерода(II). Составьте уравнение этой химической реакции. Кокс с массовой долей углерода 92 % и оксид цинка какими массами необходимо взять для получения цинка массой 23 т?

499. Графит широко используется в промышленности. Он необходим при производстве карандашей, электродов, используется в качестве смазочного материала и замедлителя в ядерных реакторах. Более половины графита, используемого в мире, получают посредством процесса Ачессона.

Смесь кокса и кварцевого песка выдерживают при 2000 °С в электропечах в течение 24 ч:



Кокс, массовая доля углерода в составе которого равна 94 %, и кварцевый песок какой массой необходимы для получения графита массой 7,0 т?

500. Смесь углерода массой 22,4 г и оксида железа(III) массой 122 г нагрели до окончания реакции. Рассчитайте массу образовавшегося железа и объём (н. у.) выделившегося углекислого газа.

501. Бриллиантами называют алмазы, которым с помощью обработки (огранки) придана специальная форма, максимально выявляющая их естественный блеск. Массу бриллиантов принято выражать в каратах (1 карат = 0,2 г). Входящий в тройку самых больших, бриллиант Куллинан-I («Звезда Африки») имеет массу 530,2 карата и 74 грани. Рассчитайте число атомов углерода, из которых состоит бриллиант Куллинан-I.

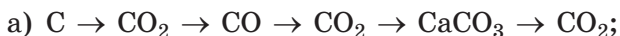
§ 31. Оксиды углерода

502. Какой из оксидов углерода относится к несолеобразующим оксидам? Приведите формулы двух несолеобразующих оксидов, содержащих атомы азота.

503. Какого типа кристаллическую решётку имеют CO и CO₂ в твёрдом агрегатном состоянии? Какие физические свойства этих веществ подтверждают такое их строение в твёрдом агрегатном состоянии?

504. Укажите, с какими из перечисленных ниже веществ оксид углерода(IV) будет вступать в химические реакции: NaCl, H₂O, HCl, KOH, CaCO₃, Na₂O. Приведите молекулярные уравнения протекающих реакций.

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



506. Укажите верные утверждения:

- а) углекислый газ образуется при неполном сгорании веществ, содержащих атомы углерода в своём составе;
- б) угарный газ примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха;
- в) угарный газ является сильным восстановителем при повышенной температуре;
- г) углерод образует только два оксида;
- д) при обычных условиях СО находится в жидком агрегатном состоянии;
- е) в молекуле углекислого газа атомы кислорода и углерода связаны ковалентной неполярной связью;
- ё) углекислый газ в твёрдом состоянии называют «сухим льдом»;
- ж) оксид углерода(II) относится к несолеобразующим оксидам.

507. Как с помощью известковой воды можно выделить оксид углерода(II) из его смеси с оксидом углерода(IV)? Поясните ответ.

508. Что такое «парниковый эффект» и за счёт чего он происходит на нашей планете? К каким экологическим последствиям может привести парниковый эффект?

509. Во сколько раз углекислый газ тяжелее угарного газа?

510. Примем, что воздух по объёму содержит 78 % азота, 21 % кислорода и 1 % аргона. Какую среднюю молярную массу имел бы воздух, если бы в его составе вместо кислорода содержался углекислый газ?

511. Определите массовую долю угольной кислоты в растворе, образовавшемся в результате растворения оксида углерода(IV) массой 0,11 г в воде массой 200 г.

512. Углекислый газ каким максимальным объёмом (н. у.) можно получить при полном термическом разложении известняка массой 125 кг, если массовая доля карбоната кальция в нём составляет 90 % ?

513. Углекислый газ каким химическим количеством следует растворить в воде массой 3,50 кг для получения раствора угольной кислоты с массовой долей, равной 0,045 % ?

514. Медь какой максимальной массой можно получить при восстановлении оксида меди(II) массой 246 кг избытком оксида углерода(II) при нагревании?

515. Рассчитайте массу газовой смеси, состоящей из углекислого газа химическим количеством 2,30 моль и угарного газа объёмом (н. у.) 24,0 дм³.

516. Вычислите массовую долю углерода в смеси, содержащей оксид углерода(IV) и оксид углерода(II) одинаковыми массами.

517. Газообразную смесь угарного газа и кислорода объёмом (н. у.) 360 дм³, в которой их массовые доли равны, подожгли. Рассчитайте объём (н. у.) образовавшегося углекислого газа.

518. Через избыток раствора известковой воды пропустили смесь угарного и углекислого газов. В результате этого масса газовой смеси уменьшилась в 4 раза. Определите массовую долю угарного газа в исходной газовой смеси.

§ 32. Угольная кислота и её соли

519. Составьте химические формулы:

- а) карбоната кальция;
- б) карбоната цезия;
- в) гидрокарбоната натрия;
- г) гидрокарбоната бария;
- д) карбоната аммония;
- е) гидрокарбоната железа(II).

520. В двух пробирках находятся водные растворы гидроксида кальция и гидроксида калия. Как можно с помощью углекислого газа узнать, в какой пробирке находится раствор гидроксида кальция? Кратко поясните ответ.

521. При нагревании до 90 °С водного раствора гидрокарбоната натрия происходит выделение газа. Приведите уравнение, протекающей при этом химической реакции, в молекулярном и ионном видах.

522. Укажите продукты и составьте уравнения химических реакций:

- а) $K_2CO_3 + HNO_3 \rightarrow$;
- б) $NaOH + CO_2 \rightarrow$;
- в) $NaHCO_3 + HCl \rightarrow$;
- г) $Mg(HCO_3)_2 (t) \rightarrow$;
- д) $K_2CO_3 + MgCl_2 \rightarrow$;
- е) $NaOH + NaHCO_3 \rightarrow$;
- ё) $Ba(OH)_2 + CO_2 (\text{изб.}) \rightarrow$;
- ж) $Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow$;

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

- а) $CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow CO_2$;
- б) $CH_4 \rightarrow CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3 \rightarrow NH_4HCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3$;
- в) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow BaCO_3 \rightarrow Ba(HCO_3)_2 \rightarrow BaCl_2 \rightarrow BaCO_3 \rightarrow BaO$.

524. На образцы кристаллической, питьевой и кальцинированной соды, имеющих одинаковую массу, подействовали избытком раствора серной кислоты. В каком случае объём (н. у.) выделившегося газа будет наибольшим? Постарайтесь ответить, не проводя математических расчётов.

525. Какое число молекул угольной кислоты содержится в растворе массой 150 г с массовой долей кислоты, равной 0,60 %?

526. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в кристаллической соде.

527. Оксид углерода(IV) какой массой образуется при обработке смеси, содержащей $CaCO_3$ массой 20,0 г и Na_2CO_3 массой 10,6 г, соляной кислотой массой 200 г с массовой долей хлороводорода 20,0 %?

528. В результате термического разложения гидрокарбоната калия образовался оксид углерода(IV) химическим количеством 2,64 моль. Рассчитайте химическое количество карбоната калия, образовавшегося в результате реакции.

529. Какое минимальное химическое количество углекислого газа необходимо для превращения карбоната кальция массой 10,0 кг в гидрокарбонат кальция?

530. Смесь карбоната натрия и гидрокарбоната натрия общей массой 40,0 г нагрели при 200 °С до постоянной массы. В результате этого образовалась вода массой 3,60 г. Вычислите массовую долю карбоната натрия в исходной смеси.

531. Карбонат магния массой 50,4 г полностью растворили в серной кислоте. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора гидроксида лития. Составьте уравнения протекающих реакций и рассчитайте массу образовавшейся соли лития.

532. Составьте уравнение электролитической диссоциации карбоната натрия в водном растворе. Рассчитайте, какое суммарное химическое количество ионов образуется при диссоциации этой соли массой 20,2 г в водном растворе.

533. Растворимость карбоната натрия при 20 °С составляет 21,5 г на 100 г воды. Рассчитайте массу кристаллической соды, необходимой для приготовления 300 г насыщенного при 20 °С раствора карбоната натрия.

534. Какой объём (н. у.) хлороводорода следует пропустить через раствор массой 200 г с массовой долей карбоната калия, равной 8,60 %, чтобы уменьшить массовую долю карбоната калия в растворе в два раза?

535. Какой минимальный объём (н. у.) оксида углерода(IV) нужно пропустить через раствор известковой воды, содержащей гидроксид кальция массой 29,6 г, чтобы выпавший в начале осадок затем полностью растворился?

536. При прокаливании до полного разложения образца мела массой 550 г образовался оксид углерода(IV) массой 220 г. Рассчитайте массовую долю карбоната кальция в образце.

537. Растворимость карбоната натрия при 10 °С и при 80 °С соответственно равна 12,5 г и 45,8 г на 100 г воды. Осадок какой массы выпадет при охлаждении до 10 °С насыщенного при 80 °С раствора карбоната натрия массой 340 г?

538. Гидрокарбонат натрия массой 12,6 г растворили в 800 г воды. Полученный раствор упарили до тех пор, пока его масса не стала равной 400 г. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

§ 33. Понятие об органических веществах

539. Большинство соединений углерода относится к органическим веществам, углекислый газ относится к неорганическим. В результате какого процесса в зелёных растениях неорганическое вещество углекислый газ превращается в органические? Приведите уравнение этого процесса.

540. Какие из перечисленных углеродсодержащих веществ являются органическими: CO , H_2CO_3 , CH_4 , CO_2 , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, C_3H_8 , NH_4HCO_3 , C_2H_2 , HCOOH ?

541. Назовите известные вам органические вещества, которые придают сладкий вкус фруктам.

542. Какие из указанных веществ относятся к органическим, а какие к неорганическим: C_6H_6 , NaCl , CO , CH_2O , H_2O , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, CH_3NH_2 , CH_3OH , H_2SO_4 .

543. Рассчитайте массу:

- трёх молекул метана CH_4 ;
- шести молекул пропана C_3H_8 ;
- пяти молекул сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$;
- восемью молекул глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

544. «Медицинским спиртом» называют 96% -ый водный раствор органического вещества, которое называется этанол и имеет формулу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Рассчитайте массовую долю углерода в этаноле.

545. Сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ является основным веществом тростникового сахара. В чайной ложке сахара содержится примерно 5 г сахарозы. Какое число молекул сахарозы вы добавляете в стакан чая, если кладёте две чайные ложки сахара?

546. В состав одной молекулы фруктозы входят 6 атомов углерода, 12 водорода и 6 атомов кислорода. Запишите химическую формулу молекулы фруктозы, определите её относительную молекулярную массу. Рассчитайте массу одной молекулы фруктозы.

547. При сгорании пропана C_3H_8 в кислороде образуется углекислый газ и вода. Определите объём (н. у.) углекислого газа, образующегося при полном сгорании 45,5 кг пропана.

548. В составе молекулы молочной кислоты, образующейся при прокисании молока, соотношение атомов углерода, водорода и кислорода составляет 1 : 2 : 1. Её относительная молекулярная масса равна 90. Определите молекулярную формулу молочной кислоты.

549. В настоящее время для приготовления пищи все используют йодированную соль. Это поваренная соль, в которую внесены добавки, в составе которых есть атомы иода. Использование йодированной соли способствует профилактике развития заболеваний, связанных с дефицитом иода. В настоящее время от дефицита иода на Земле страдает около двух миллиардов человек. Недостаток иода может стать причиной слабоумия, иод необходим для синтеза гормонов щитовидной железы. Эти гормоны регулируют многие биологические процессы. В качестве йодсодержащей добавки к поваренной соли используется соль калия, в которой массовые доли иода и кислорода соответственно равны 59,30 % и 22,43 %. Установите химическую формулу этой добавки. Одним из гормонов щитовидной железы является тироксин. В состав его молекулы входит 4 атома иода. Рассчитайте для синтеза какого количества молекул тироксина достаточно 3,00 мг вещества, формула которого вами установлена.

§ 34. Углерод — основа органических соединений

550. Определите степени окисления атомов углерода в следующих органических соединениях:

- а) CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 ;
- б) C_2H_2 , CH_2Cl_2 , HCOOH ;
- в) CHCl_3 , CH_2O , CH_3OH ;
- г) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, CH_3COOH , C_6H_{12} .

551. Каким типом химической связи атом углерода связан с атомами других химических элементов в соединениях: CH_4 , CH_2Cl_2 , CHCl_3 , CH_2O , CH_3OH ?

552. Какие из указанных соединений относятся к углеводородам: C_3H_6 , C_2H_2 , CH_2Cl_2 , CH_3COOH , CHCl_3 , CH_2O , CH_4 , C_2H_6 , CH_3OH , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.

§ 35. Значение органических веществ в природе и жизни человека

562. В сметане «Брест-Литовск» массовые доли жира, белков и углеводов соответственно равны 15 %, 2,7 % и 2,9 %. Рассчитайте массу жиров, белков и углеводов в сметане массой 400 г.

563. Ацетилен используют при газовой сварке и резке металлов, так как при его горении в кислороде выделяется очень много тепловой энергии. Его получают из карбида кальция согласно следующей схеме:



Ацетилен какого максимального объёма (н. у.) образуется из карбида кальция массой 3,20 кг?

564. Хлорофилл содержится в зелёных растениях и непосредственно принимает участие в фотосинтезе, обеспечивая синтез глюкозы и образование кислорода из воды и углекислого газа. Молярная масса хлорофилла «b» равна 906 г/моль. Рассчитайте массу его молекулы.

565. Суточная норма потребления белка для человека составляет в среднем 1,5 г белка на 1 кг массы тела. Определите, какую массу белка вы должны, употреблять с пищей в течение одной недели.

566. Водород считается одним из самых перспективных источников энергии будущего. Это обусловлено тем, что при его сгорании образуется только вода (и не образуются токсичные вещества) и выделяется большое количество энергии. В настоящее время одним из промышленных способов получения водорода является метод каталитической конверсии метана: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$. Природный газ какой массой с массовой долей метана, равной 96,0 %, необходим для получения водорода массой 80,0 т методом каталитической конверсии метана?

567. Гормон инсулин регулирует концентрацию сахара в крови. Массовая доля серы в его составе равна 3,3 %, а в его молекуле содержится 6 атомов этого химического элемента. Рассчитайте молярную массу инсулина.

568. Гемоглобин транспортирует кислород от лёгких к тканям и органам живого организма. Одна молекула

гемоглобина переносит 4 молекулы кислорода. Вычислите массу гемоглобина, необходимого для переноса кислорода объёмом (н. у.) 10 см^3 . Молярная масса гемоглобина равна $66\,000 \text{ г/моль}$.

569. Концентрация гормона адреналина $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{NO}_3$ в крови в норме приблизительно равна $0,10 \text{ нмоль/дм}^3$. Рассчитайте массу адреналина и число его молекул в крови объёмом $5,0 \text{ дм}^3$.

570. Массовая доля сахарозы в сахарной свёкле составляет 21% . Какую массу сахара можно получить из $5,2 \text{ т}$ сахарной свёклы, если производственные потери составляют 30% ?

571. Белок миоглобин локализован в мышечной ткани. Его основная функция — запасание кислорода. Одна молекула миоглобина способна связать одну молекулу кислорода. Особенно высоко содержание этого белка в мышцах глубоководных животных, что позволяет им накапливать кислород и оставаться активными даже при длительной задержке дыхания. В составе одной молекулы миоглобина содержится один атом железа, массовая доля которого составляет $0,315 \%$. Рассчитайте относительную молекулярную массу миоглобина и число молекул кислорода, которое может связать миоглобин массой $17,8 \text{ г}$. Рассчитайте отношение массы миоглобина к массе связанного им кислорода.

§ 36. Кремний — химический элемент и простое вещество

572. Расположите следующие элементы в порядке их распространённости в земной коре: кремний, алюминий, кислород, железо.

573. Определите степень окисления атомов кремния в следующих соединениях:

а) SiF_4 , SiO_2 , Ca_2Si ;

б) H_2SiO_3 , SiH_4 , SiC ;

в) SiH_3Cl , Mg_2Si , $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$;

г) BaSiO_3 , H_4SiO_4 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

574. Для каждой из реакций укажите окислитель и восстановитель:



575. Укажите верные утверждения:

а) в твёрдом виде кремний образует атомную кристаллическую решётку;

б) у атомов кремния на внешнем электронном слое содержится по 4 электрона;

в) кремний расположен во II периоде IVA группе;

г) карборунд имеет состав SiC;

д) кремний относится к металлам;

е) простое вещество кремний может выступать окислителем и восстановителем.

576. Вычислите массу:

а) пяти атомов кремния;

б) трёх формульных единиц силиката калия;

в) шести молекул хлорида кремния(IV);

г) четырёх формульных единиц каолинита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

577. Кремний растворяется во фтороводородной кислоте с выделением водорода и образованием новой кислоты H_2SiF_6 . Водород какой массой образуется при взаимодействии кремния массой 28,0 г с избытком фтороводорода?

578. Рассчитайте массу кремния, необходимого для получения жаропрочной стали массой 45,8 т, если массовая доля кремния в ней составляет 0,0705 %.

579. В промышленности кремний получают восстановлением оксида кремния(IV) избытком углерода (в виде кокса) при высокой температуре в электропечах. Составьте уравнение этой химической реакции (углерод окисляется до угарного газа). Вычислите, кремний какой максимальной массой можно получить из его оксида массой 2,40 т.

580. Со смесью массой 208 г, состоящей из кремния и углерода, прореагировал фтор объёмом 537,6 дм³ (н. у.). Определите массовую долю кремния в смеси.

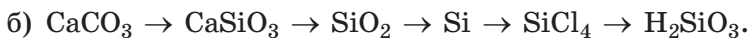
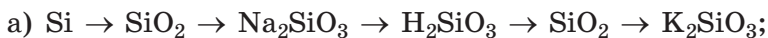
581. Силиконы имеют широкое промышленное применение. Они используются в качестве технических масел,

смазочных веществ, изоляторов и в других областях производства. Их получают из хлоросиланов, например диметилхлоросилана $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$. Последний синтезируют следующим образом: $\text{Si} + 2\text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ при Cu 300°C . Кремний какой массой необходим для получения диметилхлоросилана массой 246 т?

§ 37. Оксид кремния(IV). Кремниевая кислота и её соли

582. С какими из перечисленных ниже веществ оксид кремния(IV) будет вступать в химические реакции: LiCl , Na_2CO_3 , H_2O , HCl , KOH , Na_2O ? Приведите уравнения протекающих реакций.

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



584. Укажите верные утверждения:

а) оксид кремния в твёрдом состоянии образует атомную кристаллическую решётку;

б) соответствующую оксиду кремния(IV) кислоту нельзя получить при действии на него воды;

в) кварцевый песок состоит из кремниевой кислоты;

г) кремниевая кислота хорошо растворима в воде;

д) при нагревании кремниевой кислоты образуется кремний и вода;

е) состав кремниевой кислоты можно выразить формулой $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$;

ё) оксид кремния(IV) является амфотерным оксидом.

585. В уравнениях химических реакций формулу кремниевой кислоты записывают как H_2SiO_3 , а угольной — H_2CO_3 . В каком случае формула соответствует составу кислоты, а в каком — нет? Почему?

586. Составьте формулы: силиката кальция, силиката железа(II), силиката циркония(IV).

587. Назовите следующие соединения: MgSiO_3 , Ba_2Si , SiO .

588. Укажите продукты и составьте ионные уравнения химических реакций, протекающих в водном растворе:

- а) $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$; г) $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$;
б) $\text{SiO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$; д) $\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$;
в) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$; е) $\text{CaCl}_2 + \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$.

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

- а) $\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3$;
б) $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Si} \rightarrow \text{SiCl}_4 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$.

590. Укажите верные утверждения:

- а) обычный песок в основном состоит из оксида кремния(IV);
б) в природе кремний встречается преимущественно в виде силикатов;
в) алюмосиликаты — это бинарные соединения кремния с алюминием;
г) кремний входит в состав всех органических веществ;
д) жидкое стекло — это раствор кремниевой кислоты в воде;
е) кремний является самым распространённым элементом в земной коре;
ё) жидкое стекло используется для защиты древесины от огня.

591. Рассчитайте массовую долю SiO_2 :

- а) в каолините $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
б) в граните $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$;
в) в калиевом полево шпате $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$.

592. Рассчитайте массовую долю кремния в смеси, состоящей из оксида кремния(IV) массой 1,40 кг и кремниевой кислоты массой 440 г.

593. Оксид алюминия какой максимальной массой может быть получен из глины массой 20,0 т, с массовой долей $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, равной 98 % ?

594. К раствору массой 120 г с массовой долей HCl , равной 7,30 %, прибавили избыток раствора силиката натрия. Выпавший осадок отфильтровали и прокалили. Рассчитайте

химическое количество твёрдого остатка, образовавшегося в результате прокаливании.

595. К раствору массой 130 г с массовой долей K_2SiO_3 , равной 3,85 %, добавили раствор массой 89,5 г, содержащий серную кислоту химическим количеством 2,0 ммоль. В результате реакции выпал осадок, который отфильтровали и прокалили. Рассчитайте массу полученного твёрдого остатка.

596. Смесь силиката натрия и карбоната натрия растворили в воде и к полученному раствору добавили избыток соляной кислоты. В результате реакции образовался газ объёмом (н. у.) 4,48 дм³ и осадок массой 7,80 г. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в исходной смеси?

597. Углекислый газ какой массой образуется при сплавлении оксида кремния(IV) массой 15,0 г с избытком карбоната калия?

598. При полном сгорании в кислороде смеси, состоящей из углерода и кремния, образовались газ объёмом (н. у.) 4,30 дм³ и твёрдый остаток массой 4,30 г. Определите массовую долю кремния в исходной смеси.

599. Рассчитайте массу оксида кремния(IV), который следует растворить в растворе массой 240 г с массовой долей гидроксида калия 14,4 %, чтобы массовая доля силиката калия в полученном растворе стала равной 2,50 %.

600. Осадок, выпавший при сливании водных растворов силиката калия и серной кислоты, отфильтровали и высушили при 80 °С. Массовая доля кремния в полученном твёрдом остатке составила 38,16 %. Установите формулу полученного твёрдого остатка.

§ 38. Строительные материалы на основе природных оксидов и солей

601. Атомы каких трёх химических элементов обязательно входят в состав глины? Какое свойство глины обуславливает её применение для производства керамических изделий?

602. Что представляет собой бетон, какие основные компоненты необходимы для его получения?

603. Какое свойства алебастра обуславливает его широкое применение? Приведите уравнение соответствующей реакции.

604. Как получают гашёную известь в промышленных условиях? Приведите уравнения соответствующей реакции и укажите условия её проведения.

605. Из чего и как изготавливаются стекловолокно, стекловата и стеклоткани? Благодаря каким свойствам эти материалы находят широкое применение?

606. Оксиды каких элементов входят в состав алюмосиликатов? Приведите два примера химических формул алюмосиликатов.

607. Укажите верные утверждения:

- а) керамика изготавливается из песка и известняка;
- б) при высыхании влажной глины она необратимо твердеет;
- в) заключительным процессом производства керамики является процесс её окисления кислородом воздуха;
- г) вяжущие материалы человек научился использовать лишь в последние десять веков;
- д) самым древним вяжущим материалом, которым впервые воспользовался человек, является глина;
- е) прокаливанием известняка при высокой температуре получают гашёную известь;
- ё) в производстве вяжущих материалов основным сырьём являются песок, известняк, алюмосиликаты и глина;
- ж) основу кирпича, облицовочных материалов составляет керамика;
- з) при полном удалении воды из гипса получается алебастр;
- и) керамическую посуду после обжига покрывают глазурью для придания ей водонепроницаемости;
- й) при смешивании цемента с водой он временно затвердевает, но при небольшом нагревании вода удаляется, и он размягчается;
- к) для получения железобетона в бетон добавляют соединения железа.

608. Рассчитайте число атомов кислорода, содержащихся в полевом шпате $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ массой 180 мг.

609. Рассчитайте массовую долю оксида калия в составе полевого шпата $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

610. Карбонат кальция, карбонат натрия и оксид кремния(IV) какой массой необходимы для получения оконного стекла массой 540 т?

611. Алюминий какой максимальной массой можно получить из каолинита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ массой 3,40 т?

612. Для изготовления хрустала в шихту (смесь) для выплавки стекла добавляют оксид свинца(II). Оксид свинца(II) какой массой следует добавить к шихте массой 500 кг, чтобы получить хрусталь, в котором массовая доля свинца составляла 18,2 %?

613. Гашёную известь какой максимальной массой можно теоретически получить из известняка массой 340 т, массовая доля посторонних веществ в котором равна 9,50 %?

614. Негашёную известь какой массой можно получить из мела массой 240 кг, в котором массовая доля $CaCO_3$ равна 95,0 %?

§ 39. Понятие о выходе продукта химической реакции

Пример 12. К избытку раствора серной кислоты добавили цинк массой 15,6 г. В результате эксперимента удалось собрать водород, объёмом (н. у.) 5,12 дм³. Чему равен практический выход процесса получения водорода?

Д а н о:

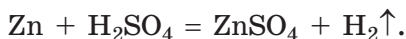
$$m(\text{Zn}) = 15,6 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2) = 5,12 \text{ дм}^3$$

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

Р е ш е н и е

Протекала реакция:



Для расчёта выхода необходимо по уравнению реакции вычислить объём водорода, который мог бы выделиться (теоретический объём).

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{15,6 \text{ г}}{65 \text{ г/моль}} = 0,24 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,24 \text{ моль;}$$

$$V_{\text{теор.}}(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,24 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} = 5,376 \text{ дм}^3;$$

$$\eta(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_{\text{теор.}}(\text{H}_2)} = \frac{5,12 \text{ дм}^3}{5,376 \text{ дм}^3} = 0,952 = 95,2 \text{ \%}.$$

О т в е т: $\eta(\text{H}_2) = 95,2 \text{ \%}$.

Пример 13. Какую максимальную массу чугуна с массовой долей углерода 3,66 % можно получить из оксида железа(III) массой 19,5 т, если практический выход железа составляет 92,2 %?

Д а н о:

$$w(\text{C}) = 3,66 \text{ \%}$$

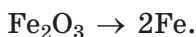
$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 19,6 \text{ т}$$

$$\eta(\text{Fe}) = 92,2 \text{ \%}$$

$$m(\text{Fe} + \text{C}) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

Поскольку в условии задачи не указан способ получения железа из оксида железа(III), расчёты теоретической массы железа будем проводить по стехиометрической схеме:



$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 19,6 \text{ т} = 19,6 \cdot 10^6 \text{ г};$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{19,6 \cdot 10^6 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 1,22 \cdot 10^5 \text{ моль}.$$

Из стехиометрической схемы следует: $n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 1,22 \cdot 10^5 \text{ моль} = 2,44 \cdot 10^5 \text{ моль}$;

$$m_{\text{теор.}}(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 2,44 \cdot 10^5 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 137 \cdot 10^6 \text{ г} = 136 \text{ т}.$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор.}}(\text{Fe}) \cdot \eta(\text{Fe}) = 136 \text{ т} \cdot 0,922 = 125 \text{ т}.$$

Массовая доля железа в чугуне равна:

$$w(\text{Fe}) = 1 - w(\text{C}) = 1 - 0,0366 = 0,9634.$$

Тогда максимальная масса чугуна будет равна:

$$m(\text{Fe} + \text{C}) = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{Fe})}{w(\text{Fe})} = \frac{125 \text{ т}}{0,9634} = 130 \text{ т}.$$

О т в е т: $m(\text{Fe} + \text{C}) = 130 \text{ т}$.

Пример 14. Рассчитайте массу бертолетовой соли, содержащей 2,50 % по массе посторонних примесей, необходимой

для получения кислорода объёмом (н. у.) $64,2 \text{ дм}^3$, если потери кислорода в процессе его получения составляют $6,80 \%$.

Д а н о:

$$w(\text{примеси}) = 2,50 \%$$

$$V(\text{O}_2) = 64,2 \text{ дм}^3$$

$$\eta(\text{потери}) = 6,80 \%$$

$$m(\text{KClO}_3 + \text{примеси}) = ?$$

Р е ш е н и е

В лаборатории небольшое количество кислорода можно получить нагреванием бертолетовой соли KClO_3 в присутствии катализатора (MnO_2):



$$n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{64,2 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 2,87 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{O}_2) = \frac{2}{3} \cdot 2,87 \text{ моль} = 1,91 \text{ моль};$$

$$M(\text{KClO}_3) = 122,5 \text{ г/моль.}$$

Если бы исходное вещество не содержало примесей и не было потерь кислорода, то понадобилась бы бертолетова соль массой:

$$m(\text{KClO}_3) = n(\text{KClO}_3) \cdot M(\text{KClO}_3) = 1,91 \text{ моль} \cdot 122,5 \text{ г/моль} = 234 \text{ г.}$$

Массовая доля выхода кислорода равна:

$$\eta(\text{O}_2) = 100 \% - \eta(\text{потери}) = 100 \% - 6,80 \% = 93,20 \% = 0,932.$$

С учётом потерь кислорода необходимая масса чистой бертолетовой соли (практическая масса) составит:

$$m_{\text{практ.}}(\text{KClO}_3) = \frac{m(\text{KClO}_3)}{\eta(\text{O}_2)} = \frac{234 \text{ г}}{0,932} = 251 \text{ г.}$$

Массовая доля бертолетовой соли в техническом реагенте (содержащем примеси) равна:

$$w(\text{KClO}_3) = 100 \% - w(\text{примеси}) = 100 \% - 2,50 \% = 97,5 \% = 0,975.$$

Масса технического реагента (с примесями) составит:

$$m(\text{KClO}_3 + \text{примеси}) = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{KClO}_3)}{w(\text{KClO}_3)} = \frac{251 \text{ г}}{0,975} = 257 \text{ г.}$$

О т в е т: $m(\text{KClO}_3 + \text{примеси}) = 257 \text{ г.}$

615. Что из перечисленного будет приводить к снижению выхода продукта:

а) необратимость химической реакции получения вещества;

б) наличие окраски у получаемых продуктов;

в) растворимость вещества при его перекристаллизации;

г) невозможность собрать весь продукт с фильтра при фильтровании;

д) высокая стоимость растворителей при перекристаллизации;

е) присутствие примесей в исходных веществах;

ё) одновременное протекание нескольких параллельных реакций с участием реагентов;

ж) использование не соответствующих стехиометрии реакции количеств веществ?

616. Водород какого объёма образуется при взаимодействии цинка массой 23,0 г с избытком разбавленного раствора серной кислоты, если выход продукта реакции равен 97,0 % ?

617. Водород какой массы потребуется для получения аммиака массой 5,0 т, если выход аммиака составляет 94 % ?

618. Соляная кислота с массовой долей HCl 34,0 % и оксид марганца(IV) какими массами требуются для получения хлора объёмом (н. у.) 8,42 дм³, если его выход составляет 82,0 % ?

619. Массовая доля примесей в составе технического образца хлората калия KClO₃ равна 3,50 %. Образец массой 2,30 г нагрели в присутствии катализатора (MnO₂). Рассчитайте массу выделившегося кислорода, если его выход равен 95,0 % .

620. Массовая доля FeS₂ в руде составляет 84,0 % . Раствор какой максимальной массы с массовой долей H₂SO₄ 75,0 % можно получить из руды массой 3,50 т, если выход кислоты составляет 85,0 % ?

621. К раствору массой 233 г с массовой долей хлорида кальция 20,6 % прибавили избыток раствора карбоната калия. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и взвесили. Его масса оказалась равной 40,8 г. Вычислите практический выход полученной соли.

622. На кристаллический хлорид калия массой 5,00 г действовали при нагревании избытком концентрированной серной кислоты. Выделившийся хлороводород (выход равен 90,0 %) пропустили через избыток раствора AgNO_3 . Определите массу образовавшегося осадка.

623. К раствору массой 40,8 г с массовой долей гидроксида калия 12,2 % добавили водный раствор, содержащий 6,56 г сульфата меди(II). Выпавший осадок отфильтровали и прокалили при 400 °С. В результате было получено 3,08 г чёрного твёрдого вещества. Рассчитайте практический выход получения конечного продукта.

624. Через раствор массой 340 г с массовой долей сульфата меди(II), равной 12,4 %, пропустили газообразный сероводород объёмом (н. у.) 5,12 дм³. При этом выпал чёрный осадок, масса которого после фильтрования и высушивания оказалась равной 20,0 г. Рассчитайте практический выход полученной соли.

625. Смешали порошок алюминия массой 100 г и порошок серы массой 100 г и полученную смесь нагрели. Рассчитайте массу образовавшегося сульфида алюминия, если его выход составляет 92,6 %.

626. При пропускании паров воды над раскалёнными чугунами стружками образуется железная окалина Fe_3O_4 и водород. Рассчитайте массу чугунных стружек, необходимых для получения водорода объёмом (н. у.) 20,0 м³, если массовая доля железа в чугуне равна 96,8 %, а практический выход водорода составляет 89,8 %.

627. При получении водорода вначале водяной пар пропускают над раскалённым коксом. В результате реакции образуются оксид углерода(II) и водород. Затем к смеси добавляют новую порцию пара и пропускают её при повышенной температуре над катализатором, в результате этого оксид углерода(II) реагирует с водой с образованием водорода и оксида углерода(IV). Выход водорода и оксида углерода(II) на первой стадии процесса равен 85,0 %, на второй стадии выход водорода составляет 95,0 %. Водород какой максимальной массы можно получить при действии избытка воды на кокс массой 4,00 т с массовой долей углерода 94,0 %?

628. Образец мела массой 4,50 г, массовая доля карбоната кальция в котором равна 95,0 %, опустили в избыток соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объемом (н. у.) 500 см³. Определите выход продукта реакции.

629. Образец мела массой 4,50 г, массовая доля карбоната кальция в котором равна 95,0 %, опустили в соляную кислоту массой 16,2 г с массовой долей хлороводорода 16,2 %. В результате реакции выделился газ объемом (н. у.) 500 см³. Определите выход продукта реакции.

630. Одним из лабораторных методов получения кислорода является разложение бертолетовой соли KClO₃ при нагревании в присутствии катализатора (MnO₂). Рассчитайте массу бертолетовой соли, содержащей 2,60 % посторонних примесей, которая необходима для получения кислорода объемом (н. у.) 100 дм³, если его практический выход равен 92,8 %.

631. Насыщенный при 30 °С раствор массой 200 г охладили до 0 °С. Выпавший осадок нитрата серебра отделили от раствора, высушили и взвесили. Масса полученной соли оказалась равной 78,3 г. Рассчитайте практический выход процесса перекристаллизации нитрата серебра, если коэффициент растворимости нитрата серебра при 30 °С равен 274,5 г, а при 0 °С — 122,2 г.

632. Насыщенный при 60 °С раствор хлорида бария массой 200 г охладили до 10 °С. Выпавший осадок дигидрата хлорида бария отфильтровали и высушили. Его масса составила 20,5 г. Рассчитайте практический выход дигидрата хлорида бария в описанном процессе перекристаллизации, если растворимость хлорида бария в 100 г воды при 10 °С равна 33,7 г, а при 60 °С — 46,4 г.

633. Азотную кислоту в промышленности получают согласно схеме: N₂ → NH₃ → NO → NO₂ → HNO₃.

Рассчитайте суммарный практический выход процесса получения азотной кислоты из азота, если практический выход на каждой стадии процесса составляет 97,6 %.

ГЛАВА 4. МЕТАЛЛЫ

§ 40. Металлы. Общая характеристика элементов

634. С каким металлом вы сталкиваетесь в повседневной жизни чаще всего? Приведите соответствующие примеры, где и в каком виде вы с ним встречаетесь.

635. В учебнике химии написано, что «в компактном состоянии металлы блестят, хорошо проводят электрический ток и теплоту, поддаются изгибанию и ковке». Назовите хотя бы один металл, который не обладает всеми перечисленными свойствами при комнатных условиях. Можно ли этот металл изгибать?

636. Укажите верные утверждения:

а) атомы металлов могут проявлять как положительные, так и отрицательные степени окисления;

б) период может начинаться как с металла, так и с неметалла;

в) во всех группах элемент с наименьшим атомным номером является неметаллом;

г) атомы металлов легко отдают электроны;

д) в периодической системе число металлов превышает число неметаллов;

е) в соединениях металлы присутствуют только в виде анионов;

ё) у атомов металлов на внешнем электронном слое может находиться от 1 до 8 электронов;

ж) атомы металлов имеют низкую электроотрицательность.

637. В каком случае верно указано соотношение между радиусами атомов:

а) $r(\text{Na}) > r(\text{S})$;

г) $r(\text{Ag}) < r(\text{I})$;

б) $r(\text{Cl}) > r(\text{Al})$;

д) $r(\text{O}) < r(\text{Be})$;

в) $r(\text{Ca}) > r(\text{As})$;

е) $r(\text{Br}) > r(\text{Ca})$?

638. Укажите верные окончания утверждения.

Металлическая связь:

а) связывает атомы металла посредством обобществлённых электронов;

б) имеется во всех металлах в твёрдом состоянии;

- в) приводит к возникновению заряда у кристалла металла из-за образования катионов металла;
- г) может возникать между атомами неметаллов;
- д) существует во всех соединениях, в составе которых есть атомы металлов;
- е) приводит к появлению у металлов ряда характерных физических свойств;
- ё) имеет тепловую природу;
- ж) возникает вследствие присоединения электронов к атомам металлов;
- з) возникает благодаря образованию электронного газа из свободных электронов в кристалле металла.

639. Укажите верные окончания утверждения. Щёлочноземельные металлы:

- а) во всех соединениях проявляют постоянную степень окисления, равную +2;
- б) это кальций, стронций и барий;
- в) не могут быть получены в водном растворе в свободном состоянии;
- г) очень склонны принимать два электрона на внешний валентный слой;
- д) расположены в группе ПА периодической системы;
- е) это Be, Mg, Ca, Sr, Ba;
- ё) образуют оксиды и гидроксиды, проявляющие основные свойства;
- ж) образуют простые вещества, являющиеся сильными восстановителями.

640. В каждой из пар химических элементов укажите тот, атом которого имеет больший радиус:

- а) бериллий и кальций;
- б) калий и натрий;
- в) калий и бром;
- г) магний и алюминий;
- д) натрий и магний;
- е) фтор и кальций.

641. Одинаковое или разное число электронов имеют:

- а) атом серы и сульфид-анион;
- б) атом натрия и катион натрия;
- в) атом кальция и катион кальция;

- г) атом хлора и хлорид-анион;
- д) атом алюминия и катион алюминия?

Ответ поясните. Составьте схемы распределения электронов по электронным слоям для упомянутых атомов и ионов.

642. Укажите, какие из утверждений относятся к металлам, как веществам, а какие — к металлам, как химическим элементам:

- а) металлы бывают тугоплавкие и легкоплавкие;
- б) металлы хорошо проводят электрический ток и тепло;
- в) металлы и неметаллы бывают жидкими при обычных условиях;
- г) металлы легко отдают электроны;
- д) при окислении металлов образуются положительные ионы — катионы.

643. Окислением или восстановлением является превращение:

- а) иона меди в атом меди;
- б) катиона никеля в атом никеля;
- в) атома магния в катион магния;
- г) иона хлора в атом хлора;
- д) атома алюминия в катион алюминия;
- е) иона серебра в атом серебра;
- ё) атома серы в сульфид-ион.

644. Определите массовую долю кислорода в составе высшего оксида и гидроксида элемента, расположенного во втором периоде, в ПА группе.

645. В гидроксиде щёлочноземельного металла массовая доля кислорода составляет 43,19 %. Определите формулу гидроксида.

646. Массовая доля металла в карбонате двухвалентного металла равна 40 %. Определите формулу карбоната.

647. Навеску алюминия массой 530 мг поместили в герметичный сосуд с воздухом объёмом (н. у.) 530 см^3 и нагрели. Водород какого объёма (н. у.) выделится при обработке полученного твёрдого продукта избытком соляной кислоты?

648. Металлическое серебро в компактном состоянии имеет плотность $10,8 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте объёмную

плотность электронного газа (т. е. число электронов в 1 см^3 металла) в серебре, приняв, что каждый атом отдаёт в коллективное пользование один электрон.

§ 41. Простые вещества металлы. Физические свойства металлов

649. Почему одни металлы (например, Ag и Au) встречаются в природе как в виде простых, так и в составе сложных веществ, а другие (например, Na и Ca) — только в составе сложных?

650. Почему золото и серебро издавна используют для изготовления ювелирных украшений?

651. Как в старину отличали монеты, сделанные из чистого золота, от подделок?

652. Почему в электрических лампочках нить накаливания делают из вольфрама, а не из какого-либо другого металла, например, гораздо более дешёвого железа?

653. Несмотря на то, что наибольшей электропроводностью обладает серебро, провода для передачи электрического тока, как правило, делают из меди и алюминия. Кратко поясните, почему.

654. Как можно отличить образцы различных металлов, имеющие форму прямоугольника, если в вашем распоряжении имеются весы, мерный цилиндр и вода? Дайте подробный ответ.

655. Предложите различные способы, с помощью которых можно отличить:

- а) медь от алюминия;
- б) медь от золота;
- в) серебро от цинка;
- г) золото от алюминия.

656. Укажите верные утверждения:

а) самую низкую температуру плавления среди металлов имеет ртуть;

б) самую высокую электропроводность среди металлов имеет серебро;

в) обычно чем выше электропроводность металла, тем ниже его теплопроводность;

г) наибольшей плотностью среди металлов обладает осмий;

д) железо и его сплавы относятся к чёрным металлам;

е) магний и алюминий относятся к тяжёлым металлам;

ё) свинцовый припой состоит из сплава олова и свинца.

657. Золото является очень пластичным металлом. Его можно раскатать в фольгу толщиной около 1,0 мкм. Приняв, что атом золота имеет форму шара, рассчитайте толщину такой фольги в атомах золота. Плотность золота равна 19,3 г/см³.

658. Рассчитайте массу трёхлитровой стеклянной банки полностью заполненной золотом. Плотность золота равна 19,3 г/см³. Можно ли такую банку поднять одной рукой и долго удерживать на весу?

659. Какое число атомов содержится в образце меди объёмом 24,6 мм³, если её плотность составляет 8,96 кг/дм³?

660. У вас имеются два металлических кубика с длиной ребра 2,00 мм. В результате взвешивания было установлено, что один кубик имеет массу 0,155 г, второй — 84,0 мг. Как определить, из каких металлов сделаны кубики?

661. Золотая фольга используется для золочения куполов храмов. Из какого числа атомов золота состоит золотая фольга площадью 10,0 м² и толщиной 1,50 мкм? Плотность золота равна 19,3 г/см³.

§ 42. Сплавы металлов

662. Укажите верные утверждения:

а) сплав — это однородная смесь металлов;

б) сплав может обладать свойствами, которых нет у каждого компонента сплава по отдельности;

в) при н. у. все сплавы металлов находятся в твёрдом агрегатном состоянии;

г) для изменения свойств чистых металлов к ним вводят добавки других металлов, этот процесс называется легированием;

- д) в состав латуни входит алюминий;
- е) основным компонентом бронзы является медь;
- ё) присутствие в чугуна углерода придаёт ему хрупкость;
- ж) мельхиор содержит серебро и золото.

663. Для изготовления ювелирных изделий обычно используют сплавы золота с медью или с серебром, а не чистое золото. Как вы думаете, почему?

664. С какой целью в состав стали вводят примеси других металлов — вольфрама, ванадия, хрома, никеля и др.? Какое общее название имеют такие стали?

665. Кусочек чугуна опустили в избыток соляной кислоты. Опишите, что будет наблюдаться. Полностью ли растворится образец через длительный промежуток времени? Кратко поясните ответ.

666. Какое число атомов железа приходится на каждые 1000 атомов углерода в чугуна, в котором массовая доля углерода равна 4,0 % ?

667. Соляную кислоту с массовой долей HCl , равной 17 %, какой массой необходимо взять для растворения стали массой 13,4 г, содержащей железо, хром и никель, массовые доли которых соответственно равны 70 %, 20 % и 10 % ?

668. Вычислите массовые доли компонентов бронзы, в которой на каждые 50 атомов меди приходится 1 атом цинка и 2 атома олова.

669. Медь и олово какими массами следует взять для получения бронзы массой 15,0 т? Массовые доли меди и олова в бронзе соответственно равны 92,0 % и 6,00 %.

670. Медь и никель какой массой необходимы для приготовления монель-металла массой 34,0 кг, если массовая доля никеля в нём составляет 70 %, а меди — 30 % ?

671. Золото и медь какими массами необходимо взять для приготовления ювелирного золота 585 пробы массой 8,90 кг?

672. Латуни массой 29,0 г обработали избытком соляной кислоты, в результате чего выделился водород объёмом (н. у.) 4,48 дм³. Определите массовую долю меди в латуни.

673. Чистое золото какой массой можно получить из обручального кольца массой 2,354 г, изготовленного из золота 750 пробы?

674. Золото массой 400 г сплавляли с медью массой 45 г. Определите пробу полученного золотого сплава.

675. Рассчитайте массу золота, которое надо сплавить с золотым слитком 375 пробы массой 2,50 кг, чтобы повысить его пробу до 750.

676. Бронзу, в которой массовые доли меди и олова соответственно равны 88 % и 12 %, какой максимальной массой можно получить, имея в своем распоряжении медь массой 200 кг и олово массой 18 кг, если потери при выплавке бронзы составляют 2,4 %?

677. Сплав цинка с магнием массой 4,40 г полностью растворили в соляной кислоте. В результате реакции выделился газ объёмом (н. у.) 2,24 дм³. Рассчитайте массу магния в сплаве.

678. Золотое обручальное кольцо имеет массу 2,25 г и состоит из золота 750 пробы. Биржевая стоимость чистого золота составляет около 1396 долларов США (по состоянию на июль 2019 г.) за тройскую унцию (масса 1 тройской унции равна 31,103477 г). Чему равна биржевая стоимость (в долларах США) золота, содержащегося в обручальном кольце?

§ 43. Ряд активности металлов. Взаимодействие металлов с растворами кислот

679. Запишите в молекулярном и ионном (полном и сокращённом) видах уравнения химических реакций между:

- а) железом и соляной кислотой;
- б) магнием и фосфорной кислотой;
- в) алюминием и бромоводородной кислотой;
- г) цинком и серной кислотой.

680. Укажите, в каких случаях металл будет реагировать с раствором кислоты:

- а) Hg и HCl;
- б) Ni и H₂SO₄;
- в) Au и HF;
- г) Al и H₃PO₄;
- д) Cu и HCl;
- е) Ag и H₃PO₄.

Составьте молекулярные и сокращённые ионные уравнения соответствующих химических реакций.

681. Укажите верные утверждения:

а) чем легче атом металла отдаёт электроны, тем труднее его катион принимает электроны;

б) в ряду активности металлов справа налево химическая активность простых веществ металлов убывает;

в) металлы, стоящие в ряду активности левее водорода, способны вытеснять водород из растворов кислот;

г) чем правее расположен атом металла в ряду активности, тем сильнее окислительные свойства проявляет его катион;

д) металлы, стоящие после водорода, не могут выступать в качестве восстановителя;

е) любой металл химически активнее тех металлов, которые расположены левее его в ряду активности;

ё) чем правее расположен металл в ряду активности, тем выше его химическая активность;

ж) все катионы металлов, расположенных до водорода, не могут быть выделены из водных растворов их солей;

з) труднее всего восстанавливаются до простого вещества катионы металлов, расположенных в ряду активности правее водорода.

682. Составьте молекулярные уравнения между указанными веществами и для каждой пары укажите окислитель и восстановитель:

а) цинк и соляная кислота;

б) железо и кислород;

в) серная кислота и алюминий;

г) натрий и вода.

683. В вашем распоряжении имеется медная проволока и соляная кислота. Как с помощью этих реактивов и газовой горелки можно получить хлорид меди(II)? Составьте уравнения соответствующих химических реакций.

684. Массовая доля магния в его сплаве с цинком равна 36,0 %. Сплав какой массы потребуется для получения в реакции с избытком разбавленной серной кислоты водорода объёмом (н. у.) 145 см³, если практический выход водорода составляет 97,8 %?

685. Какой объём соляной кислоты с массовой долей хлороводорода, равной 12,8 %, и плотностью 1,057 г/см³ практически потребуется для получения водорода объёмом (н. у.) 0,224 м³, если его выход составляет 86,8 %?

686. В раствор серной кислоты объёмом 9,0 см³ поместили избыток цинка. При этом выделился водород объёмом 84,4 см³. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, если его плотность равна 1025 г/дм³.

687. Навеску цинка массой 24,8 г, содержащего 1,80 % нерастворимых в соляной кислоте посторонних примесей, поместили в избыток соляной кислоты. Объём (н. у.) выделившегося газа составил 8,04 дм³. Рассчитайте практический выход процесса получения водорода.

688. Нагретые цинковые стружки массой 4,48 г одновременно поместили в атмосферу кислорода. При этом часть металла превратилась в оксид. При обработке полученного твёрдого продукта избытком водного раствора серной кислоты выделился газ объёмом (н. у.) 896 см³. Рассчитайте массу металла, вступившего в реакцию с кислородом.

689. Навеску магния массой 4,88 г поместили в соляную кислоту массой 160 г с массовой долей хлороводорода, равной 8,46 %. Объём (н. у.) выделившегося газа составил 4,12 дм³. Рассчитайте практический выход водорода в этом процессе.

690. Образец алюминия массой 16,0 г нагревали некоторое время на воздухе, в результате чего часть алюминия превратилась в оксид. При обработке полученного твёрдого остатка избытком соляной кислоты выделился газ объёмом (н. у.) 6,72 дм³. Кислород каким объёмом (н. у.) вступил в реакцию с алюминием?

691. Навеску железа массой 840 мг поместили в трубку, подогрели и пропустили через трубку избыток хлороводорода, а затем хлор объёмом (н. у.) 78,8 см³. Рассчитайте массовые доли веществ в твёрдом продукте, полученном в результате этого эксперимента.

§ 44. Взаимодействие металлов с неметаллами

692. При взаимодействии простых веществ металлов с неметаллами атомы каких химических элементов выступают в качестве восстановителя?

693. Повышается или понижается степень окисления атомов металлов в реакциях с неметаллами?

694. Составьте уравнения химических реакций между:

- а) натрием и хлором;
- б) кальцием и кислородом;
- в) литием и серой;
- г) алюминием и бромом;
- д) железом и серой;
- е) магнием и фосфором.

Назовите образующиеся в результате химических реакций вещества, укажите окислитель и восстановитель.

695. Какие из перечисленных металлов не реагируют с кислородом: золото, магний, алюминий, платина, железо, кальций? Составьте уравнения протекающих химических реакций, укажите окислитель и восстановитель. Назовите образующиеся в результате реакций вещества по систематической номенклатуре.

696. Наличие каких веществ может показать химический анализ образца лития, длительное время хранившегося на открытом воздухе? Приведите уравнения соответствующих реакций.

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

- а) $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$;
- б) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO}$;
- в) $\text{PbO} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$.

698. Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, принимающих участие в химической реакции алюминия с серой:

а) $n(\text{Al}_2\text{S}_3) = \frac{2}{1} \cdot n(\text{Al})$;

б) $n(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{S})$;

в) $n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{Al}_2\text{S}_3)$;

г) $n(\text{S}) = 3 \cdot n(\text{Al}_2\text{S}_3)$;

д) $n(\text{S}) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Al})$;

е) $n(\text{Al}_2\text{S}_3) = \frac{1}{3} \cdot n(\text{S})$.

699. Сульфид магния какой массой образуется при взаимодействии магния массой 3,56 мг с серой массой 8,40 мг?

700. Хлор какого максимального объёма (н. у.) может прореагировать с цинком массой 1,30 кг?

701. Для полного сгорания смеси магния и алюминия массой 10,2 г потребовался кислород химическим количеством 0,250 моль. Определите массу магния в смеси.

702. Составьте уравнение химической реакции натрия с серой. Какое число электронов перейдёт от атомов металла к атомам неметалла при взаимодействии натрия массой 6,90 г с избытком серы?

703. Для полного превращения щелочного металла массой 7,80 г в хлорид понадобился хлор химическим количеством 0,100 моль. Определите щелочной металл.

704. При взаимодействии меди с кислородом образовалась смесь оксидов меди(II) и меди(I). Рассчитайте массовую долю оксида меди(I) в полученной смеси, если массовая доля химического элемента кислорода в ней составляет 12,08 %.

705. В разбавленный водный раствор серной кислоты массой 500 г опустили цинк массой 65,0 г. При этом весь цинк растворился. Определите массу раствора к моменту окончания химической реакции и массовую долю сульфата цинка в образовавшемся растворе.

706. Кислород какого объёма (н. у.) необходим для получения оксида алюминия массой 255 кг, если его практический выход равен 98,5 % ?

707. Для синтеза сульфида железа(II) использовали порошок железа, содержащий 0,68 % примесей, и серу, содержание основного вещества в которой равно 98,0 %. Рассчитайте массы исходных веществ, необходимых для

получения продукта массой 1,18 кг, если его практический выход равен 95,6 %.

708. Между собой металлы могут образовывать соединения, которые называют интерметаллидами. В одном из таких интерметаллидов, состоящих из атомов натрия и ртути, массовая доля последней равна 0,9458. Установите формулу этого интерметаллида.

§ 45. Взаимодействие металлов с водой и растворами солей других металлов

709. Какие из перечисленных металлов — Na, Zn, Ag, Ba, Mg, Al, Fe, Au — реагируют с водой:

- а) при нормальных условиях;
- б) при повышенной температуре?

Приведите молекулярные уравнения соответствующих реакций.

710. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения:

- а) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4$;
- б) $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{Pb(NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbS}$;
- в) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4$;
- г) $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3$.

711. Укажите, какие из приведённых превращений осуществимы на практике:

- а) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2$;
- б) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2$;
- в) $\text{Pb} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb(OH)}_2 + \text{H}_2$;
- г) $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2$;
- д) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2$;
- е) $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + \text{H}_2$;
- ё) $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$;
- ж) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 + \text{H}_2$.

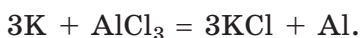
712. Какие металлы будут вытеснять медь из раствора сульфата меди(II): цинк, платина, серебро, никель, магний?

Составьте молекулярные и ионные уравнения соответствующих химических реакций.

713. В ряду напряжений калий расположен левее натрия. Можно ли получить натрий при взаимодействии калия с водным раствором сульфата натрия? Поясните ответ.

714. Для очистки ртути от примеси цинка её опускают в раствор сульфата ртути(II) и интенсивно взбалтывают. В чём заключается принцип этого способа очистки? Составьте уравнение протекающей химической реакции. От каких металлов нельзя очистить ртуть таким образом? Поясните ответ.

715. Алюминий впервые был получен из хлорида алюминия в результате протекания следующей реакции:



Как вы думаете, в каких условиях протекала эта реакция?

716. Навеску магния массой 355 мг обработали смесью, состоящей из 0,010 моль брома и 0,010 моль иода, а затем нагрели для удаления избытка реагентов. Какие вещества и каким химическим количеством содержатся в полученном твёрдом остатке?

717. Водород какой максимальной массой можно получить при пропускании над нагретым магнием массой 420 мг избытка паров воды, если потери водорода в процессе составляют 3,44 %?

718. Железо какой массой прореагировало с парами воды с образованием оксида железа(II, III), если образовался водород объёмом (н. у.) 23,0 м³?

719. Над чугунами опилками массой 6,70 кг пропустили избыток паров воды в результате чего образовался оксид железа(II, III). Водород какой массой образовался при этом, если массовая доля примесей в чугуне составляет 5,40 %?

720. Какое число электронов перейдет от атомов цинка к ионам меди Cu²⁺, если цинковую пластинку массой 6,5 г поместить в избыток водного раствора хлорида меди(II)?

721. В раствор сульфата меди(II) опустили железные опилки. Медь какой массой выделилась, если масса железных опилок к окончанию реакции уменьшилась на 22,4 г?

722. Щёлочноземельный металл массой 274 мг растворили в избытке воды. В результате реакции образовался водород химическим количеством 2,00 ммоль. Какой металл был взят для реакции?

723. К водному раствору объёмом 460 см³ с молярной концентрацией хлорида меди(II), равной 0,168 моль/дм³, добавили избыток алюминиевых стружек. Рассчитайте массу выделившейся меди, если её практический выход составляет 94,6 %.

724. Натрий какой массой следует добавить к раствору массой 20,0 г с массовой долей гидроксида натрия, равной 1,00 %, чтобы получить раствор гидроксида натрия с массовой долей, равной 1,50 %?

§ 46. Коррозия металлов. Защита от коррозии

725. Укажите верные окончания утверждения.

В процессе коррозии:

- а) компоненты окружающей среды являются окислителями;
- б) атомы металла восстанавливаются;
- в) атомы металла окисляются;
- г) компоненты окружающей среды являются восстановителями.

726. С какой целью железные предметы при хранении покрывают смазкой? Какую роль она играет?

727. Укажите верные утверждения:

- а) состав коррозионной пленки на медных изделиях можно выразить формулой $x\text{CuO} \cdot y\text{H}_2\text{O} \cdot z\text{CO}_2$;
- б) в одинаковых условиях полированная сталь подвергается коррозии быстрее, чем шероховатая;
- в) контакт стали с медью ускоряет её коррозию во влажном воздухе;
- г) в одинаковых условиях чистое железо корродирует медленнее, чем железо с примесями;

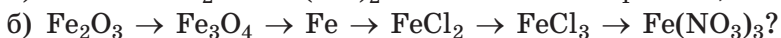
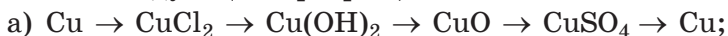
д) в одинаковых условиях оцинкованное железо ржавеет медленнее обычного;

е) коррозия железа в атмосфере углекислого газа протекает быстрее, чем в атмосфере кислорода.

728. В какой воде — морской или речной — более интенсивно происходит коррозия металлов? Почему?

729. Предложите, как с помощью химических методов можно медному изделию, покрытому патиной, вернуть первоначальный блеск. Приведите уравнения соответствующих реакций.

730. С помощью каких химических реакций можно осуществить следующие превращения:



731. С какой целью перед нанесением защитной плёнки металла (хрома, никеля) на железо его поверхность рекомендуется сделать как можно более гладкой?

732. Во влажной атмосфере изделия из оцинкованного железа со временем покрываются белым налётом. Что происходит с цинком при этом? Приведите уравнение соответствующей химической реакции.

733. Почему алюминий, стоящий в ряду активности металлов левее железа и имеющий более высокую химическую активность, во влажном воздухе подвергается коррозии в значительно меньшей степени, чем железо?

734. Один стальной лист покрыли тонким слоем серебра, а другой — тонким слоем цинка. Что общего и чем различаются эти изделия с точки зрения коррозии?

735. Рассчитайте массовые доли хрома и никеля в нержавеющей стали, если в её образце на каждые 120 атомов железа приходится 2 атома хрома и 3 атома никеля.

736. Медь какой массой подверглась коррозии, если в результате этого процесса образовалась патина массой 275 кг?

737. Масса железного изделия в результате коррозии увеличилась на 800 мг. Рассчитайте, водород какого объёма необходим для восстановления всей ржавчины

до железа, считая, что её состав соответствует формуле $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2,27\text{H}_2\text{O}$.

738. Массовая доля воды в составе образца ржавчины $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ равна 0,184. Определите величину x .

739. Образец ржавчины $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ массой 2,94 г прокалили на воздухе до постоянной массы. При этом был получен твёрдый остаток массой 2,24 г. Установите формулу ржавчины.

740. Железную пластинку массой 20,0 г поместили в раствор массой 110 г с массовой долей сульфата меди(II), равной 8,22 %. Рассчитайте массовую долю сульфата железа(II) в растворе после окончания реакции.

741. К избытку водного раствора нитрата свинца прибавили порцию олеума массой 192,4 мг. При этом выпал белый осадок, масса которого после отделения и высушивания оказалась равной 606 мг. Рассчитайте массовую долю оксида серы(VI) в олеуме.

742. С целью защиты от коррозии на поверхность железа наносят слой цинка толщиной 20 мкм. Плотность цинка равна 7,14 г/см³. Рассчитайте, гептагидрат сульфата цинка $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ какой массой необходим для нанесения из раствора с помощью электрического тока цинкового покрытия на изделие площадью 2,40 м².

§ 47. Соединения металлов. Оксиды и гидроксиды

743. Составьте формулы оксидов, которым соответствуют гидроксиды:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| а) $\text{Sr}(\text{OH})_2$; | г) $\text{Zn}(\text{OH})_2$; |
| б) CuOH ; | д) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; |
| в) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; | е) $\text{Cr}(\text{OH})_3$. |

Каков кислотно-основный характер каждого из оксидов?

744. Предложите три разных способа получения гидроксида бария. Приведите молекулярные и ионные уравнения соответствующих реакций.

745. Запишите уравнения электролитической диссоциации: гидроксида кальция, гидроксида натрия, гидрата аммиака.

746. Укажите верные утверждения:

- а) гематит — это тривиальное название оксида железа(III);
- б) негашёная известь — это $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
- в) свинец не образует оксида Pb_2O_5 ;
- г) оксид марганца(VII) является кислотным оксидом;
- д) щёлочи образуются при взаимодействии оксидов всех металлов с водой;

е) оксиды металлов в низших степенях окисления, как правило, проявляют основные свойства;

ё) растворы гидроксидов щелочных и щёлочноземельных металлов называют щелочами.

747. В каких случаях верно указана окраска соответствующего оксида:

- а) Cr_2O_3 — белый;
- б) Fe_2O_3 — коричневым;
- в) CuO — синий;
- г) ZnO — красный;
- д) Fe_2O_3 — белый;
- е) Na_2O — белый;
- ё) Cr_2O_3 — зелёный;
- ж) MgO — белый.

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

- а) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuO}$;
- б) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$;
- в) $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaZnO}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$;
- г) $\text{K} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4$;
- д) $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaI}_2$.

749. Гидроксиды и оксиды каких металлов проявляют амфотерные свойства? Ответ подтвердите примерами соответствующих химических реакций.

750. Барий массой 2,80 г растворили в воде массой 87,0 г. Рассчитайте массовую долю щёлочи в полученном растворе.

751. Рассчитайте массовую долю кислорода в составе:

- а) негашёной извести;
- б) гематита;
- в) корунда.

752. Смесь оксида цинка и оксида меди(II) смешали с избытком углерода и нагрели. Рассчитайте массовую долю

меди в полученной латуни, если массовая доля оксида цинка в исходной смеси была равна 46,8 %.

753. Смешали железо массой 30,6 г с серой массой 12,4 г и полученную смесь нагрели. Рассчитайте массу образовавшегося сульфида железа(II), если его выход равен 90,2 %.

754. На нейтрализацию раствора массой 100 г, содержащего гидроксиды натрия и калия общей массой 13,6 г, потребовалась соляная кислота, содержащая хлороводород химическим количеством 0,300 моль. Рассчитайте массовые доли щелочей в исходном растворе.

755. Водород каким объёмом (н. у.) выделится при действии избытка водного раствора гидроксида натрия на сплав алюминия и магния массой 16,2 г с массовой долей магния, равной 8,66 %, если его практический выход равен 96,6 %?

756. Массовая доля металла в его сульфате составляет 15,77 %. Установите формулу сульфата металла.

757. Рассчитайте массу раствора с массовой долей гидроксида калия 8,12 %, необходимого для получения гидроксида железа(III) массой 844 мг из хлорида железа(III), если потери при выделении осадка составляют 4,62 %.

758. В промышленности гашёную известь получают из известняка по следующей схеме: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$. Рассчитайте массу известняка, содержащего 12,8 % примесей по массе, необходимого для получения гашёной извести массой 144 т, если её суммарный практический выход составляет 94,5 %.

§ 48. Соли металлов. Качественное обнаружение ионов металлов в растворах. Жёсткость воды

759. В каком случае верно указано название соответствующей соли:

- а) Na_2SO_3 — сульфид натрия;
- б) Li_3N — нитрат лития;
- в) CuS — сульфид меди(II);
- г) K_3PO_4 — фосфат калия;
- д) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ — нитрид свинца;
- е) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ — сульфит аммония;

- ё) NiCl_2 — хлорид никеля(II);
- ж) FeCl_3 — хлорид железа(II);
- з) Zn_3P_2 — фосфат цинка;
- и) K_2CO_3 — карбонат калия.

760. Составьте формулы кислот, солями которых являются следующие соединения:

- а) KPO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, NaClO ;
- б) $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, KBO_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_2)_2$;
- в) PbSO_4 , FeS_2 , Na_2O_2 ;
- г) $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$, Li_3N , KH_2PO_2 .

761. Составьте формулы следующих солей:

- а) сульфид калия;
- б) нитрат кальция;
- в) карбонат бария;
- г) силикат магния;
- д) сульфит кальция;
- е) фосфат бария;
- ё) сульфат железа(III);
- ж) бромид олова(IV).

762. Между какими солями возможна реакция ионного обмена в водном растворе:

- а) K_3PO_4 и CaCl_2 ;
- б) MgCl_2 и CuSO_4 ;
- в) CuSO_4 и BaCl_2 ;
- г) NaCl и MgSO_4 ;
- д) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и NaCl ;
- е) AgNO_3 и FeCl_3 ?

Составьте молекулярные и ионные уравнения протекающих реакций.

763. Составьте ионные уравнения для реакций, протекающих между водными растворами указанных солей:

- а) $\text{AgNO}_3 + \text{CaCl}_2$;
- б) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
- в) $\text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{S}$;
- г) $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$;
- д) $\text{NH}_4\text{Br} + \text{AgNO}_3$;
- е) $\text{ZnCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

764. С помощью каких химических реакций можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$;
- б) кальций \rightarrow оксид кальция \rightarrow гидроксид кальция \rightarrow хлорид кальция \rightarrow нитрат кальция \rightarrow сульфат кальция?

765. В состав следующих солей входят атомы двух разных металлов:

- а) K_2MnO_4 ;
- б) Na_2CrO_4 ;
- в) Li_3VO_4 ;
- г) K_2FeO_4 ;
- д) Na_2MoO_4 ;
- е) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Приведите уравнения электролитической диссоциации этих солей. Солями каких кислот являются эти соединения? Приведите формулы этих кислот.

766. Составьте уравнения электролитической диссоциации:

- а) сульфата железа(II), хлорида магния, фосфата калия;
- б) нитрата серебра, сульфида калия, хлорида аммония;
- в) карбоната калия, нитрата алюминия, сульфата меди(II);
- г) фосфата натрия, сульфида лития, бромида магния.

767. Укажите, какие из перечисленных анионов могут быть использованы для качественного обнаружения катионов бария в растворе: Br^- , I^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} . Составьте ионные и молекулярные уравнения соответствующих химических реакций.

768. С помощью раствора какого вещества можно определить наличие примеси катионов бария в водном растворе следующих веществ: NaCl , KNO_3 , HCl ? Составьте уравнение химической реакции.

769. К прозрачному водному раствору неизвестного вещества добавили раствор серной кислоты. При этом наблюдали образование белого осадка. Какие ионы могли присутствовать в растворе: SO_4^{2-} , Br^- , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , K^+ , CO_3^{2-} , Pb^{2+} ? Ответ поясните.

770. К прозрачному водному раствору неизвестного вещества добавили раствор карбоната натрия. При этом наблюдалось образование белого осадка. Какие ионы могли присутствовать в неизвестном растворе: PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^- , Ba^{2+} , Ag^+ , Na^+ , CO_3^{2-} , Cu^{2+} ? Ответ поясните.

771. В двух пробирках содержатся по отдельности водные растворы указанных веществ:

- | | |
|--|---|
| а) CaCl_2 и MgCl_2 ; | г) KNO_3 и AgNO_3 ; |
| б) KMnO_4 и K_2SO_4 ; | д) CuCl_2 и BaCl_2 ; |
| в) FeCl_3 и AlCl_3 ; | е) Na_3PO_4 и NaNO_3 . |

Для каждой пары укажите, можно ли, не прибегая к помощи дополнительных реактивов, распознать, в какой пробирке находится раствор какого вещества. Если можно, то поясните, как.

772. Укажите верные утверждения:

а) самой мягкой водой является дистиллированная вода;

б) временная жёсткость воды обусловлена содержащимися в ней солями щёлочных металлов;

в) накипь преимущественно состоит из карбонатов кальция и магния;

г) временную жёсткость воды можно устранить кипячением;

д) для умягчения воды используют гашённую известь;

е) жёсткость минеральной воды из подземных источников ниже, чем дождевой;

ё) накипь с поверхности нагревательных приборов в бытовых условиях можно удалить с помощью раствора кислоты;

ж) вкус природной воды из подземных источников определяется содержащимися в ней солями;

з) кальцинированная сода может быть использована для устранения жёсткости воды.

773. Укажите пары металл — окраска пламени его соединениями, например, 1а, 2б и т. д.

1. Натрий	а) зеленовато-жёлтый
2. Кальций	б) светло-фиолетовый
3. Литий	в) жёлтый
4. Барий	г) кирпично-красный
5. Калий	д) красный

774. Рассчитайте молярную концентрацию сульфата магния в жёсткой воде, если известно, в образце этой воды объёмом 200 см^3 содержатся катионы магния массой 480 мг.

775. К раствору нитрата серебра массой 20,0 г добавили избыток хлорида натрия. В результате реакции образовался осадок массой 3,40 г. Определите массовую долю нитрата серебра в исходном растворе.

776. Рассчитайте массу перманганата калия, необходимого для получения кислорода объёмом (н. у.) $5,88 \text{ дм}^3$,

если практический выход кислорода равен 90,6 %, исходный реактив содержит 1,88 % посторонних примесей.

777. Рассчитайте массовую долю ионов калия в составе смеси, содержащей сульфат калия массой 16,2 г и фторид калия химическим количеством 0,25 моль.

778. К раствору объёмом 250 см³ с массовой долей Na₂SO₄, равной 7,60 %, и плотностью 1,080 г/см³ добавили избыток раствора нитрата бария. Определите массу образовавшегося осадка, если потери при фильтровании составили 4,66 %.

779. К образцу серной кислоты объёмом 10,0 см³, взятому из незаряженного аккумулятора, прилили избыток раствора хлорида бария. При этом образовался белый осадок массой 12,44 г. Рассчитайте массу серной кислоты в анализируемом растворе.

780. Масса смеси хлоридов натрия и калия равна 26,6 г, а химическое количество хлорид-ионов в этой смеси равно 0,40 моль. Рассчитайте массовую долю хлорида калия в смеси.

781. Необходимо приготовить 580 см³ раствора с молярной концентрацией сульфата меди(II), равной 0,144 моль/дм³. Рассчитайте массу медного купороса, необходимого для этого.

782. Молибден необходим растениям для нормального развития. При его недостатке бобовые, овёс, томаты, салат и другие растения заболевают особым видом пятнистости, не плодоносят и погибают. В качестве молибденового микроудобрения может применяться тетрагидрат молибдата аммония (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O. Это микроудобрение применяют для некорневых подкормок из расчёта в среднем 175 мг молибдена на 1 га. Рассчитайте, какую массу тетрагидрата молибдата аммония необходимо внести для подкормки сельскохозяйственных культур на площади 344 га.

§ 49. Металлы в природе.

Биологическая роль металлов

783. Назовите 10 металлов, которые встречаются (в виде простых веществ или соединений) в повседневной жизни человека. Кратко поясните, где вы сталкиваетесь с этими металлами.

784. Назовите три наиболее распространённых металла в земной коре. В самородном состоянии или в составе соединений они встречаются в природе?

785. Укажите верную роль металлов в живых организмах:

1. Кальций	а) входит в состав хлорофилла
2. Железо	б) входит в состав ферментов
3. Медь	в) влияет на водообмен в организме
4. Натрий	г) необходим для роста костей
5. Магний	д) входит в состав гемоглобина

Ответ запишите в виде 1а, 2б и т. д.

786. Определите степени окисления атомов металлов в минералах:

а) Fe_3O_4 , $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, HgS ;

б) FeS_2 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.

787. Назовите три металла, соединения которых очень токсичны и даже в очень малых количествах оказывают негативное воздействие на здоровье человека.

788. Как, имея в своём распоряжении минерал халькозин, представляющий собой сульфид меди(I), можно получить в лабораторных условиях медный купорос? Приведите уравнения реакций получения медного купороса не менее, чем пятью различными способами.

789. Каолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ основное вещество глины, образующееся при разрушении горных пород. Каолин используют как сырьё в производстве фарфора, фаянса, тонкой керамики. Рассчитайте число атомов кислорода в образце каолина массой 88,4 г.

790. Магнитный железняк $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ является минералом чёрного цвета, обладает магнитными свойствами, поэтому может изменять показания компаса. Пирит (в переводе означает камень, высекающий огонь) имеет химический состав FeS_2 . Рассчитайте, в магнитном железняке какой массой содержится столько же железа, что и в пирите массой 7,36 т.

791. Пирит используют для получения серной кислоты и железного купороса. Рассчитайте массу железного купороса, который можно получить из пирита массой 2,67 т, если его практический выход равен 92,2 %.

792. Малахит $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ ценится довольно дорого и используется для изготовления ювелирных изделий. Им облицованы колонны внутри Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге. Из мелкой крошки малахита изготавливается минеральный пигмент, используемый в живописи. Соляная кислота с массовой долей хлороводорода 7,30 % какой массой потребуется для полного растворения образца малахита массой 7,00 г?

793. Бурый железняк $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ одна из самых распространённых и важных железных руд имеет окраску от тёмно-коричневой до светло-жёлтой. В металлургической промышленности бурый железняк используют для получения железа. Рассчитайте, железо какой максимальной массой можно получить из бурого железняка массой 12,0 т, в котором массовая доля примесей составляет 18,0 %, а практический выход процесса получения железа равен 95,5 %.

794. В 100 г съедобной части свёклы содержится 2,25 мг магния. Какое число атомов магния поступает в организм при употреблении в пищу 150 г свёклы? Зависит ли полученная вами величина от способа приготовления свёклы (тушение, варка, запекание)?

§ 50. Химические способы получения металлов из их природных соединений

795. Составьте уравнения химических реакций между:

- | | |
|---------------------------------|---|
| а) CuO и C ; | г) Fe_2O_3 и C ; |
| б) FeO и CO ; | д) MnO_2 и Al ; |
| в) ZnO и CO ; | е) PbO и H_2 . |

Укажите условия протекания каждой реакции.

796. Смесь оксида железа(II, III) с алюминиевым порошком называется термитом. Термитная смесь использовалась ранее для ремонта железных конструкций в полевых условиях. При поджигании этой смеси протекает реакция, в результате которой образуется железо и оксид алюминия. Укажите верные соотношения между химическими количествами веществ, принимающих участие в этой реакции:

$$\text{а) } n(\text{Al}) = \frac{8}{9} \cdot n(\text{Fe}); \qquad \text{б) } n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{4}{9} \cdot n(\text{Fe});$$

$$\begin{array}{ll} \text{в) } n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{8}{3} \cdot n(\text{Al}); & \text{д) } n(\text{Fe}) = \frac{9}{4} \cdot n(\text{Al}_2\text{O}_3); \\ \text{г) } n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{9}{3} \cdot n(\text{Fe}); & \text{е) } n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{3}{4} \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4). \end{array}$$

797. Для восстановления до металла при высокой температуре каких из приведённых оксидов можно использовать водород: K_2O , Fe_2O_3 , Ag_2O , Na_2O , CuO , CaO , ZnO , PbO ? Кратко поясните, почему.

798. Укажите верные утверждения:

а) в процессе выделения металлов из руд протекает процесс их окисления;

б) сталь получают из чугуна;

в) в качестве восстановителя при получении металлов может использоваться углекислый газ;

г) основным веществом кокса является углерод, который выступает восстановителем при получении металлов из руд;

д) перед обжигом сульфидных руд их подвергают обогащению;

е) электрометаллургия — это метод получения металлов с помощью электрического тока;

ё) массовая доля углерода в стали выше, чем в чугуне;

ж) метод получения металлов с помощью восстановления другими металлами называется металлотермия.

799. Одной из первых стадий получения металлов из сульфидных руд является процесс их обжига в кислороде. Составьте уравнения химических реакций, которые протекают на стадии обжига руд, содержащих: CuS , PbS , ZnS .

800. Какую массу стали с массовой долей углерода 0,62 % можно получить из чугуна массой 35 т, массовая доля углерода в котором составляет 4,0 %?

801. Вольфрам какой максимальной массой можно получить при восстановлении оксида вольфрама(VI) массой 45 т, если его выход составляет 96,8 %?

802. Алюминий каким химическим количеством необходим для получения сплава массой 4,36 т с массовой долей алюминия, равной 14,2 %?

803. Какие массы меди и железа можно теоретически получить из медного колчедана CuFeS_2 массой 34,4 кг?

804. Смесь, состоящую из оксида меди(II) массой 100 г и магнезия массой 20,8 г, подожгли. Рассчитайте массу полученной меди, если её практический выход составляет 94,0 %.

805. Цинк какой массой можно получить из руды массой 2,80 т, содержащей цинковую обманку, если массовая доля пустой породы в руде составляет 13,0 %.

806. Рассчитайте, оксид хрома(III) какой массой необходим для получения хрома массой 8,76 т методом алюмотермии.

807. Смесь оксида цинка и оксида меди(II) восстановили водородом при нагревании, а полученные металлы сплавляли при высокой температуре. Рассчитайте массу исходной смеси оксидов, если в результате этого опыта была получена латунь массой 340 г с массовой долей меди 45,0 %.

808. Над оксидом меди(II) массой 60,0 г при нагревании пропустили оксид углерода(II) массой 11,2 г. Определите массовую долю меди в полученном твёрдом остатке.

809. Массовая доля примесей в руде, содержащей цинковую обманку, составляет 12,0 %. Рассчитайте, серную кислоту какой максимальной массой можно получить из продуктов обжига цинковой обманки, необходимой для получения цинка массой 3,00 т. Руда какой массой необходима для этого?

810. Руда, содержащая цинковую обманку, какой массой необходима для получения цинка массой 10,0 т, если массовая доля пустой породы в руде равна 22,0 %, а практический выход цинка составляет 92,2 %?

811. Рассчитайте массу железной руды с массовой долей оксида железа(II, III) 62,8 % и массу кокса (он окисляется до угарного газа и содержит 8,50 % примесей), которые необходимы для получения 10,0 т чугуна с массовой долей углерода 3,44 %.

§ 51. Электролиз расплавов солей

812. Укажите верное окончание утверждения.

При электролизе:

- а) катод подключается к отрицательному источнику тока;
- б) катионы движутся к аноду;
- в) протекает обменная химическая реакция;
- г) анод подключается к отрицательному полюсу источника тока;
- д) на аноде протекает процесс окисления;
- е) процессы окисления и восстановления пространственно разделены;
- ё) на катоде протекает процесс окисления;
- ж) анионы движутся к аноду;
- з) одновременно протекают процессы окисления и восстановления.

813. Укажите верные утверждения для процесса электролиза:

- а) катод — это положительный электрод;
- б) анод — это положительный электрод;
- в) на аноде протекает восстановление ионов;
- г) на катоде катионы отдают электроны;
- д) на аноде анионы принимают электроны;
- е) при электролизе окислителем является электрический ток;
- ё) при электролизе восстановителем является электрический ток.

814. Укажите, какие ионы будут при электролизе перемещаться к аноду, а какие — к катоду: Fe^{2+} , S^{2-} , Cl^- , F^- , Pt^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} , I^- .

815. Какие ионы из указанных в предыдущем задании при электролизе водного раствора будут восстанавливаться, а какие — окисляться? Составьте уравнения процессов, протекающих на электродах.

816. Укажите, какие из перечисленных металлов можно получить в виде простых веществ при электролизе водных растворов их солей: калий, медь, алюминий, золото, серебро, кальций, ртуть, литий. Кратко поясните, почему.

817. Составьте химические уравнения электролиза расплавов:

- а) хлорида магния;
- б) иодида натрия;
- в) бромида кальция.

818. К какому электроду — катоду или аноду — должен быть присоединен предмет для его серебрения электролитическим способом в растворе нитрата серебра? Ответ поясните.

819. В каком случае при проведении электролиза на катоде выделится соответствующий металл:

- а) водный раствор бромида натрия;
- б) расплав хлорида алюминия;
- в) расплав хлорида калия;
- г) водный раствор хлорида бария;
- д) водный раствор хлорида меди(II)?

820. При электролизе расплава хлорида магния был получен хлор объёмом (н. у.) $73,0 \text{ дм}^3$. Соль какой массой разложилась при этом?

821. Калий какой массой выделится при полном электролизе расплава хлорида калия массой $45,0 \text{ г}$?

822. Хлор какого максимального объёма (н. у.) может быть получен при электролизе раствора массой 750 г с массовой долей хлорида натрия, равной $18,0 \%$?

823. Водород и кислород каким суммарным объёмом (н. у.) образуются в результате полного электролиза воды массой 136 г ?

824. Хлор каким объёмом (н. у.) может быть получен из хлорида кальция массой 760 г , содержащего по массе $2,55 \%$ примесей, если потери хлора в процессе производства составляют $2,80 \%$?

825. В промышленных условиях алюминий получают электролизом раствора оксида алюминия в расплавленном криолите Na_3AlF_6 . Алюминий какой массы можно получить из боксита массой $50,0 \text{ т}$ с массовой долей оксида алюминия $87,0 \%$, если его практический выход составляет $97,7 \%$?

826. Боксит с массовой долей пустой породы, равной 12,0 %, какой массой необходим для получения электролитическим способом алюминия массой 20,0 т?

827. В результате электролиза водного раствора хлорида калия выделился хлор химическим количеством 0,200 моль и образовался гидроксид калия. Масса раствора к моменту окончания электролиза составила 155 г. Определите массовую долю гидроксида калия в образовавшемся растворе.

828. Хромирование — процесс нанесения слоя хрома на металлическое изделие. Нанесение хрома можно осуществить с помощью электролиза. Хромовое покрытие характеризуется высокой химической стойкостью. Металлические изделия хромируют для предотвращения коррозии и придания им декоративного вида. Рассчитайте площадь поверхности металлической детали, которую можно покрыть хромом, используя для хромирования раствор, содержащий хлорид хрома(III) массой 3,50 г. Толщина слоя хрома составляет 1,00 мкм. Плотность хрома равна 7,19 г/см³.

§ 52. Применение металлов и сплавов

829. Какие периоды в истории человечества называют медным и бронзовым веками и почему?

830. Какое происхождение имеет название железный век, и какие металлургические процессы были освоены человечеством в это время?

831. Какой металл в настоящее время наиболее широко используют и производят в наибольшем количестве?

832. Какие металлы использовались в старину и используются в настоящее время для изготовления монет? Почему?

833. Укажите верные утверждения:

- а) самой высокой электропроводностью обладает золото;
- б) химическая активность меди выше, чем у золота;
- в) на воздухе алюминий, как активный металл, быстро превращается в оксид;
- г) железо подвергается коррозии только в присутствии паров воды;

д) алюминий относится к лёгким металлам;
е) сплавы часто обладают уникальными свойствами, которых нет у металлов, входящих в состав сплавов.

834. Вычислите массу трёх атомов нуклида ^{65}Cu .

835. При растворении в воде натрия какой массой выделится столько же водорода, как и при растворении лития массой 1,10 г?

836. Углекислый газ каким химическим количеством выделится при действии избытка раствора азотной кислоты на доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ массой 283 г?

837. В составе руды, содержащей красный железняк, массовая доля железа равна 30,0 %. Вычислите массовую долю красного железняка в составе руды.

838. Нитрат одновалентного металла при нагревании разлагается согласно уравнению: $2\text{MeNO}_3 = 2\text{Me} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$. Установите металл, если известно, что при разложении нитрата металла массой 68,0 г выделился газ химическим количеством 0,60 моль.

839. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения и укажите условия их проведения: $\text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}$.

Магний какой массой получится в результате указанных превращений, если масса исходной навески оксида магния равна 10,0 г, а потери на каждой стадии составляют 1,12 %?

840. Определите формулу кристаллогидрата нитрата лития, если его относительная формульная масса равна 123.

841. Гашёную известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ получают добавлением воды к негашёной извести. Этот процесс получил название «гашение извести». Гашёную известь применяют в строительстве. При получении порции гашёной извести из негашёной добавление воды прекратили, когда масса реакционной смеси увеличилась на 25,0 % по сравнению с исходной. Какая доля (по массе) исходной негашённой извести была погашена (превратилась в гидроксид)?

ГЛАВА 5. ХИМИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

§ 53. Химия вокруг нас

842. Алебастр $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ широко используется в строительстве для оштукатуривания стен и потолков, в производстве гипсовых перегородочных панелей, листов сухой штукатурки, гипсокартона и т. д. При смешивании с водой алебастр быстро затвердевает, превращаясь в гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Алебастр в промышленности получают путём термической обработки гипса при температуре 150–180 °С. Рассчитайте, алебастр какой массой можно получить из гипса массой 8,38 т, если его практический выход составляет 89 %.

843. Известняк — осадочная порода, образовавшаяся при участии живых организмов в морских бассейнах. Он состоит в основном из карбоната кальция и обычно имеет светло-серый цвет, но может быть белым или тёмным, голубоватым, желтоватым или розовым в зависимости от наличия в нём тех или иных примесей. В промышленных условиях при термическом разложении известняка получают оксид кальция. Рассчитайте массу известняка, необходимого для получения оксида кальция массой 16,0 кг, если массовая доля посторонних примесей в известняке составляет 18,0 %, а его выход составляет 95,5 %.

844. Известняк, состоящий из раковин морских животных и их обломков, называется ракушечником. Установите формулу основного вещества, образующего ракушечник, если известно, что массовые доли кальция, углерода и кислорода в его составе равны соответственно 40 %, 12 % и 48 %. К какому классу неорганических веществ относится установленное вами соединение?

845. Для защиты швейных иголок от коррозии было предложено покрывать их слоем золота. Позолоченная иглолка, конечно, очень красива, но дорогá, поэтому покрытие наносили тонким слоем. Однако вскоре обнаружилось, что позолота не защищает иглолку. Кратко поясните, почему.

846. В электротехнических устройствах часто медные провода подсоединяют к клеммам, изготовленным из

железа. Почему сопротивление перехода в таких контактах со временем сильно увеличивается из-за коррозии? К каким негативным последствиям это приводит? Предложите, как можно уменьшить этот эффект.

847. Если медную монету опустить в водный раствор хлорида ртути(II), то через некоторое время она покроется серебристым налётом и станет похожей на серебряную. Объясните это явление. Составьте уравнение протекающей при этом химической реакции.

848. Какое число атомов меди и олова приходится на каждые 1000 атомов цинка в бронзе, в которой массовые доли меди, цинка и олова соответственно равны 92,0 %, 2,00 % и 6,00 %?

849. Толщина плёнки золота, наносимой с помощью постоянного электрического тока (электролитическим методом) на поверхность некоторых изделий (часов и др.) с декоративной целью и для защиты от коррозии, составляет около 10 мкм. Рассчитайте, какое число атомов золота осаждается на поверхность изделия площадью 12,0 см². Плотность золота равна 19,30 кг/дм³.

850. Оксид серы(VI) каким химическим количеством следует добавить к раствору серной кислоты массой 300 г с массовой долей H₂SO₄, равной 0,980 %, чтобы массовая доля серной кислоты в полученном растворе увеличилась в 10 раз?

851. Водород является перспективным топливом будущего. Это определяется тем, что при окислении водорода образуется только один продукт — вода, безопасность которой для окружающей среды очевидна. Из воды же можно водород и добывать. Запасы воды на Земле огромны, т. е. источник водорода неисчерпаем. Недостатком такого топлива является то, что для его добычи нужно затратить много энергии. При н. у. плотность газообразного водорода составляет 0,08987 г/дм³, а в интервале температур от –259,2 до –252,76 °С водород является бесцветной жидкостью, очень лёгкой (плотность при –253 °С равна 0,0708 г/см³). Рассчитайте, во сколько раз плотность жидкого водорода больше плотности газообразного.

852. Кубик Рубика представляет собой пластмассовый куб с размером ребра 57 мм с 54 видимыми цветными гранями. Какую бы массу имел кубик и из скольких бы атомов он состоял, если бы был сделан из чистого золота? Плотность золота $19,3 \text{ г/см}^3$. Определите размеры маленьких кубиков, которые образуют кубик Рубика. Из скольких атомов серебра состоял бы маленький кубик, если плотность серебра равна $10,5 \text{ г/см}^3$?

§ 54. Химия и защита окружающей среды

853. Отравление оксидом углерода(II) опасно для жизни и здоровья, без оказания медицинской помощи может привести к смерти. При содержании $0,080 \%$ (по объёму) CO в воздухе человек чувствует головную боль и удушье. При содержании CO $0,30 \%$ может произойти потеря сознания, смерть наступает через 30 минут. При концентрации выше $1,20 \%$ человек теряет сознание после 2–3 вдохов, умирает менее чем через 3 минуты. Рассчитайте химическое количество и объём (н. у.) угарного газа в воздухе объёмом 100 дм^3 , содержащем смертельную дозу угарного газа для человека, если масса CO в этом объёме воздуха составляет $1,50 \text{ г}$.

854. Для дезинфекции повреждений кожи в домашних условиях можно использовать водный раствор с массовой долей пероксида водорода H_2O_2 , равной $3,0 \%$. Какое число молекул пероксида водорода содержится в трёх каплях такого раствора (масса капли примерно равна $0,03 \text{ г}$)?

855. При получении питьевой воды из природных источников при высокой цветности исходной воды, при повышенном содержании в ней органических веществ и планктона используют дополнительное хлорирование в дозах $0,7\text{--}2,0 \text{ мг/л}$ (в среднем $1,35 \text{ мг/л}$ в расчёте на простое вещество). Хлор какого объёма (н. у.) необходим для дополнительного хлорирования воды объёмом 100 м^3 ?

856. Предельное среднесуточное допустимое содержание озона в воздухе, которое практически не влияет на здоровье человека и не вызывает негативных последствий у его

потомства, составляет 0,030 мг в воздухе объёмом 1,0 м³. Озон какого максимального объёма (н. у.) может содержаться в воздухе комнаты длиной 3,0 м, шириной 2,8 м и высотой 2,6 м, чтобы не превышалось предельное среднесуточное допустимое содержание озона?

857. Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) хлора в воздухе составляет 0,030 мг/м³. Приняв размеры классной комнаты равными 8,0 м × 5,0 м × 3,5 м, рассчитайте, хлор каким объёмом (н. у.) должен выделиться в демонстрационном опыте, чтобы его концентрация в воздухе стала равной ПДК. Рассчитайте массу оксида марганца(IV) и массу соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 36 %, необходимых для получения хлора такого объёма, если его выход составляет 70 %.

858. Наиболее токсичными компонентами выхлопных газов автомобилей являются оксиды азота, более 90 % от всех оксидов азота в их составе приходится на оксид азота(II) NO, который легко окисляется с образованием оксида азота(IV) NO₂. Последний, взаимодействуя с водой, образует азотную и азотистую кислоты, которые негативно воздействуют на слизистые оболочки, разрушают лёгкие человека. Считается, что для организма человека оксиды азота в десятки раз опаснее угарного газа. Составьте уравнения химических реакций образования азотной и азотистой кислот из азота. Какие частицы присутствуют в растворе азотной и азотистой кислот?

859. Оксид серы(IV) появляется в окружающей среде, в частности, в результате сжигания твёрдого и жидкого топлива, содержащего соединения серы. Серосодержащие соединения при сгорании топлива превращаются в сернистый газ. Загрязнение окружающей среды этим веществом наносит серьёзный вред здоровью людей, оказывает отрицательное действие на флору и фауну, разрушает металлические сооружения, снижает урожайность сельскохозяйственных культур. При среднесуточной концентрации, равной 0,50 мг/м³, наблюдается повышение смертности и числа госпитализаций. Всемирной организацией здравоохранения рекомендована среднегодовая предельно допустимая концентрация, равная 0,06 мг/м³. Одним из методов очистки

дымовых газов от примеси сернистого газа является метод, основанный на использовании растворов щелочей, переводящих оксид серы в сульфиты. Рассчитайте, гидроксид натрия какой массой потребуются для поглощения всего оксида серы(IV), образующегося при сгорании мазута массой 5,70 т, массовая доля серы в котором равна 2,85 %.

860. Образовавшийся в производственном процессе сероводород может ухудшить качество продукции, вызвать коррозию металлов, отравление катализаторов и загрязнить окружающую среду. В связи с этим необходимо очищать используемые в промышленности газы от примеси H_2S . Один из способов очистки основан на использовании раствора карбоната натрия с массовой долей Na_2CO_3 3 %. Сероводород реагирует с карбонатом натрия согласно уравнению: $\text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{NaHS}$. Затем через образовавшийся раствор солей продувают воздух. При этом протекают реакции: $2\text{NaHS} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NaOH} + 2\text{S}\downarrow$; $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Укажите преимущества такого способа очистки газов от сероводорода. Сера какой массой может быть получена при очистке газа объемом 240 м³ от сероводорода с объемной долей H_2S 0,25 %, если практический выход серы в этом процессе равен 92,0 %.

ГОТОВИМСЯ К ОЛИМПИАДАМ

861. Декагидрат карбоната натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ массой 6,86 г растворили в $12,0 \text{ см}^3$ воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Полученный раствор разделили на три равные части. В первом опыте к одной части раствора медленно прибавили 25 см^3 соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 0,96% и плотностью 1004 г/дм^3 . Во втором опыте вторую часть раствора упарили наполовину и охладили до температуры $20 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом из раствора выпал осадок массой 0,448 г. В третьем опыте через третью часть раствора пропустили углекислый газ объемом $84,0 \text{ см}^3$ (объем измерен при 300 K и 120 кПа), который полностью поглотился раствором.

а) Какой максимальный и минимальный объем (н. у.) углекислого газа может выделиться в первом опыте? Кратко поясните ответ.

б) Чему равна растворимость карбоната натрия (в граммах безводного вещества на 100 г растворителя) при $20 \text{ }^\circ\text{C}$?

в) Какое число молекул углекислого газа пропустили через раствор в третьем опыте?

г) Рассчитайте массовые доли веществ (без учёта гидролиза) в растворе, который образовался в третьем опыте.

862. Существуют два оксида, в которых атом азота находится в степени окисления +4, NO_2 и его димер N_2O_4 . Первый из них в чистом виде существует только выше $140 \text{ }^\circ\text{C}$ и представляет собой бурюю жидкость, кипящую при $21,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Второй в чистом виде существует только при низких температурах и представляет собой бесцветные кристаллы с температурой плавления $-11 \text{ }^\circ\text{C}$.

а) Как можно получить NO_2 в лабораторных условиях? Приведите уравнения двух реакций, используемых для его практического получения.

б) Что собой представляет оксид азота(IV) в конденсированном состоянии в интервале температур от -11 до $+21,2 \text{ }^\circ\text{C}$? Поясните ответ.

в) Рассчитайте массовую долю NO_2 в газовой смеси при $25 \text{ }^\circ\text{C}$, если константа равновесия процесса димеризации при этой температуре, выраженная через мольные доли компонентов, равна 8,70.

г) Какой знак имеет тепловой эффект процесса димеризации NO_2 ? Поясните ответ.

д) Какое строение имеет N_2O_4 в газообразном и твёрдом состояниях? Кратко поясните ответ.

863. Сплав этого металла с медью был известен человеку ещё до нашей эры, хотя сам металл в свободном виде был неизвестен и недоступен. Одним из удобных методов получения небольших количеств водорода в лабораторных условиях является взаимодействие этого металла с кислотами. При действии избытка соляной кислоты на навеску этого металла массой 826 мг выделяется 283 см^3 (н. у.) водорода.

а) Установите, о каком металле идёт речь в задаче.

б) Как называется сплав этого металла с медью, которым пользовались древние люди ещё до нашей эры?

в) Какие продукты образуются при взаимодействии этого металла с серной кислотой? Кратко поясните ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.

864. При упаривании раствора, полученного растворением неизвестного металла в разбавленной серной кислоте, выпадает кристаллический осадок, массовая доля металла в котором составляет 22,74 %.

а) Установите формулу этого осадка. Какое тривиальное название имеет это вещество?

б) С какими из следующих веществ реагирует этот металл — соляная кислота, разбавленная азотная кислота, раствор KOH , раствор аммиака, вода? Приведите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их протекания.

в) В промышленных условиях этот металл получают из минерала, представляющего собой его сульфид. Приведите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного способа получения этого металла.

865. Для внесения азотных удобрений в почву можно использовать мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и нитрат аммония. При этом следует учитывать, что избыточное содержание нитратов в почве приводит к увеличению их концентрации в выращенной на этой почве сельскохозяйственной продукции, поэтому следует использовать смеси азотных удобрений.

а) Какое тривиальное название имеет нитрат аммония?

б) Как получают нитрат аммония в промышленных условиях? Приведите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их проведения.

в) На картофельное поле необходимо внести азотные удобрения из расчёта 15 г азота на 1 м² с помощью смеси нитрата аммония и мочевины. При этом после внесения удобрения содержание нитрат-ионов в почве не должно превышать 5 г на 1 м². Рассчитайте максимальную массовую долю нитрата аммония в такой смеси. Чему равна масса такой смеси, необходимой для удобрения поля площадью 100 м²?

866. При пропускании смеси водяных паров и метана над никелевым катализатором при высокой температуре (более 800 °С) происходит образование синтез-газа. Смесь, состоящую из 100 г метана и 100 г водяных паров, пропустили над нагретым катализатором. После охлаждения (температура 200 °С, давление 120 кПа) плотность полученной смеси оказалась равной 0,327 г/дм³.

Рассчитайте степень конверсии метана (т. е. долю метана, превратившегося в синтез-газ) от теоретически возможной в данном опыте.

867. Навеску медного купороса массой 8,00 г растворили в 50,0 см³ воды. Полученный раствор упарили наполовину (по массе) и охладили до 20 °С. При этом выпал осадок, который тщательно отделили от раствора (маточный раствор) фильтрованием и осторожно высушили. Масса осадка составила 4,90 г.

а) Рассчитайте массовую долю сульфата меди(II) в маточном растворе.

б) Чему равна растворимость (в граммах на 100 г воды) сульфата меди(II) в воде при 20 °С?

868. При попадании водного раствора «марганцовки» на одежду на ней остаются бурые пятна, состоящие из оксида марганца(IV). Для их удаления, т. е. в качестве «пятновыводителя» можно использовать подкисленный раствор пероксида водорода. При обработке пятен протекает химическая реакция, в результате которой выделяется кислород, а марганец(IV)-оксид превращается в растворимую соль

марганца(II). Последнюю с одежды можно удалить промыванием водопроводной водой (стиркой).

а) Какую химическую формулу имеет «марганцовка» и какое систематическое название имеет это вещество по международной номенклатуре?

б) Приведите уравнение химической реакции, которая протекает при удалении пятна с помощью раствора пероксида водорода, подкисленного серной кислотой.

в) Укажите в приведённой реакции окислитель, восстановитель, а также процессы окисления и восстановления.

869. Литий широко используется при производстве анодов для химических источников тока на основе неводных и твёрдых электролитов. Одним из основных природных минералов лития является сподумен, представляющий собой смешанный силикат лития и алюминия. Массовые доли лития, алюминия и кислорода в нём равны 3,73 %, 14,50 % и 51,59 % соответственно.

а) Установите эмпирическую формулу сподумена.

б) Промышленная переработка сподумена может осуществляться либо кислотным (обработка серной кислотой), либо щелочным (спекание с негашёной известью) способами. Какие соединения получаются при этих способах переработки сподумена? Приведите уравнения соответствующих реакций и кратко поясните, как в дальнейшем можно получить металлический литий каждым из методов.

в) Какую массу лития можно получить из 10,0 т руды, в которой 8,60 % по массе приходится на пустую породу, а 87,8 % массы остатка приходится на сподумен, если суммарный выход лития составляет 95 %?

г) Ещё одним источником лития может служить морская вода, массовая доля которого в ней составляет $8,1 \cdot 10^{-4}$ %. В какой массе морской воды содержится такое же количество лития, как и в 1,00 т руды из пункта в)?

870. Хлороводород представляет собой достаточно токсичный газ, предельно допустимая массовая концентрация которого в воздухе составляет 5 мкг/дм³. Хлороводород обладает высокой летучестью, и поэтому при хранении соляной кислоты в неплотно закрытых сосудах в лаборатории могут создаваться его опасные для здоровья концентрации.

а) Чему может быть равна максимальная массовая концентрация хлороводорода в классной комнате размером $12 \times 6,0 \times 4,0$ м, если в ней разлито на пол 10 см^3 соляной кислоты с массовой долей HCl , равной 36 % и плотностью $1,18 \text{ г/см}^3$?

б) Примем, что объём легких составляет $2,0 \text{ дм}^3$. В состоянии покоя школьник в среднем делает один вдох-выдох через каждые 8 с, причём лёгкие вентилируются примерно на 80 % по объёму. Какое число молекул HCl попадёт в лёгкие в течение 3,0 минут нахождения в комнате из пункта а)?

в) Как получают соляную кислоту в промышленности? Как её можно получить в лабораторных условиях? Кратко поясните ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.

871. Для полного сжигания смеси углерода и серы массой 27,6 г потребовался кислород объёмом (н. у.) $31,36 \text{ дм}^3$. Продукты сгорания были полностью поглощены $1,00 \text{ дм}^3$ раствора KOH с плотностью $1,098 \text{ г/см}^3$ и массовой долей KOH , равной 8,36 %.

а) Рассчитайте массовую долю серы в исходной смеси.

б) Приведите уравнения реакций, которые могли протекать при растворении продуктов сгорания в растворе KOH .

в) Учитывая, что сернистая кислота значительно сильнее угольной, и считая все протекающие реакции необратимыми, вычислите массовые доли солей в полученном растворе.

872. Небольшие количества металлического марганца в лабораторных условиях можно получить методом алюмотермии. Порошкообразную смесь массой 100 г, содержащую оксид марганца(IV) и алюминий в мольном соотношении 1 : 4, подожгли. После окончания бурной реакции полученный марганец выделили, отмыли от шлака и взвесили. Масса полученного марганца оказалась равной 20,0 г.

а) Рассчитайте массовую долю алюминия в исходной смеси.

б) Приведите уравнение реакции, протекающей в описанном опыте.

в) Рассчитайте массовую долю выхода марганца.

873. Изотопомерами называют соединения, различающиеся изотопным составом входящих в них атомов. Например, фторид протия ${}^1\text{H}{}^{19}\text{F}$ и фторид дейтерия ${}^2\text{H}{}^{19}\text{F}$ являются изотопомерами фтористого водорода.

а) В природной смеси хлор и бром представлены каждый двумя стабильными изотопами: ${}^{35}\text{Cl}$ и ${}^{37}\text{Cl}$, ${}^{81}\text{Br}$ и ${}^{79}\text{Br}$. Определите мольную долю каждого изотопа хлора и брома в их природной смеси.

б) Какие изотопомеры молекул Cl_2 , Br_2 , BrCl могут существовать? Приведите их формулы.

в) Рассчитайте массовую долю каждого изотопомера BrCl в смеси, соответствующей по изотопному составу природной.

г) Как экспериментально можно проверить результаты проведённых вами в пункте в) вычислений? Дайте краткие пояснения.

874. Плотность при н. у. газовой смеси алкена **X** с кислородом, в которой мольная доля алкена составляет 25 %, равна $1,697 \text{ г/дм}^3$.

а) Установите молекулярную формулу алкена.

б) **X** существует в виде двух стереоизомеров. Приведите их структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре.

в) Какие продукты образуются при взаимодействии каждого из стереоизомеров **X** с раствором брома в CCl_4 ? Приведите стереохимические формулы продуктов и их систематические названия.

г) При взаимодействии **X** с бромной водой основным продуктом является вещество, массовая доля брома в котором равна 52,22 %. Приведите схему этой реакции и укажите основной и побочный продукты.

875. Химический элемент **X** образует твёрдое при н. у. простое вещество **A**. Навеску **A** массой 400,0 мг обработали избытком концентрированной азотной кислоты при нагревании. При этом выделился бурый газ. Избыток азотной кислоты удалили при нагревании. В результате упаривания раствора было получено белое кристаллическое вещество **B** массой 554,5 мг. По данным анализа массовая доля кислорода в нем составляет 27,29 %.

а) Установите формулы веществ А и Б и приведите их названия. Кратко поясните рассуждения и расчёты.

б) Приведите уравнение реакции, протекающей в описанном эксперименте.

в) Один из оксидов X реагирует с угарным газом. Приведите уравнение этой реакции. Укажите, для чего она применяется и почему.

876. Согласно закону Генри, в идеальных растворах мольная доля газа, растворённого в жидкости, пропорциональна давлению этого газа над раствором. При 20 °С и давлении азота над раствором 500 кПа в 1 литре воды растворяется 87 мг азота. Растворимость кислорода при тех же условиях составляет 205 мг. Считайте все рассматриваемые растворы идеальными.

а) Рассчитайте мольные доли азота и кислорода в водном растворе при 20 °С, если давление каждого из них над раствором равно 500 кПа.

б) Чему равна массовая доля азота и кислорода в воде, долгое время стоящей в открытом сосуде на воздухе при 20 °С? Приведите необходимые расчёты и дайте краткие пояснения.

877. Взаимодействие металлов с азотной кислотой на практике часто приводит к образованию сложной смеси продуктов восстановления азота, состав которой зависит от многих факторов. Важнейшими из них являются природа металла (в том числе его физическое состояние — размер частиц), концентрация азотной кислоты, условия проведения эксперимента (температура, перемешивание и т. д.).

а) Образование каких продуктов, содержащих азот, помимо нитрата металла, возможно при растворении металлов в азотной кислоте? Для каждого продукта приведите по одному уравнению соответствующей химической реакции.

б) Навеску металла массой 1,00 г растворили в избытке раствора HNO_3 с массовой долей 15,0 %. При этом выделилось 446 см³ (н. у.) смеси газообразных продуктов реакции. Было установлено, что смесь содержит 117 мг N_2 и 269 мг NO , а массовая доля химического элемента азота в ней равна 60,7 %. Рассчитайте плотность вы-

делившейся газообразной смеси продуктов при 40,0 °С и 770 мм рт. ст.

в) Установите, какой металл растворили в описанном опыте, и приведите суммарное уравнение протекающей химической реакции.

878. Простое вещество **А** при нагревании на воздухе образует оксид **Б**. При взаимодействии последнего с раствором бромата калия, подкислённым азотной кислотой, образуются вещества **В**, **Г** (при н. у. представляет собой жидкость красного цвета) и соль **Д**, которую используют в производстве дымного пороха. Смесь **В** с соляной кислотой — одна из немногих систем, способных растворить металл **Е**, при этом образуются вещества **Б** и **Ж**, а раствор окрашивается в светло-жёлтый цвет.

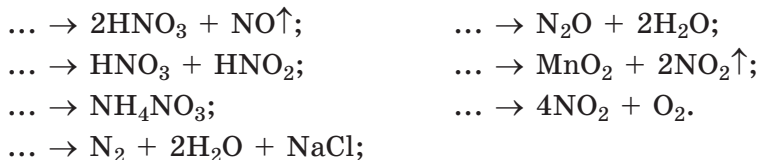
а) Определите вещества **А** — **Ж**, если известно, что массовая доля хлора в веществе **Ж** составляет 41,77 %, а из 1,00 г вещества **Б** образуется 1,306 г **В**. Кратко поясните расчёты и рассуждения.

б) Приведите уравнения описанных в задаче превращений.

в) При кипячении **А** с раствором Na_2SO_3 образуется новое вещество **З**, содержащее 15,6 % серы по массе. Установите состав и опишите строение **З**.

г) Предложите ещё два способа перевода **Е** в раствор. Приведите уравнения соответствующих реакций.

879. Дополните уравнения химических реакций, для которых ниже приведены их правые части с учётом стехиометрических коэффициентов:



Укажите условия осуществления каждой из реакций.

880. Навеску медного порошка массой 14,48 г поместили в трубчатую печь и нагрели непродолжительное время в токе кислорода. Затем печь охладили в токе чистого азота до комнатной температуры. После извлечения полученного твёрдого продукта из печи его масса оказалась равной 17,27 г.

а) Какие вещества содержатся в продукте, полученном в описанном эксперименте? Приведите уравнения протекающих реакций.

б) Водород какого максимального объёма (н. у.) может прореагировать при нагревании с полученным твёрдым продуктом?

в) Если полученный твёрдый продукт поместить в 10% -ый водный раствор серной кислоты, то образуется голубой раствор и кирпично-красный остаток. Приведите уравнения протекающих при этом химических реакций.

г) Какой минимальный объём концентрированной азотной кислоты (с массовой долей 65 % и плотностью $1,64 \text{ г/см}^3$) потребуется для полного растворения полученного твёрдого продукта? Приведите уравнения химических реакций, протекающих при таком растворении.

881. При сгорании этана массой $10,0 \text{ г}$ в избытке кислорода выделяется 476 кДж тепловой энергии, а при неполном сгорании (продукт — угарный газ) выделяется всего 287 кДж тепла. Этан объёмом (н. у.) $20,0 \text{ дм}^3$ смешали с воздухом объёмом (н. у.) 300 дм^3 , состоящим только из азота и кислорода, в котором мольная доля последнего равна $20,0 \%$, и подожгли. Полученная в результате сгорания газовая смесь не содержала твёрдых частиц.

а) Рассчитайте количество теплоты, выделившейся при сгорании этана.

б) Во сколько раз снизилась объёмная доля азота в полученной после сгорания газовой смеси, имеющей температуру $150 \text{ }^\circ\text{C}$, по сравнению с исходным воздухом?

в) Чему равна плотность при $150 \text{ }^\circ\text{C}$ и 110 кПа газовой смеси, образовавшейся в результате сгорания?

882. При пропускании тихого электрического разряда через сухой воздух (21% кислорода и 79% азота по объёму) образуется озон. Получаемую газовую смесь иногда называют озонированным воздухом. В одном из экспериментов был получен озонированный воздух, плотность которого при н. у. на $5,40 \%$ больше плотности исходного воздуха.

а) Рассчитайте массовую долю озона в полученном озонированном воздухе.

б) Какой объём (измеренный при 110 кПа и 305 К) такого озонированного воздуха необходим для сжигания 10,0 т смеси метана и этана, если массовая доля водорода в ней равна 21,8 %?

в) С каким минимальным объёмом 10,0% -го водного раствора (плотность 1,102 г/см³) гидроксида натрия могут прореагировать продукты полного сгорания такой метан-этановой смеси массой 10,0 г в озонированном воздухе?

883. Ниже описан лабораторный синтез вещества **X**. В круглодонную колбу на 200 см³, снабжённую специальной капельной воронкой и отводной трубкой, помещают смесь из 20,0 г хлората калия и 60 г промытого и прокалённого кварцевого песка (инертный носитель). Реакционную колбу охлаждают льдом и медленно по каплям добавляют концентрированную серную кислоту, также охлаждённую до 0 °С. В результате протекания экзотермической реакции образуется вещество **X**.

а) Установите формулу вещества **X**, если среди продуктов реакции присутствует также хлорная кислота массой 5,469 г.

б) Приведите уравнение протекающей реакции.

в) Приведите ещё один лабораторный способ получения вещества **X**.

г) Для чего используется вещество **X** в промышленных условиях?

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
Постоянная Больцмана	k	$1,380658 \cdot 10^{-23}$ Дж · К ⁻¹
Постоянная Фарадея	F	96485,309 Кл · моль ⁻¹
Постоянная Планка	h	$6,6620755 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
Универсальная газовая постоянная	R	$8,314510$ Дж · К ⁻¹ · моль ⁻¹
Скорость света в вакууме	c	$2,99792458 \cdot 10^8$ м · с ⁻¹
Масса покоя электрона	m_e	$9,1093897 \cdot 10^{-31}$ кг
Заряд электрона	e	$1,60217733 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя протона	m_p	$1,6726231 \cdot 10^{-27}$ кг
Масса покоя нейтрона	m_n	$1,6749286 \cdot 10^{-27}$ кг
Отношение длины окружности к диаметру круга	π	3,14159265359

Таблица 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)	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	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
Ca(OH)_2	Гидроксид кальция	Гашёная известь
SO_2	Оксид серы(IV)	Сернистый газ
CO	Оксид углерода(II)	Угарный газ
SiO_2	Оксид кремния(IV)	Кварц, силикагель
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	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	Плавиковая 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

15. а) $w(\text{O}) = 25,8 \%$; б) $w(\text{H}) = 2,70 \%$; в) $w(\text{O}) = 65,3 \%$;
г) $w(\text{S}) = 24,0 \%$.
16. $V(\text{CO}_2) = 53,8 \text{ дм}^3$, $N(\text{CO}_2) = 1,44 \cdot 10^{24}$.
17. $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$.
18. $w(\text{HCl}) = 19,6 \%$.
19. N_2O_5 .
20. $w(\text{O}) = 36,8 \%$.
21. $w(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 51,0 \%$.
22. $w(\text{K}_2\text{O}) = 60,3 \%$.
23. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
31. а) $1\text{u} = 6,31 \cdot 10^{-24} \text{ г}$; б) $1\text{u} = 3,80 \cdot 10^{-23} \text{ г}$;
в) $1\text{u} = 1,43 \cdot 10^{-23} \text{ г}$.
32. Na.
33. $N(\text{N} + \text{H}) = 1,204 \cdot 10^{24}$.
34. $m(\text{CaCl}_2) = 11,3 \text{ г}$.
35. $m(\text{NH}_3) = 8,50 \text{ г}$, $m(\text{CH}_4) = 24,0 \text{ г}$.
36. $A_r(\text{O}) = 16,5$.
37. $w(^{30}\text{Si}) = 1,15 \%$, $w(^{29}\text{Si}) = 6,63 \%$.
38. $A_r(\text{O}) = 17,0$.
47. $n(\text{HCl}) = 115 \text{ моль}$.
48. $V(\text{SO}_2) = 6,91 \text{ м}^3$.
49. В 15 раз.
50. $m(\text{Al}) = 2,88 \text{ г}$, $m(\text{Mg}) = 0,48 \text{ г}$, $m(\text{Si}) = 0,32 \text{ г}$.
51. BN, нитрид бора(III).
63. $m(\text{O}_2) = 164 \text{ кг}$.
64. $n(\text{N}_2) = 50 \text{ ммоль}$, $n(\text{H}_2) = 150 \text{ ммоль}$.
65. $m(\text{CO} + \text{H}_2) = 6,09 \text{ г}$.
66. $m(\text{Al}_2\text{S}_3) = 938 \text{ мг}$.
67. $w(\text{Mg}) = 42,5 \%$.
73. $n(\text{e}) = 0,206 \text{ моль}$.
74. $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 8,08 \text{ г}$.
75. $w(\text{Cu}) = 63,4 \%$, $w(\text{CuO}) = 36,6 \%$.
76. $V(\text{H}_2) = 6,92 \text{ дм}^3$.
77. NH_3 .
78. $\phi(\text{H}_2) = 72,2 \%$.
79. $m(\text{Na}_2\text{S}) = 79,5 \text{ г}$.
80. $w(\text{CuO}) = 55,6 \%$.

85. $w(\text{NaOH}) = 3,33 \%$.
86. $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 73,6 \text{ г}$; $V(\text{H}_2\text{O}) = 2,23 \text{ дм}^3$.
87. $w(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,30 \%$.
88. $m(\text{AgNO}_3) = 6,8 \text{ г}$.
89. $c(\text{CaCl}_2) = 8,0 \text{ ммоль/дм}^3$.
90. $V(\text{O}_2) = 10,0 \text{ дм}^3$.
91. $c(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 26,8 \text{ ммоль/дм}^3$.
92. $V(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 25,0 \text{ см}^3$.
93. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 71,5 \text{ г}$.
94. $m(\text{H}_2\text{O}) = 675 \text{ г}$.
95. $m_1(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ г}$; $m_2(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ г}$.
96. $m(\text{соли}) = 160 \text{ г}$.
97. $w(\text{NaNO}_3) = 46,7 \%$.
98. $m(\text{KCl}) = 46,0 \text{ г}$.
99. $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 341 \text{ г}$.
100. $V(\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ см}^3$.
111. $w(\text{K}_2\text{SO}_4) = 6,94 \%$.
112. $m(\text{HNO}_3) = 116 \text{ г}$.
113. $m(\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}) = 105 \text{ г}$.
114. $V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 919 \text{ см}^3$.
121. $n(\text{Y}^+) = 5,2 \text{ моль}$.
122. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3, \text{FeCl}_3, \text{K}_3\text{PO}_4$.
123. $n(\text{Na}^+) = 258 \text{ моль}$.
124. $N(\text{Cl}^-) = 6,14 \cdot 10^{23}$.
125. $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,205 \text{ г}$.
126. $w(\text{AgNO}_3) = 26,7 \%$, $N(\text{Ag}^+) = 2,74 \cdot 10^{24}$.
127. Na_2SO_4 .
128. $w(\text{KCl}) = 8,41 \%$.
140. $n(\text{SO}_4^{2-}) = 2,11 \text{ моль}$.
141. $N(\text{Ca}^{2+} + \text{Cl}^-) = 3,74 \cdot 10^{23}$.
142. $\text{NaBr} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.
143. $\text{MgCl}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ или $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuCl}_2$.
144. $V(\text{H}_2\text{O}) = 2,60 \text{ см}^3$.
145. $m(\text{KCl}) = 31,8 \text{ г}$.
146. $m(\text{CuSO}_4) = 9,38 \text{ мг}$.
158. $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,10 \text{ моль/дм}^3$.
159. $n(\text{H}^+) = 0,20 \text{ моль}$.
160. $N(\text{SO}_4^{2-}) = 3,17 \cdot 10^{22}$.
161. $m(\text{KCl}) = 21,3 \text{ г}$.

162. $c(\text{Al}^{3+}) = 0,439$ моль/дм³, $c(\text{NO}_3^-) = 1,318$ моль/дм³.
163. $n(\text{Cl}^-) = 0,40$ моль.
171. $N(\text{Na}^+) = 1,41 \cdot 10^{23}$.
172. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 13,4$ %.
173. $n(\text{NO}_3^-) = 0,34$ моль.
174. $m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 296$ г.
175. $m(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 375$ г.
176. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 9,23$ %.
192. $m(\text{NaCl}) = 23,7$ г.
195. $m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 36,6$ г.
196. В соотношении 1 : 6,125.
197. $n(\text{Na}^+) = 1,69$ моль, $n(\text{K}^+) = 46,4$ ммоль, $n(\text{Ca}^{2+}) = 34,3$ ммоль, $n(\text{Cl}^-) = 1,81$ моль.
198. $N(\text{N}) = 7978$, $N(\text{K}) = 3261$.
201. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 730$ см³, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 170$ г.
202. $w(\text{HCl}) = 21,4$ %.
203. $V(\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 40,9$ см³.
204. $w(\text{AgNO}_3) = 19,5$ %.
205. $m(\text{BaSO}_4) = 9,17$ г.
206. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,02$ %.
207. $n(\text{CaCl}_2) = 21,3$ ммоль.
208. $w(\text{KOH}) = 4,09$ %.
209. В 2,348 раза.
210. $m(\text{LiOH} + \text{H}_2\text{O}) = 49,2$ г.
211. $w(\text{NaOH}) = 2,71$ %.
212. $m(\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}) = 90,2$ г.
213. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2,19$ %.
214. $m(\text{BaO}) = 3,71$ г.
215. $N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,68 \cdot 10^{18}$.
229. $n(\text{H}) = 6,00$ ммоль.
230. $V(\text{P}) = 54,9$ дм³.
231. а) $V(\text{F}_2) = 2,00$ дм³; б) $V(\text{N}_2) = 223$ дм³;
в) $V(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 67,2$ см³.
232. а) $m(\text{N}) = 2,33 \cdot 10^{-23}$ г; б) $m(\text{O}_3) = 2,39 \cdot 10^{-22}$ г;
в) $m(\text{NO}_3^-) = 8,24 \cdot 10^{-22}$ г; г) $m(\text{NH}_4^+) = 1,50 \cdot 10^{-22}$ г.
233. $m(\text{O}_2) = 17,1$ г, $m(\text{O}_3) = 25,7$ г.
234. $V(\text{Cl}_2) = 2,07 \cdot 10^6$ дм³.
235. $N(\text{H} + \text{S}) = 9,03 \cdot 10^{25}$.
236. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7,35$ кг.

237. $N(\text{PO}_4^{3-}) = 4,61 \cdot 10^{21}$, 39,6 % суточной нормы.
238. $N(\text{Se}) = 6,10 \cdot 10^{18}$.
239. $m(\text{H}_2\text{O}) = 517$ мг.
240. $w(\text{KNO}_3) = 8,54$ %.
255. а) $m(^{35}\text{Cl}) = 2,91 \cdot 10^{-21}$ г; б) $m(^{37}\text{Cl}_2) = 2,46 \cdot 10^{-21}$ г;
в) $m(^2\text{H}^{35}\text{Cl}) = 1,11 \cdot 10^{-21}$ г; г) $m(\text{H}^{37}\text{ClO}) = 3,23 \cdot 10^{-21}$ г.
256. $V(\text{F}_2 + \text{Cl}_2) = 4,50$ дм³.
257. $w(\text{KI}) = 58,2$ %.
258. $N(\text{Cl}_2) = 1,21 \cdot 10^{13}$.
259. $m(\text{HCl}) = 8,93$ г.
260. $m(\text{AlCl}_3) = 34,8$ г.
261. $m(\text{HCl} + \text{примеси}) = 6,67$ т.
266. $m(\text{HCl}) = 26,1$ г, $w(\text{HCl}) = 39,5$ %.
267. $m(\text{CO}_2) = 4,40$ кг.
268. $w(\text{HCl}) = 33,6$ %.
269. $V(\text{CO}_2) = 309$ дм³.
270. $w(\text{HCl}) = 48,4$ %.
271. $N(\text{H}^+ + \text{Cl}^-) = 2,41 \cdot 10^{23}$.
272. $w(\text{HCl}) = 15,7$ %.
273. $V(\text{H}_2) = 2,24$ дм³, $V(\text{Cl}_2) = 2,24$ дм³.
274. В синий.
275. $n(\text{HCl}) = 6,00$ ммоль.
276. $w(\text{HCl}) = 1,83$ %, $w(\text{HNO}_3) = 6,30$ %.
277. $w(\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7) = 0,375$ %.
283. $n(\text{Cl}^-) = 73,9$ ммоль, $m(\text{Cl}^-) = 2,63$ г.
284. $m(\text{AgCl}) = 14,5$ г.
285. 800 дней или 2,2 года.
286. $n(\text{F}^-) = 1,67$ моль.
287. $m(\text{CuCl}_2) = 11,3$ кг.
288. $N(\text{F}) = 333$.
289. $V(\text{HCl}) = 212$ дм³, $V(\text{H}_2\text{O}) = 2,394$ дм³.
290. $m(\text{CaI}_2) = 231$ мкг.
291. $M_r(\text{тироксин}) = 777$.
292. $m(\text{I}) = 0,831$ мг.
293. $w(\text{K}_2\text{O}) = 61,8$ %.
303. а) $n(\text{KMnO}_4) = 40$ кмоль; б) $n(\text{KNO}_3) = 40$ кмоль;
в) $n(\text{O}_3) = 26,7$ кмоль; г) $n(\text{KClO}_3) = 13,3$ кмоль;
д) $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 40$ кмоль; е) $n(\text{H}_2\text{O}) = 40$ кмоль.
304. $m(\text{O}_2) = 249$ кг.

305. $m(\text{H}_2\text{O}) = 375 \text{ мг}$.
306. $N(\text{O}_2) = 2,02 \cdot 10^{20}$.
307. $m(\text{MgO}) = 1,57 \text{ кг}$.
308. $V(\text{воздуха}) = 8,53 \cdot 10^6 \text{ дм}^3$.
309. $V(\text{N}_2 + \text{O}_2) = 1,84 \text{ м}^3$.
310. $w(\text{O}_3) = 43,4 \%$.
311. $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6,60 \text{ мг}$.
312. $V(\text{O}_2 + \text{O}_3) = 69,0 \text{ м}^3$.
313. $w(\text{NO}_2) = 24,0 \%$, $w(\text{N}_2) = 26,0 \%$, $w(\text{O}_2) = 50,0 \%$,
 $V(\text{N}_2 + \text{O}_2 + \text{NO}_2) = 810 \text{ см}^3$.
314. $m(\text{O}_2) = 6,49 \text{ кг}$.
315. 10 деревьев.
325. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 50,2 \text{ т}$.
326. $m(\text{FeS}) = 688 \text{ мг}$.
327. $m(\text{H}_2\text{S}) = 5,91 \text{ г}$.
328. Нет, потребуется $10,7 \text{ дм}^3$ воздуха.
329. $w(\text{S}) = 72,7 \%$.
330. $M(\text{белка}) = 40\,000 \text{ г/моль}$.
331. $N(\text{H}_2\text{S}) = 8,50 \cdot 10^{22}$.
341. $m(\text{S}) = 371 \text{ кг}$.
342. $N(\text{H}_2\text{O}) = 311$.
343. $m(\text{K}_2\text{SO}_3) = 4,74 \text{ г}$.
344. $c(\text{H}_2\text{SO}_3) = 43,0 \text{ ммоль/дм}^3$, $w(\text{H}_2\text{SO}_3) = 3,49 \cdot 10^{-3}$.
345. $m(\text{H}_2\text{S}) = 11,2 \text{ кг}$.
346. $m(\text{BaSO}_4) = 34,5 \text{ г}$.
347. $V(\text{SO}_2) = 4,40 \text{ дм}^3$.
356. $n(\text{H}^+) = 0,40 \text{ моль}$.
357. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,06 \%$.
358. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,01 \%$.
359. $m(\text{Cu}) = 142 \text{ мг}$.
360. $m(\text{SO}_3) = 8,82 \text{ г}$.
361. $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1,10 \text{ кг}$, $m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 3,66 \text{ кг}$.
362. $V(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 39,6 \text{ см}^3$.
363. $w(\text{KOH}) = 5,9 \%$, $w(\text{NaOH}) = 4,0 \%$.
364. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 21,46 \%$.
368. а) $N(\text{O}) = 8,13 \cdot 10^{19}$; $N(\text{O}) = 1,63 \cdot 10^{23}$.
369. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 4,57 \%$.
370. а) $w(\text{H}_2\text{O}) = 36,0 \%$; б) $w(\text{H}_2\text{O}) = 45,3 \%$;
в) $w(\text{H}_2\text{O}) = 43,9 \%$.

371. $m(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 8,80 \text{ г.}$
 372. $n(\text{Na}^+) = 122,5 \text{ моль.}$
 373. $m(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 23,7 \text{ т.}$
 374. MgSO_4 , $w(\text{Mg}) = 20,0 \text{ \%}.$
 375. $n(\text{Al}^{3+} + \text{Cl}^-) = 13,5 \text{ ммоль.}$
 376. $w(\text{K}_2\text{SO}_4) = 3,63 \text{ \%}.$
 377. $m(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 170 \text{ г.}$
 378. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 550 \text{ г, } m(\text{H}_2\text{O}) = 2,67 \text{ кг.}$
 379. $m(\text{CuSO}_4) = 0,64 \text{ г.}$
 387. $m(\text{N}_2) = 78 \text{ г.}$
 388. $\rho(\text{N}_2) = 1,250 \text{ г/дм}^3.$
 389. $M_r(\text{X}) = 1235.$
 390. $m(\text{NH}_3) = 112 \text{ кг.}$
 391. $\text{MgO, Mg}_3\text{N}_2.$
 392. $V(\text{N}_2) = 2,26 \text{ м}^3.$
 393. $N(\text{N}_2) = 643.$
 394. $\phi(\text{H}_2) = 7,70 \text{ \%}.$
 395. $N(\text{N}_2) = 3,18 \cdot 10^{21}.$
 405. а) $w(\text{N}) = 82,4 \text{ \%};$ б) $w(\text{N}) = 40,0 \text{ \%};$ в) $w(\text{N}) = 21,2 \text{ \%};$
 г) $w(\text{N}) = 35,0 \text{ \%}.$
 406. $\rho(\text{NH}_3) = 0,759 \text{ г/дм}^3.$
 407. $w(\text{NH}_3) = 34,7 \text{ \%}.$
 408. $N(\text{NH}_4^+) = 6,02 \cdot 10^{22}.$
 409. $w(\text{N}) = 30,2 \text{ \%}.$
 410. $m(\text{белка}) = 87,5 \text{ г.}$
 421. $w(\text{HNO}_3) = 3,15 \text{ \%}.$
 422. $m(\text{HNO}_3) = 1,89 \cdot 10^3 \text{ т.}$
 423. $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 180 \text{ г.}$
 424. $w(\text{CuO}) = 23,8 \text{ \%}.$
 425. $w(\text{HNO}_3) = 20,4 \text{ \%}.$
 426. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}) = 312 \text{ г.}$
 432. $V(\text{воздуха}) = 8,97 \cdot 10^6 \text{ дм}^3.$
 433. $w((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 72,5 \text{ \%}.$
 434. $n(\text{Al}^{3+} + \text{Cl}^-) = 0,431 \text{ моль.}$
 435. $n(\text{NO}_3^-) = 100 \text{ ммоль.}$
 436. $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 2,15 \text{ т.}$
 437. $m(\text{BaSO}_4) = 5,83 \text{ г.}$
 438. $w(\text{O}) = 54,8 \text{ \%}.$
 439. $m(\text{NaNO}_3) = 155 \text{ г.}$

440. $m(\text{колбасы}) = 320 \text{ г}$.
448. $V(\text{воздуха}) = 2,41 \text{ дм}^3$.
449. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 362 \text{ мг}$.
450. $N(\text{P}_4) = 4,52 \cdot 10^{21}$.
451. а) $w(\text{P}) = 20,0 \%$; б) $w(\text{P}) = 43,7 \%$; в) $w(\text{P}) = 35,2 \%$; г) $w(\text{P}) = 34,1 \%$.
452. $m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 3,75 \text{ кг}$.
453. $m(\text{P}) = 124 \text{ кг}$, $N(\text{e}) = 9,71 \cdot 10^{28}$.
459. $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 21,3 \text{ г}$.
460. $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 17,0 \text{ г}$.
461. $m(\text{HF}) = 2,32 \text{ т}$.
462. $m((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4) = 74,5 \text{ г}$.
463. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 6,78 \text{ г}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 113,2 \text{ г}$.
464. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 27,1 \text{ г}$.
465. HPO_3 .
466. $w(\text{Na}) = 31,25 \%$.
467. $w(\text{P}_2\text{O}_5) = 15,9 \%$.
468. $\text{C}_{10}\text{H}_{15}\text{N}_5\text{O}_{10}\text{P}_2$, $w(\text{P}) = 14,52 \%$.
473. а) $w(\text{N}) = 35,0 \%$; б) $w(\text{K}) = 29,3 \%$; в) $w(\text{N}) = 46,7 \%$; г) $w(\text{N}) = 17,1 \%$; д) $w(\text{N}) = 21,2 \%$; е) $w(\text{K}) = 38,6 \%$.
474. $m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 96,4 \text{ кг}$.
475. $m(\text{аммофоса}) = 17,3 \text{ т}$.
476. $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 328 \text{ т}$.
477. $m(\text{N}_2) = 11,1 \text{ т}$.
478. $V(\text{NH}_3) = 26,9 \cdot 10^6 \text{ дм}^3$, $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 100,8 \text{ т}$.
479. $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 22,9 \text{ г}$.
480. $m(\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 59,0 \text{ т}$.
481. $N(\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 555 \text{ дм}^3$.
482. а) $w(\text{K}_2\text{O}) = 68,1 \%$; б) $w(\text{K}_2\text{O}) = 35,3 \%$; в) $w(\text{P}_2\text{O}_5) = 60,7 \%$; г) $w(\text{P}_2\text{O}_5) = 53,8 \%$.
483. $m(\text{KNO}_3) = 347 \text{ г}$, $w(\text{K}) = 27,4 \%$.
484. $w(\text{N}) = 28,0 \%$, $w(\text{K}_2\text{O}) = 15,5 \%$.
485. $m(\text{NH}_3) = 1,13 \text{ т}$, $m(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 4,64 \text{ т}$.
486. $V(\text{H}_2) = 5,92 \cdot 10^6 \text{ дм}^3$, $V(\text{N}_2) = 1,98 \cdot 10^6 \text{ дм}^3$.
494. $A_r(\text{C}) = 12,057$.
495. $N(\text{C}_{60}) = 1,00 \cdot 10^{20}$.
496. $n(\text{H}_2) = 28,3 \text{ кмоль}$.
497. $V(\text{CO}) = 44,8 \text{ дм}^3$, $m(\text{CO}) = 56,0 \text{ г}$.
498. $m(\text{кокса}) = 4,62 \text{ т}$, $m(\text{ZnO}) = 28,7 \text{ т}$.

499. $m(\text{кокса}) = 22,3 \text{ т}$, $m(\text{SiO}_2) = 35,0 \text{ т}$.
500. $m(\text{Fe}) = 85,4 \text{ г}$, $m(\text{CO}_2) = 25,6 \text{ дм}^3$.
501. $N(\text{C}) = 5,32 \cdot 10^{24}$.
509. в 1,57 раза.
510. $M_r(\text{воздуха}) = 31,48$.
511. $w(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0,077 \%$.
512. $V(\text{CO}_2) = 25,2 \text{ м}^3$.
513. $n(\text{CO}_2) = 25,4 \text{ ммоль}$.
514. $m(\text{Cu}) = 194 \text{ кг}$.
515. $m(\text{CO} + \text{CO}_2) = 131 \text{ г}$.
516. $w(\text{C}) = 35,1 \%$.
517. $V(\text{CO}_2) = 191 \text{ дм}^3$.
518. $w(\text{CO}) = 25 \%$.
525. $N(\text{H}_2\text{CO}_3) = 8,74 \cdot 10^{21}$.
526. $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 37,1 \%$.
527. $m(\text{CO}_2) = 13,2 \text{ г}$.
528. $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2,64 \text{ моль}$.
529. $n(\text{CO}_2) = 100 \text{ моль}$.
530. $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 16,0 \%$.
531. $m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 44,4 \text{ г}$.
532. $n(\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}) = 0,572 \text{ моль}$.
533. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 143 \text{ г}$.
534. $V(\text{HCl}) = 2,40 \text{ дм}^3$.
535. $V(\text{CO}_2) = 17,92 \text{ дм}^3$.
536. $w(\text{CaCO}_3) = 90,9 \%$.
537. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 266 \text{ г}$.
538. $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,99 \%$.
543. а) $m(\text{CH}_4) = 7,97 \cdot 10^{-23} \text{ г}$; б) $m(\text{C}_3\text{H}_8) = 4,39 \cdot 10^{-22} \text{ г}$;
в) $m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 2,84 \cdot 10^{-21} \text{ г}$; г) $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,39 \cdot 10^{-21} \text{ г}$.
544. $w(\text{C}) = 52,2 \%$.
545. $N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 1,76 \cdot 10^{22}$.
546. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, $M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180$.
547. $V(\text{CO}_2) = 69,5 \text{ м}^3$.
548. $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.
549. KIO_3 , $N(\text{тироксина}) = 2,11 \cdot 10^{18}$.
555. а) $w(\text{C}) = 53,3 \%$; б) $w(\text{C}) = 58,6 \%$; в) $w(\text{C}) = 39,1 \%$;
г) $w(\text{C}) = 32,0 \%$.
556. $V(\text{CO}_2) = 116 \text{ дм}^3$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 46,7 \text{ г}$.

557. $N(\text{H}_2\text{O}) = 103636$.
558. $V(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 647 \text{ см}^3$.
559. $V(\text{CO}_2) = 1,73 \text{ дм}^3$.
560. $w(\text{CH}_4) = 34,8 \%$.
561. $M(\text{цистеина}) = 121 \text{ г/моль}$.
562. $m(\text{жиров}) = 60,0 \text{ г}$, $m(\text{белков}) = 10,8 \text{ г}$, $m(\text{углеводов}) = 11,6 \text{ г}$.
563. $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 1,12 \text{ м}^3$.
564. $m(\text{хлорофила}) = 1,505 \cdot 10^{-21} \text{ г}$.
566. $m(\text{природного газа}) = 222 \text{ т}$.
567. $M(\text{инсулина}) = 5818 \text{ г/моль}$.
568. $m(\text{гемоглобина}) = 7,37 \text{ г}$.
569. $m(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{NO}_3) = 91,5 \text{ нг}$, $N(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{NO}_3) = 3,0 \cdot 10^{14}$.
570. $m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 764 \text{ кг}$.
571. $M(\text{миоглобина}) = 1,78 \cdot 10^4$, $N(\text{O}_2) = 6,02 \cdot 10^{20}$,
 $\frac{m(\text{миоглобина})}{m(\text{O}_2)} = 556$.
576. а) $m(\text{Si}) = 2,33 \cdot 10^{-22} \text{ г}$; б) $m(\text{K}_2\text{SiO}_3) = 7,67 \cdot 10^{-22} \text{ г}$;
 в) $m(\text{SiCl}_4) = 1,69 \cdot 10^{-21} \text{ г}$; г) $m(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1,71 \cdot 10^{-21} \text{ г}$.
577. $m(\text{H}_2) = 4,0 \text{ г}$.
578. $m(\text{Si}) = 32,3 \text{ кг}$.
579. $m(\text{Si}) = 1,12 \text{ т}$.
580. $w(\text{Si}) = 53,8 \%$.
581. $m(\text{Si}) = 53,4 \text{ т}$.
591. а) $w(\text{SiO}_2) = 46,5 \%$; б) $w(\text{SiO}_2) = 40,0 \%$;
 в) $w(\text{SiO}_2) = 67,4 \%$.
592. $w(\text{Si}) = 44,1 \%$.
593. $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 7,75 \text{ г}$.
594. $m(\text{SiO}_2) = 7,20 \text{ г}$.
595. $m(\text{SiO}_2) = 120 \text{ мг}$.
596. $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 63,5 \%$.
597. $m(\text{CO}_2) = 11,0 \text{ г}$.
598. $w(\text{Si}) = 46,5 \%$.
599. $m(\text{SiO}_2) = 2,26 \text{ г}$.
600. $\text{SiO}_2 \cdot 0,743\text{H}_2\text{O}$.
608. $N(\text{O}) = 3,11 \cdot 10^{21}$.
609. $w(\text{K}_2\text{O}) = 16,9 \%$.

610. $m(\text{CaCO}_3) = 114 \text{ т}$, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 121 \text{ т}$,
 $m(\text{SiO}_2) = 409 \text{ т}$.
611. $m(\text{Al}) = 711 \text{ кг}$.
612. $m(\text{PbO}) = 122 \text{ кг}$.
613. $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 228 \text{ т}$.
614. $m(\text{CaO}) = 128 \text{ кг}$.
616. $V(\text{H}_2) = 7,69 \text{ дм}^3$.
617. $m(\text{H}_2) = 939 \text{ кг}$.
618. $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 197 \text{ г}$, $m(\text{MnO}_2) = 39,9 \text{ г}$.
619. $m(\text{O}_2) = 826 \text{ мг}$.
620. $m(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 5,44 \text{ г}$.
621. $\eta(\text{CaCO}_3) = 94,4 \%$.
622. $m(\text{AgCl}) = 8,67 \text{ г}$.
623. $\eta(\text{CuO}) = 93,9 \%$.
624. $\eta(\text{CuS}) = 91,1 \%$.
625. $m(\text{Al}_2\text{S}_3) = 145 \text{ г}$.
626. $m(\text{стружек}) = 43,1 \text{ кг}$.
627. $m(\text{H}_2) = 1,01 \text{ т}$.
628. $\eta(\text{CO}_2) = 52,2 \%$.
629. $\eta(\text{CO}_2) = 62,1 \%$.
630. $m(\text{KClO}_3) = 403 \text{ г}$.
631. $\eta(\text{AgNO}_3) = 96,3 \%$.
632. $\eta(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 94,8 \%$.
633. $\eta(\text{HNO}_3) = 90,7 \%$.
644. $w_1(\text{O}) = 64,0 \%$, $w_2(\text{O}) = 74,4 \%$.
645. $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
646. CaCO_3 .
647. $V(\text{H}_2) = 548 \text{ см}^3$.
648. $6,02 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$.
657. $N(\text{Au}) = 3137$.
658. $m(\text{Au}) = 57,9 \text{ кг}$.
659. $N(\text{Cu}) = 2,07 \cdot 10^{21}$.
661. $N(\text{Au}) = 8,85 \cdot 10^{23}$.
666. $N(\text{Fe}) = 5143$.
667. $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 104 \text{ г}$.
668. $w(\text{Cu}) = 91,4 \%$, $w(\text{Zn}) = 1,85 \%$, $w(\text{Sn}) = 6,75 \%$.
669. $m(\text{Cu}) = 13,8 \text{ т}$, $m(\text{Sn}) = 900 \text{ кг}$.
670. $m(\text{Cu}) = 10,2 \text{ кг}$, $m(\text{Ni}) = 23,8 \text{ кг}$.
671. $m(\text{Cu}) = 3,69 \text{ кг}$, $m(\text{Au}) = 5,21 \text{ кг}$.

672. $w(\text{Cu}) = 55,2 \%$.
673. $m(\text{Au}) = 1,766 \text{ г}$.
674. Проба 899.
675. $m(\text{Au}) = 3,75 \text{ кг}$.
676. $m(\text{Cu} + \text{Sn}) = 146 \text{ кг}$.
677. $m(\text{Mg}) = 1,23 \text{ г}$.
678. 75,7 доллара США.
684. $m(\text{Mg} + \text{Zn}) = 263 \text{ мг}$.
685. $V(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 6,22 \text{ дм}^3$.
686. $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,00 \%$.
687. $\eta(\text{H}_2) = 95,8 \%$.
688. $m(\text{Zn}) = 1,88 \text{ г}$.
689. $\eta(\text{H}_2) = 99,2 \%$.
690. $V(\text{O}_2) = 6,60 \text{ дм}^3$.
691. $w(\text{FeCl}_3) = 53,1 \%$, $w(\text{FeCl}_2) = 46,9 \%$.
699. $m(\text{MgS}) = 8,31 \text{ мг}$.
700. $V(\text{Cl}_2) = 448 \text{ дм}^3$.
701. $m(\text{Mg}) = 10,2 \text{ г}$.
702. $N(e) = 1,81 \cdot 10^{23}$.
703. К.
704. $w(\text{Cu}_2\text{O}) = 89,1 \%$.
705. $m(\text{раствора}) = 563 \text{ г}$, $w(\text{ZnSO}_4) = 28,6 \%$.
706. $V(\text{O}_2) = 85,3 \text{ дм}^3$.
707. $m(\text{Fe}) = 791 \text{ г}$, $m(\text{S}) = 458 \text{ г}$.
708. Na_2Hg .
716. $n(\text{MgBr}_2) = 10,0 \text{ ммоль}$, $n(\text{MgI}_2) = 4,79 \text{ ммоль}$.
717. $m(\text{H}_2) = 33,8 \text{ мг}$.
718. $m(\text{Fe}) = 43,1 \text{ кг}$.
719. $m(\text{H}_2) = 302 \text{ г}$.
720. $N(e) = 1,204 \cdot 10^{23}$.
721. $m(\text{Cu}) = 25,6 \text{ г}$.
722. Ba.
723. $m(\text{Cu}) = 4,68 \text{ г}$.
724. $m(\text{Na}) = 58,0 \text{ мг}$.
735. $w(\text{Cr}) = 1,49 \%$, $w(\text{Ni}) = 2,53 \%$.
736. $m(\text{Cu}) = 159 \text{ кг}$.
737. $V(\text{H}_2) = 268 \text{ см}^3$.
738. $x = 2,00$.
739. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2,78\text{H}_2\text{O}$.

740. $w(\text{FeSO}_4) = 7,84 \%$.
741. $w(\text{SO}_3) = 8,32 \%$.
742. $m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 1,51$ кг.
750. $w(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 3,89 \%$.
751.а) $w(\text{O}) = 28,6 \%$; б) $w(\text{O}) = 30,0 \%$; в) $w(\text{O}) = 47,1 \%$.
752. $w(\text{Cu}) = 53,1 \%$.
753. $m(\text{FeS}) = 30,8$ г.
754. $w(\text{KOH}) = 5,60 \%$, $w(\text{NaOH}) = 8,00 \%$.
755. $V(\text{H}_2) = 17,8$ дм³.
756. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
757. $m(\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}) = 17,1$ г.
758. $m(\text{известняка}) = 236$ т.
774. $c(\text{MgSO}_4) = 0,100$ моль/дм³.
775. $w(\text{AgNO}_3) = 20,1 \%$.
776. $m(\text{KMnO}_4) = 93,3$ г.
777. $w(\text{K}^+) = 55,4 \%$.
778. $m(\text{BaSO}_4) = 32,1$ г.
779. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5,23$ г.
780. $w(\text{KCl}) = 56,0 \%$.
781. $m(\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}) = 20,88$ г.
782. $m((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 111$ г.
789. $N(\text{O}) = 1,86 \cdot 10^{24}$.
790. $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 4,74$ т.
791. $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 5,70$ т.
792. $m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 63,1$ г.
793. $m(\text{Fe}) = 5,63$ т.
794. $N(\text{Mg}) = 8,47 \cdot 10^{19}$.
800. $m(\text{стали}) = 33,8$ т.
801. $m(\text{W}) = 34,5$ т.
802. $n(\text{Al}) = 22,9$ кмоль.
803. $m(\text{Cu}) = 12,0$ кг, $m(\text{Fe}) = 10,5$ кг.
804. $m(\text{Cu}) = 52,1$ г.
805. $m(\text{Zn}) = 1,63$ т.
806. $m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 12,8$ т.
807. $m(\text{CuO} + \text{ZnO}) = 424$ г.
808. $w(\text{Cu}) = 47,8 \%$.
809. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,52$ т, $m(\text{руды}) = 5,08$ т.
810. $m(\text{руды}) = 20,8$ т.
811. $m(\text{руды}) = 21,2$ т, $m(\text{кокса}) = 3,39$ т.

820. $m(\text{MgCl}_2) = 310 \text{ г.}$
 821. $m(\text{K}) = 23,6 \text{ г.}$
 822. $V(\text{Cl}_2) = 25,8 \text{ дм}^3.$
 823. $V(\text{H}_2 + \text{O}_2) = 254 \text{ дм}^3.$
 824. $V(\text{Cl}_2) = 145 \text{ дм}^3.$
 825. $m(\text{Al}) = 22,5 \text{ т.}$
 826. $m(\text{боксит}) = 42,9 \text{ т.}$
 827. $w(\text{KOH}) = 14,5 \text{ \%}.$
 828. $S = 1597 \text{ см}^2.$
 834. $m(^{65}\text{Cu}) = 3,24 \cdot 10^{-22} \text{ г.}$
 835. $m(\text{Na}) = 3,61 \text{ г.}$
 836. $n(\text{CO}_2) = 3,08 \text{ моль.}$
 837. $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 42,9 \text{ \%}.$
 838. Ag.
 839. $m(\text{Mg}) = 5,61 \text{ г.}$
 840. $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}.$
 841. 77,8 %.
 842. $m(\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}) = 6,29 \text{ т.}$
 843. $m(\text{известняк}) = 36,5 \text{ кг.}$
 844. $\text{CaCO}_3.$
 848. $N(\text{Cu}) = 47718, N(\text{Sn}) = 1639.$
 849. $N(\text{Au}) = 7,07 \cdot 10^{20}.$
 850. $n(\text{SO}_3) = 0,293 \text{ моль.}$
 851. В 788 раз.
 852. $m(\text{кубик}) = 3,57 \text{ кг, } N(\text{Au}) = 1,09 \cdot 10^{25},$
 $19 \times 19 \times 19 \text{ мм}^3, N(\text{Ag}) = 4,01 \cdot 10^{23}.$
 853. $n(\text{CO}) = 53,6 \text{ ммоль, } V(\text{CO}) = 1,20 \text{ дм}^3.$
 854. $N(\text{H}_2\text{O}_2) = 4,78 \cdot 10^{14}.$
 855. $V(\text{Cl}_2) = 42,6 \text{ дм}^3.$
 856. $V(\text{O}_3) = 0,306 \text{ см}^3.$
 857. $m(\text{MnO}_2) = 7,35 \text{ мг, } m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 34,3 \text{ мг.}$
 859. $m(\text{NaOH}) = 406 \text{ кг.}$
 860. $m(\text{S}) = 788 \text{ г.}$
 861. а) $V_{\text{мин.}}(\text{CO}_2) = 0 \text{ см}^3, V_{\text{макс.}}(\text{CO}_2) = 74 \text{ см}^3;$
 б) $s^{20}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 33,9 \text{ г; в) } N(\text{CO}_2) = 2,43 \cdot 10^{21};$
 г) $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 6,63 \text{ \%}, w(\text{NaHCO}_3) = 10,5 \text{ \%}.$
 862. в) $w(\text{NO}_2) = 16,6 \text{ \%}.$
 863. а) Zn; б) латунь; г) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — цинковый купорос.

864. в) $w(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 19,1 \%$, $m(\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 3,375$ кг.

865. 61,7 % (или 54,9 %).

866. а) $w(\text{CuSO}_4) = 8,22 \%$; б) $s^{20}(\text{CuSO}_4) = 8,95$ г.

868. а) $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$; в) $m(\text{Li}) = 284$ кг; г) $m(\text{морской воды}) = 3,69 \cdot 10^3$ т.

869. а) $14,8$ мг/м³; б) $N(\text{HCl}) = 8,79 \cdot 10^{18}$.

870. а) $w(\text{S}) = 62,6 \%$; в) $w(\text{KHCO}_3) = 7,35 \%$, $w(\text{KHSO}_3) = 3,08 \%$, $w(\text{K}_2\text{SO}_3) = 3,24 \%$.

871. а) $w(\text{Al}) = 55,4 \%$; в) $\eta(\text{Mn}) = 70,9 \%$.

872. а) $x(^{35}\text{Cl}) = 77,35 \%$, $x(^{37}\text{Cl}) = 22,65 \%$, $x(^{81}\text{Br}) = 45,20 \%$, $x(^{79}\text{Br}) = 54,80 \%$; б) $^{35}\text{Cl}^{35}\text{Cl}$, $^{37}\text{Cl}^{35}\text{Cl}$, $^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$, $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$, $^{79}\text{Br}^{79}\text{Br}$, $^{81}\text{Br}^{81}\text{Br}$, $^{35}\text{Cl}^{79}\text{Br}$, $^{35}\text{Cl}^{81}\text{Br}$, $^{37}\text{Cl}^{79}\text{Br}$, $^{37}\text{Cl}^{81}\text{Br}$; в) $w(^{35}\text{Cl}^{79}\text{Br}) = 41,9 \%$, $w(^{37}\text{Cl}^{79}\text{Br}) = 12,5 \%$, $w(^{35}\text{Cl}^{81}\text{Br}) = 35,2 \%$, $w(^{37}\text{Cl}^{81}\text{Br}) = 10,5 \%$.

873. а) C_4H_8 ; г) основной продукт — 3-бромбутанол-2, побочный продукт — 2, 3-дибромбутан.

874. а) $\text{I}_2(\text{A})$, $\text{HIO}_3(\text{B})$.

875. а) $x(\text{N}_2) = 5,60 \cdot 10^{-5}$, $x(\text{O}_2) = 11,5 \cdot 10^{-5}$;

б) $w(\text{N}_2) = 1,39 \cdot 10^{-3} \%$, $w(\text{O}_2) = 8,71 \cdot 10^{-4} \%$.

876. б) $\rho(\text{N}_2 + \text{NO}) = 0,792$ г/дм³; в) Mg.

877. а) Se(A), SeO₂(B), H₂SeO₄(B), Br₂(Г), KNO₃(Д), Au(E), H₄[AuCl₄](Ж); в) Na₂SSeO₃.

879. а) $\text{CuO} + \text{Cu}_2\text{O}$; б) $V(\text{H}_2) = 3,91$ дм³; г) $V(\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = 33,3$ см³.

880. а) $Q = 1022$ кДж; б) в 1,133 раза;

в) $\rho(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 0,850$ г/дм³.

881. а) $w(\text{O}_3) = 17,0 \%$; б) $V = 124,7 \cdot 10^3$ м³; в) $V(\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}) = 236,7$ см³.

882. а) ClO₂.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Условные обозначения.....	4
Глава I. Повторение основных вопросов курса химии VIII класса.....	6
§ 1. Основные классы неорганических веществ.....	7
§ 2. Строение атома и периодический закон	11
§ 3. Химическая связь.....	14
§ 4. Окислительно-восстановительные реакции	16
§ 5. Примеры расчётов по уравнениям окислительно-восстановительных реакций	19
§ 6. Растворы	22
Глава 2. Электролитическая диссоциация	28
§ 7. Электролиты и неэлектролиты.....	28
§ 8. Электролитическая диссоциация веществ.....	31
§ 9. Ионы в растворах электролитов	35
§ 10. Сильные и слабые электролиты	38
§ 11. Электролитическая диссоциация кислот, оснований и солей.....	40
§ 12. Реакции ионного обмена	42
§ 13. Расчёты по уравнениям химических реакций, протекающих в растворах электролитов	46
Глава 3. Неметаллы	49
§ 14. Общая характеристика неметаллов	49
§ 15. Хлор — химический элемент и простое вещество.....	55
§ 16. Хлороводород. Соляная кислота	59
§ 17. Хлориды. Применение соляной кислоты и хлоридов	61
§ 18. Кислород — химический элемент и простое вещество.....	63
§ 19. Сера — химический элемент и простое вещество.....	67
§ 20. Оксид серы(IV) и оксид серы(VI).....	70

§ 21. Серная кислота. Физические и химические свойства	72
§ 22. Сульфаты — соли серной кислоты. Применение серной кислоты и сульфатов	75
§ 23. Азот — химический элемент и простое вещество	77
§ 24. Аммиак	79
§ 25. Азотная кислота	82
§ 26. Нитраты. Применение азотной кислоты и нитратов	85
§ 27. Фосфор — химический элемент и простое вещество	86
§ 28. Кислородсодержащие соединения фосфора	89
§ 29. Минеральные удобрения	91
§ 30. Углерод — химический элемент и простое вещество	94
§ 31. Оксиды углерода	96
§ 32. Угольная кислота и её соли	98
§ 33. Понятие об органических веществах	101
§ 34. Углерод — основа органических соединений ...	102
§ 35. Значение органических веществ в природе и жизни человека	104
§ 36. Кремний — химический элемент и простое вещество	105
§ 37. Оксид кремния(IV). Кремниевая кислота и её соли	107
§ 38. Строительные материалы на основе природных оксидов и солей	109
§ 39. Понятие о выходе продукта химической реакции	111
Глава 4. Металлы	117
§ 40. Металлы. Общая характеристика элементов ...	117
§ 41. Простые вещества металлы. Физические свойства металлов	120
§ 42. Сплавы металлов	121
§ 43. Ряд активности металлов. Взаимодействие металлов с растворами кислот	123
§ 44. Взаимодействие металлов с неметаллами	126

§ 45. Взаимодействие металлов с водой и растворами солей других металлов.....	128
§ 46. Коррозия металлов. Защита от коррозии.....	130
§ 47. Соединения металлов. Оксиды и гидроксиды.....	132
§ 48. Соли металлов. Качественное обнаружение ионов металлов в растворах. Жёсткость воды.....	134
§ 49. Металлы в природе. Биологическая роль металлов.....	138
§ 50. Химические способы получения металлов из их природных соединений.....	140
§ 51. Электролиз расплавов солей.....	143
§ 52. Применение металлов и сплавов.....	145
Глава 5. Химия и окружающая среда.....	147
§ 53. Химия вокруг нас.....	147
§ 54. Химия и защита окружающей среды.....	149
Готовимся к олимпиадам.....	152
Приложение.....	162
Ответы.....	167

(Название 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 9 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения

Редактор *Л. Б. Сопот*

Художник обложки *К. К. Шестовский*

Компьютерный набор *А. И. Цвирко*

Компьютерная вёрстка *А. И. Цвирко*

Корректоры *О. Л. Круковская, Л. Б. Сопот*

Подписано в печать 14.09.2020. Формат 60×90^{1/16}.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 43 500 экз. Заказ

Республиканское унитарное предприятие

«Издательство “Адукацыя і выхаванне”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/19 от 02.08.2013. Ул. Будённаго, 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