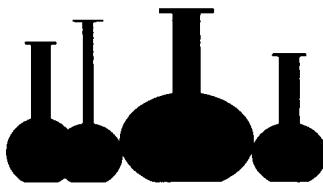


11

О. С. Габриелян В. Б. Воловик

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Задачи и
упражнения



О. С. Габриелян В. Б. Воловик

ОБЩАЯ ХИМИЯ

**Задачи и
упражнения**

Пособие для учащихся 11 класса
общеобразовательных учреждений
с углубленным изучением химии

МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
2006

УДК 373.167.1:54

ББК 24.1я72

Г12

Габриелян О. С.

Г12 Общая химия : задачи и упражнения : пособие для учащихся 11 кл. общеобразоват. учреждений с углубл. изучением химии / О. С. Габриелян, В. Б. Воловик. — М. : Просвещение, 2006. — 191 с. — ISBN 5-09-014134-7.

Пособие включает систему заданий для самостоятельной работы учащихся, изучающих углубленный курс химии, а также содержит вопросы, упражнения и задачи разной степени сложности. Оно может быть использовано для подготовки к вступительным экзаменам в вузы.

**УДК 373.167.1:54
ББК 24.1я72**

ISBN 5-09-014134-7

© Издательство «Просвещение», 2006
© Художественное оформление.
Издательство «Просвещение», 2006
Все права защищены

Тема 1

Основные понятия и законы химии. Измерение веществ

Вопросы

1. Чем различаются понятия «химический элемент» и «простое вещество»?
2. Что такое аллотропные модификации элемента? В чем причина различия в их свойствах? Подтвердите ответ конкретными примерами.
3. В каких формах могут существовать химические элементы? Приведите примеры различных форм существования фосфора, серы, кремния.
4. Какие методы определения относительной атомной массы химического элемента вам известны?
5. Может ли проявлять свойства радикала: а) атом; б) молекула; в) ион? Обоснуйте ответ. Подтвердите его конкретными примерами.
6. Что показывает простейшая формула вещества? Могут ли совпадать простейшие формулы: а) нескольких разных неорганических веществ; б) нескольких разных органических веществ? Обоснуйте ответ. Подтвердите его конкретными примерами.
7. Что показывает молекулярная формула вещества? Могут ли совпадать молекулярные формулы: а) неорганических веществ; б) органических веществ? Обоснуйте ответ. Подтвердите его конкретными примерами.
8. Для всех ли химических веществ справедлив закон постоянства состава? Обоснуйте ответ.
9. Какие химические соединения называют дальтонидами, а какие — бертоллидами? Приведите примеры.
10. Почему закон Авогадро справедлив только для газообразных веществ и не может быть применен к жидким и твердым веществам?
11. Каков смысл понятия «относительная молекулярная масса» для веществ немолекулярного строения?
12. Что такое эквивалент? Является ли эта величина для каждого химического соединения постоянной? Обоснуйте ответ. Подтвердите его конкретными примерами.

Задачи

- 1.** Сколько атомов водорода содержится в 2,9 г бутана?
- 2.** Сколько атомов кислорода содержится при нормальных условиях в смеси, состоящей из 3,36 л оксида серы(IV) и 4,4 г оксида углерода(IV)?
- 3.** Отношение масс водорода и кислорода равно 1 : 2. Найдите отношение количеств веществ этих газов.
- 4.** Образцы серы и меди содержат равные количества этих веществ. Во сколько раз образец серы легче образца меди?
- 5.** При температуре 273 К и давлении 202,6 кПа плотность газа равна 2,5 г/л. Найдите относительную молекулярную массу этого газа.
- 6.** Найдите массу одного миллиона молекул воды.
- 7.** Найдите массу самой легкой молекулы.
- 8.** Два кусочка — льда и «сухого льда» (CO_2) — имеют одинаковую массу. В каком кусочке содержится больше молекул? Во сколько раз?
- 9.** Найдите мольные доли этана и пропана в смеси, где число атомов водорода в 2,5 раза больше числа атомов углерода.
- 10.** Найдите массовую долю метана в смеси метана с ацетиленом, где числа атомов углерода и водорода относятся как 2 : 3.
- 11.** Массовая доля фосфора в смеси, состоящей из оксида фосфора(V) и фосфата натрия, равна 23,31%. Найдите массовую долю фосфата натрия в этой смеси.
- 12.** В образце белого фосфора массой 4,96 г содержится $2,4 \cdot 10^{22}$ молекул этого вещества. Выведите молекулярную формулу белого фосфора.
- 13.** В сосуде объемом 9,59 л при температуре 27 °С и давлении 780 мм рт. ст. находится метан. Сколько атомов водорода содержится в сосуде?
- 14.** Относительная плотность газа по кислороду равна 1,375. Найдите плотность этого газа при температуре 0 °С и давлении 780 мм рт. ст.
- 15.** При нормальных условиях плотность газа равна 2,143 г/л. Найдите относительную плотность этого газа по кислороду.

- 16.** При температуре 0 °С и давлении 4 атм плотность газа равна 5 г/л. Найдите относительную плотность этого газа по воздуху.
- 17.** Относительная плотность газа по водороду равна 23. Сколько молекул содержится в 9,2 г этого газа?
- 18.** Найдите относительную плотность по водороду смеси, состоящей из кислорода массой 4 г и оксида углерода(II) массой 42 г.
- 19.** Чему равна при нормальных условиях плотность смеси, состоящей из 1 л гелия и 1 л неона?
- 20.** Найдите относительную плотность по воздуху смеси, состоящей из 11 г диоксида углерода и 16 г диоксида серы.
- 21.** Найдите относительную плотность по воздуху смеси, состоящей из 4,48 л монооксида углерода и 8,96 л диоксида углерода.
- 22.** Найдите объемные доли газов в смеси, состоящей из кислорода массой 8 г и диоксида серы массой 8 г.
- 23.** Найдите объемные доли газов в смеси, состоящей из водорода массой 1 г и кислорода массой 16 г.
- 24.** Найдите массовые доли газов в смеси, состоящей из кислорода объемом 7,84 л и озона объемом 15,68 л (н. у.).
- 25.** Найдите массовые доли газов в смеси, состоящей из хлора объемом 13,44 л и азота объемом 6,72 л (температура 55 °С, давление 157 кПа).
- 26.** Массовые доли азота и кислорода в смеси равны соответственно 40 и 60%. Найдите объемные доли газов в этой смеси.
- 27.** Массовые доли водорода и азота в смеси равны соответственно 80 и 20%. Найдите объемные доли газов в этой смеси.
- 28.** Массы кислорода и оксида серы(IV) в смеси этих газов относятся как 1 : 4. Найдите объемные доли газов в этой смеси.
- 29.** Объемные доли азота и хлора в смеси этих газов равны соответственно 25 и 75%. Найдите массовые доли газов в этой смеси.
- 30.** Какой объем метана требуется добавить к 10 л бутана, чтобы получить газовую смесь с относительной плотностью по водороду 15?
- 31.** Относительная плотность по водороду смеси азота с водородом равна 7,5. Найдите объемные доли газов в этой смеси.

- 32.** Относительная плотность по воздуху смеси углекислого газа с кислородом равна 1,4. Найдите объемные доли газов в этой смеси.
- 33.** При нормальных условиях плотность смеси азота и оксида серы(IV) равна 2,456 кг/м³. Найдите объемные доли газов в этой смеси.
- 34.** Масса 1 м³ смеси водорода с углекислым газом при нормальных условиях равна 1 кг. Найдите массовые доли газов в этой смеси.
- 35.** Смесь кислорода с озоном массой 6 г при температуре 0 °C и давлении 3 атм занимает объем 1,12 л. Найдите массовые доли газов в этой смеси.
- 36.** Относительная плотность по водороду смеси, состоящей из метана, оксида углерода(II) и азота, равна 11. Найдите объемную и массовую доли метана в этой смеси.
- 37.** В каком массовом отношении необходимо смешать оксид углерода(IV) с оксидом серы(IV), чтобы полученная газовая смесь была в 2 раза тяжелее воздуха?
- 38.** Массовые доли алюминия, фосфора и кислорода в химическом соединении равны соответственно 22,13, 25,41 и 52,46%. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 39.** Массовые доли углерода, водорода и кислорода в химическом соединении равны соответственно 40, 6,67 и 53,33%. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 40.** Массы химических элементов кальция, серы и кислорода в химическом соединении относятся как 5 : 4 : 8. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 41.** Массовые доли водорода, серы и кислорода в химическом соединении относятся как 1 : 32 : 64. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 42.** В состав химического соединения с относительной молекулярной массой, равной 96, входят водород, кремний и кислород. Массовые доли этих элементов равны соответственно 4,17, 29,17 и 66,66%. Выведите молекулярную формулу этого соединения.
- 43.** Относительные плотности по воздуху хлорида и бромида некоторого элемента равны соответственно 5,31 и 11,45. Найдите относительную плотность по водороду оксида этого элемента (степень окисления элемента в этих соединениях одинакова).
- 44.** К смеси, состоящей из 20 л водорода и 30 л метана (н. у.), добавили избыток кислорода, взорвали полученную смесь и привели

образовавшуюся смесь к первоначальным условиям. Как изменился объем газовой смеси?

45. В результате озонирования кислорода объем газа уменьшился на 20 л. Какой объем кислорода вступил в реакцию?

46. К 25 л смеси, состоящей из оксида углерода(II) и оксида углерода(IV), добавили 25 л кислорода. Смесь подожгли и после окончания реакции привели продукты к первоначальным условиям. Объем полученной газовой смеси равен 45 л. Найдите объемную долю оксида углерода в исходной смеси.

47. Смесь аммиака с водородом массой 283,4 мг при температуре 15 °С и давлении 400 мм рт. ст. занимает объем 975 мл. Найдите объемную долю аммиака в смеси.

48. При действии на образец металла массой 2,5 г избытка соляной кислоты выделился водород, занимающий при нормальных условиях объем 1 л. Определите, какой это металл.

49. При дегидрировании 50 м³ гексана образовался водород объемом 150 м³ (реакция проходила при температуре 200 °С и давлении 90 кПа). Определите молекулярную формулу полученного углеводорода.

50. При температуре 0 °С и давлении 1,2 атм смесь углекислого газа с одним из галогеноводородов имеет плотность 6 г/л. Определите, какой галогеноводород входит в состав смеси.

51. Какой оксид углерода смешан с кислородом, если при давлении 200 кПа и температуре 48 °С относительная плотность газовой смеси по водороду равна 15?

Тема 2

Периодический закон и строение атома

Вопросы

1. Какие факты заставили пересмотреть представления об атоме как о неделимой частице?
2. Каковы основные идеи планетарной теории строения атома по Бору — Резерфорду? В чем заключаются недостатки этой

теории? Чем отличается модель атома Бора от модели атома Резерфорда?

3. Какие единицы измерения массы, длины, заряда и энергии используют для характеристики объектов микромира? Сопоставьте эти единицы с единицами измерения в системе СИ.
4. Как соотносятся размеры и массы атомного ядра и электронной оболочки атома? Почему положительно заряженные частицы — протоны «существуют» в атомном ядре?
5. Что такое дефект массы?
6. Что такое изобары? Приведите примеры известных вам изобаров.
7. Почему практически все атомные массы элементов выражены дробными числами?
8. Что такое изотопы? У всех ли элементов существуют изотопы? Подтвердите свой ответ конкретными примерами.
9. Могут ли атомы различных элементов являться изотопами?
10. У элемента фтора существует единственный изотоп, массовое число которого 19. Почему относительная атомная масса фтора равна 18,9984? В чем заключается различие понятий «массовое число» и «относительная атомная масса»?
11. Какие виды естественной и искусственной радиоактивности вам известны? Сравните опасность различных видов радиоактивности для живых организмов.
12. Как обнаруживают и измеряют радиоактивность?
13. Что называют периодом полураспада?
14. Почему все попытки алхимиков получить золото из неблагородных металлов оказались безуспешными?
15. Как проявляются волновые свойства электрона?
16. Что такое орбиталь?
17. Что обозначает главное квантовое число? Какие значения оно может принимать?
18. Что обозначает орбитальное квантовое число? Какие значения оно может принимать?
19. Что обозначает магнитное квантовое число? Какие значения оно может принимать?
20. Как связано с номером энергетического уровня: а) число орбиталей; б) максимально возможное число электронов на этом уровне?
21. Какие основные принципы обуславливают порядок заполнения орбиталей электронами?
22. Какие орбитали заполняются: а) после $5s$ -подуровня; б) после $6d$ -подуровня? Обоснуйте ответ.
23. Чем объясняется нарушение последовательности заполнения орбиталей у атомов меди и хрома?
24. Каковы основные преимущества и недостатки первых попыт

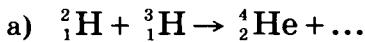
ток классификации химических элементов (Дж. Льюис, А. Шанкуртуа, Л. Майер)?

25. В чем заключается физический смысл закона Мозли?
26. В чем заключается причина периодического повторения свойств химических элементов?
27. Как изменяются свойства элементов в периоде периодической системы по мере увеличения порядкового номера? Каковы причины закономерности в изменении свойств элементов?
28. Как изменяются свойства оксидов и гидроксидов элементов в периоде периодической системы по мере увеличения порядкового номера элемента?
29. Как изменяются свойства элементов в подгруппе периодической системы по мере увеличения порядкового номера элемента? Каковы причины такой закономерности в изменении свойств элементов?
30. Что называют потенциалом ионизации? Как изменяется эта величина в подгруппе периодической системы по мере увеличения порядкового номера элемента?
31. Что называют сродством к электрону? Как изменяется эта величина в периоде периодической системы по мере увеличения порядкового номера элемента?
32. Какие факторы обусловливают валентные возможности атомов? Подтвердите ответ конкретными примерами.
33. В каких случаях максимальная валентность элемента не совпадает с номером группы периодической системы? Подтвердите ответ конкретными примерами.
34. Почему максимальная валентность элементов второго периода не превышает четырех?
35. Какие формы соединений являются одинаковыми у элементов главных и побочных подгрупп?

Упражнения

1. Определите число протонов и число нейтронов в следующих изотопах: а) $^{16}_8\text{O}$; б) $^{35}_{17}\text{Cl}$; в) $^{59}_{27}\text{Co}$; г) $^{235}_{92}\text{U}$; д) $^{26}_{12}\text{Mg}$; е) $^{206}_{82}\text{Pb}$; ж) $^{30}_{15}\text{P}$; з) $^{232}_{90}\text{Th}$; и) $^{226}_{88}\text{Ra}$.

2. Определите, какие частицы образуются в результате ядерных реакций, протекающих по следующим схемам:



- д) $^{32}_{16}\text{S} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{34}_{17}\text{Cl} + \dots$
 е) $^{241}_{95}\text{Am} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{244}_{97}\text{Bk} + \dots$
 ж) $^{32}_{16}\text{S} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{34}_{17}\text{Cl} + \dots$
 з) $^{82}_{34}\text{Se} + ^1_1p \rightarrow ^{82}_{35}\text{Br} + \dots$

3. Определите, какие нуклиды образуются в результате ядерных реакций, протекающих по следующим схемам:

- а) $^{19}_9\text{F} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_1p + \dots$
 б) $^{27}_{13}\text{Al} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_0n + \dots$
 в) $^{70}_{30}\text{Zn} + ^1_1p \rightarrow ^1_0n + \dots$
 г) $^{27}_{13}\text{Al} + ^1_1p \rightarrow ^4_2\text{He} + \dots$
 д) $^{14}_7\text{N} + ^1_1p \rightarrow ^4_2\text{He} + \dots$
 е) $^{89}_{39}\text{Y} + ^1_0n \rightarrow ^1_1p + \dots$
 ж) $^{10}_5\text{B} + ^1_0n \rightarrow ^4_2\text{He} + \dots$
 з) $^{55}_{25}\text{Mn} + ^1_0n \rightarrow ^4_2\text{He} + \dots$

4. Определите, какие нуклиды образуются в результате процессов β -распада, протекающих по следующим схемам:

- а) $^{30}_{15}\text{P} \rightarrow ^0_{+1}e + \dots$
 б) $^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^0_{-1}e + \dots$
 в) $^{239}_{93}\text{Np} \rightarrow ^0_{-1}e + \dots$
 г) $^{242}_{95}\text{Am} \rightarrow ^0_{-1}e + \dots$
 д) $^{241}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^0_{-1}e + \dots$

5. Вставьте пропущенные значения массовых чисел и атомных номеров нуклидов в ядерных реакциях, протекающих по следующим схемам:

- а) $^{238}\text{U} + ^2_1\text{H} \rightarrow 2^1_0n + ^{93}\text{Np};$
 б) $^{92}\text{U} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{241}\text{Pu} + ^1_0n;$
 в) $^{242}\text{Cm} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{98}\text{Cf} + 2^1_0n;$
 г) $^{26}\text{Fe} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^{57}\text{Co} + ^1_0n;$
 д) $^{23}_{11}\text{Na} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{24}\text{Na} + ^1_1p.$

6. Охарактеризуйте набором квантовых чисел электроны, находящиеся на следующих подуровнях: а) $3s$; б) $4p$; в) $6d$; г) $5f$.

7. Какое положение могут занимать в периодической системе элементы, «последний» электрон которых характеризуется следующим набором квантовых чисел:

- а) $n = 2; l = 0; m = 0; s = +1/2;$
- б) $n = 3; l = 1; m = -1; s = -1/2;$
- в) $n = 3; l = 2; m = 2; s = +1/2;$
- г) $n = 4; l = 0; m = 0; s = -1/2;$
- д) $n = 4; l = 3; m = -2; s = +1/2;$
- е) $n = 5; l = 2; m = 1; s = -1/2;$
- ж) $n = 6; l = 0; m = 0; s = +1/2?$

Определите, к каким семействам относят эти элементы.

8. Определите общее число электронов, содержащихся в каждой из следующих частиц: а) Se^{2-} ; б) Mg^{2+} ; в) N_2O ; г) H_3O^+ ; д) Cl^- ; е) CF_4 ; ж) PO_4^{3-} .

9. Напишите полные электронные конфигурации атомов следующих элементов в основном состоянии: а) рубидий; б) барий; в) сурьма; г) теллур; д) бром; е) ксенон; ж) титан; з) осмий; и) неодим; к) америций.

Определите, к каким семействам относят эти элементы.

10. Напишите полные электронные конфигурации атомов следующих элементов в возбужденном состоянии: а) алюминий; б) кремний; в) мышьяк; г) бериллий; д) сера; е) бром.

11. Назовите элементы, у которых в основном состоянии атома валентные электронные уровни имеют следующие конфигурации: а) $5s^25p^3$; б) $4s^24p^6$; в) $6s^26p^4$; г) $4s^24p^1$; д) $3d^84s^2$; е) $5d^64s^2$; ж) $4f^55d^06s^2$; з) $5f^{12}6d^07s^2$; и) $5f^{14}6d^67s^2$.

12. Назовите элементы, у которых в возбужденном состоянии атома валентные электронные уровни имеют следующие конфигурации: а) $4s^14p^2$; б) $3s^13p^3$; в) $4s^14p^34d^1$; г) $5s^15p^1$; д) $4s^24p^34d^1$; е) $5s^15p^35d^2$.

Определите, к каким семействам относят эти элементы.

13. Составьте электронные формулы следующих ионов: а) Rb^+ ; б) Al^{3+} ; в) I^- ; г) Se^{2-} ; д) Mn^{2+} ; е) Co^{3+} ; ж) Hg^{2+} .

14. Определите максимальную валентность следующих элементов: а) бром; б) фтор; в) селен; г) кислород; д) мышьяк; е) азот; ж) галлий.

Подтвердите ответ соответствующими электронными формулами.

15. Определите минимальную и максимальную степени окисления следующих элементов: а) иод; б) фтор; в) теллур; г) кислород; д) мышьяк; е) висмут; ж) индий.

16. Определите максимальную валентность, минимальную и максимальную степени окисления элементов, валентные электронные уровни которых имеют следующие конфигурации: а) $3s^23p^5$; б) $4s^2$; в) $2s^22p^3$; г) $3s^23p^4$; д) $2s^22p^5$; е) $6s^26p^1$; ж) $4s^24p^5$.

17. Напишите формулы высших оксидов следующих элементов:

- а) мышьяк; б) селен; в) галлий; г) бром; д) титан; е) хром;
ж) марганец.

Определите тип этих оксидов и напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства данных веществ.

18. Напишите формулы высших гидроксидов следующих элементов: а) стронций; б) кадмий; в) индий; г) хром; д) селен; е) хлор; ж) марганец.

Определите, к какому классу относят эти гидроксиды; напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства этих веществ.

19. Напишите электронные и электронно-графические формулы внешнего электронного слоя элементов главных подгрупп, высшим оксидам которых соответствуют следующие формулы: а) RO_2 ; б) R_2O ; в) RO_3 ; г) R_2O_5 ; д) R_2O_3 ; е) RO ; ж) R_2O_7 .

20. Напишите электронные и электронно-графические формулы внешнего электронного слоя (в основном и максимально возбужденном состоянии) элементов главных подгрупп, высшим гидроксидам которых соответствуют следующие формулы: а) H_2RO_4 ; б) $\text{R}(\text{OH})_2$; в) HRO_3 ; г) $\text{R}(\text{OH})_3$; д) H_3RO_4 ; е) HRO_4 ; ж) H_2RO_3 .

21. Расположите в ряд по возрастанию электроотрицательности следующие элементы:

- а) сурьма, сера, хлор, мышьяк;
б) бром, теллур, селен, сурьма;
в) хлор, кислород, фосфор, углерод;
г) алюминий, германий, бор, галлий.

Ответ мотивируйте.

22. На основании положения в периодической системе и строения атомов дайте характеристику следующих химических элементов: а) рубидий; б) стронций; в) кремний; г) мышьяк; д) селен; е) бром; ж) аргон; з) цинк; и) технеций; к) молибден.

Тема 3

Химическая связь

Вопросы

1. Что называют химической связью?
2. Что называют ионной связью? Какие элементы склонны к образованию ионной связи?
3. Приведите примеры химических соединений, содержащих:
а) простые катионы и простые анионы; б) простые катионы

- и сложные анионы; в) сложные катионы и простые анионы;
г) сложные катионы и сложные анионы.
4. Какой тип кристаллической решетки характерен для веществ с ионным видом связи? Какими характерными физическими свойствами обладают соединения такого строения?
 5. Каковы общие свойства металлической и ковалентной связей?
 6. Что называют энергией кристаллической решетки? От каких факторов зависит эта величина?
 7. Что называют координационным числом иона в ионной кристаллической решетке? Приведите примеры веществ с различными координационными числами ионов.
 8. Какие типы кристаллических решеток характерны для веществ с ковалентной неполярной связью? Приведите примеры веществ с кристаллическими решетками таких типов и опишите характерные для них физические свойства.
 9. Какие типы кристаллических решеток характерны для веществ с ковалентной полярной связью? Приведите примеры веществ с кристаллическими решетками таких типов. Какими характерными физическими свойствами обладают соединения этого строения?
 10. Каково основное различие в природе ионной и ковалентной связей?
 11. Почему ионную связь называют предельным случаем ковалентной связи?
 12. По какому признаку ковалентные связи относят к полярным и неполярным? Приведите примеры простых веществ и химических соединений, в молекулах которых содержатся: а) только ковалентные полярные связи; б) только ковалентные неполярные связи; в) ковалентные связи обоих видов.
 13. Какая величина является мерой полярности химической связи и молекулы в целом? В каких единицах измеряют эту величину?
 14. Существуют ли: а) полярные молекулы, содержащие только неполярные ковалентные связи; б) неполярные молекулы, содержащие только полярные ковалентные связи? Ответ мотивируйте и подтвердите его конкретными примерами.
 15. Приведите примеры соединений, содержащих и ионные, и ковалентные связи.
 16. В чем заключается различие обменного и координационного (донорно-акцепторного) механизмов образования ковалентной связи?
 17. Что понимают под термином «направленность ковалентной связи»? Чем обусловлено это свойство ковалентной связи и почему оно не характерно для ионной и металлической свя-

- зей? Приведите примеры соединений с различной направленностью ковалентных связей.
18. Почему существуют молекулы H_2 и F_2 , но не существует молекул H_3 и F_3 ?
19. Каковы основные различия σ -связи и π -связи? Какие орбитали способны к образованию таких связей?
20. Чему равно максимальное число π -связей, которые могут образовываться между двумя атомами в молекуле?
21. Какова природа водородной связи? Почему одним из атомов, принимающих участие в образовании водородной связи, обязательно является атом водорода? Приведите примеры веществ с межмолекулярной и внутримолекулярной водородной связью.
22. Почему существуют катионы H_3O^+ и NH_4^+ , но не существует катион CH_5^+ ?
23. Почему существует катион H_3O^+ , но не существует катион H_4O^+ ?
24. Какое вещество кипит при более высокой температуре: фторводород или хлороводород? Ответ мотивируйте.
25. Оцените относительную прочность ковалентной и водородной связей.
26. Какое влияние межмолекулярные водородные связи оказывают на свойства веществ? Ответ мотивируйте и подтвердите его конкретными примерами.
27. Почему простые эфиры кипят при более высоких температурах, чем изомерные им спирты?
28. Приведите примеры веществ, для которых характерно наличие следующих видов связей: а) ковалентная связь и ионная связь; б) ковалентная связь и межмолекулярная водородная связь; в) ковалентная связь и внутримолекулярная водородная связь.

Упражнения

- Напишите электронные и электронно-графические формулы атомов в основном и возбужденном состояниях для следующих элементов: а) бериллий; б) углерод; в) галлий; г) мышьяк; д) селен; е) хлор. Определите валентные возможности этих элементов.
- Составьте схемы образования ионной связи в следующих веществах: а) оксид натрия; б) оксид бария; в) хлорид стронция; г) бромид калия; д) нитрид калия.
- При каких условиях существуют ионные молекулы таких веществ?
- Расположите по увеличению энергии связи все углерод-углеродные связи в каждом из следующих веществ: а) пропен; б) дивинил; в) винилацетилен; г) стирол.

4. Расположите вещества по мере увеличения полярности связи:

- а) BeF_2 , CF_4 , BF_3 ; б) H_2Se , H_2O , H_2S , H_2Te ; в) H_2O , HF , SiH_4 , NH_3 ;
г) MgBr_2 , SiBr_4 , NaBr , AlBr_3 .

5. Расположите по увеличению полярности все связи в каждом из следующих веществ: а) хлорноватистая кислота; б) циановодород; в) хлорамин; г) этанол; д) этаналь; е) метиламин; ж) этиленгликоль.

6. Определите, в каких из перечисленных веществ молекулы имеют нулевой дипольный момент: а) гексахлорбензол; б) оксид азота(IV); в) оксид углерода(IV); г) аммиак; д) хлорид бериллия; е) метанол; ж) трихлорид бора.

Напишите структурные формулы неполярных молекул. Ответ мотивируйте.

7. Составьте электронные и графические формулы молекул следующих веществ: а) фосфин; б) селеноводород; в) тетрахлорид углерода; г) иодоводород; д) трифтормид азота; е) диоксид углерода; ж) монооксид углерода; з) дициан; и) гидразин.

Определите методом валентных связей кратность каждой ковалентной связи в этих веществах. Найдите число σ -связей и π -связей в каждой из рассмотренных молекул.

8. Составьте электронные и графические формулы следующих частиц: а) NH_4^+ ; б) H_3O^+ ; в) BF_4^- .

Укажите валентность и степень окисления каждого атома в этих частицах.

9. Определите валентность и степень окисления каждого элемента в молекулах следующих веществ: а) азот; б) белый фосфор; в) оксид углерода(II); г) оксид углерода(IV); д) оксид азота(V); е) гидразин; ж) гидроксиламин; з) пероксид водорода.

10. Определите валентность и степень окисления каждого атома углерода в молекулах следующих веществ: а) 2-метилбутан; б) пропен; в) бензол; г) 1,1-дигидромэтан; д) этанол; е) бутанон; ж) пропановая кислота; з) виниламин; и) аминоуксусная кислота.

11. Определите валентность и степень окисления каждого элемента в ионах, формулы которых: а) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; б) NH_4^+ ; в) $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$; г) H_3O^+ ; д) HSO_3^{2-} ; е) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^-$; ж) $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$.

12. Составьте на основе метода МО ЛКАО энергетические диаграммы следующих молекул: а) Li_2 ; б) F_2 ; в) N_2 ; г) O_2 ; д) CO ; е) HF ; ж) NO .

Определите с помощью метода МО ЛКАО кратность связей в этих молекулах.

13. Составьте на основе метода МО ЛКАО энергетические диаграммы следующих ионов: а) O_2^+ ; б) He_2^+ ; в) N_2^+ ; г) Li_2^+ ; д) O_2^- .

Определите с помощью метода МО ЛКАО кратность связей в этих ионах.

14. С помощью метода МО ЛКАО объясните существование или несуществование следующих частиц: а) He_2^0 , He_2^+ ; б) H_2^- , H_2^{2-} ; в) H_2^+ , H_2^{2+} ; г) Na_2^0 , Mg_2^0 ; д) F_2^0 , F_2^{2-} ; е) N_2^0 , Ne_2^0 .

Тема 4

Комплексные соединения

Вопросы

1. Какие частицы образуют внутреннюю сферу комплексного соединения? Подтвердите свой ответ примерами.
2. Какие частицы могут выступать в качестве комплексообразователей? Приведите примеры.
3. Чем обусловлена особая склонность *d*-элементов к образованию комплексных соединений?
4. Какова природа химических связей между комплексообразователем и лигандами?
5. Что называют координационным числом комплексообразователя? От чего зависит эта величина?
6. Всегда ли координационное число комплексообразователя совпадает с числом лигандов? Мотивируйте свой ответ и подтвердите его примерами.
7. Какие частицы образуют внешнюю сферу комплексного соединения? Приведите примеры.
8. По каким признакам принято классифицировать комплексные соединения? Приведите примеры соединений различных типов.
9. Почему при растворении в воде ионного комплекса равновесие диссоциации по первой ступени смещено вправо, а равновесие диссоциации по второй ступени смещено влево?
10. Что называют константой нестойкости комплексного иона?

Упражнения

1. Составьте формулы следующих комплексных соединений:
а) гексагидроксохромат(III) натрия; б) тетраиодоцинкат(II) калия;
в) дихлороаргентат(I) цезия; г) сульфат дихлоротетраамминкобальт-

та(III); д) гидроксид диамминсеребра(I); е) гексацианоферрат(III) калия; ж) тетрагидроксоалюминат(III) натрия; з) тетрахлороплатинат(II) калия; и) хлорид гексааквакобальта(II); к) сульфат гексамминникеля(II).

Укажите внешнюю и внутреннюю сферы комплексов, комплексообразователь и лиганды.

2. Составьте названия комплексных соединений, соответствующие следующим формулам: а) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$; б) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$; в) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; г) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; д) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; е) $\text{Na}_3[\text{FeF}_6]$; ж) $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$; з) $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4](\text{ClO}_4)_2$; и) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$; к) $\text{Li}[\text{AlH}_4]$; л) $[\text{In}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_3$; м) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5(\text{OH})]\text{Br}_3$.

3. Определите степень окисления комплексообразователя в следующих комплексных соединениях: а) $\text{Al}[\text{Au}(\text{CN})_2\text{I}_2]_3$; б) $\text{K}_4[\text{Mo}(\text{CN})_8]$; в) $\text{Na}_3[\text{FeF}_6]$; г) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$; д) $\text{H}[\text{AuCl}_4]$; е) $\text{Rb}_2[\text{SnCl}_6]$; ж) $\text{K}_2[\text{TlF}_7]$; з) $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; и) $\text{Li}[\text{AlH}_4]$; к) $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; л) $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$; м) $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$.

4. Координационное число кобальта равно 6. Напишите координационные формулы комплексных соединений кобальта следующего состава: а) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{KNO}_3$; б) $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$; в) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{KNO}_2 \cdot 2\text{NH}_3$.

5. Координационное число Os^{4+} равно 6. Напишите координационные формулы комплексных соединений осмия следующего состава: а) $2\text{NaNO}_3 \cdot \text{OsCl}_4$; б) $\text{OsBr}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

6. Координационное число Ir^{4+} равно 6. Напишите координационные формулы комплексных соединений иридия следующего состава: а) $\text{Ir}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{KCl}$; б) $2\text{RbCl} \cdot \text{IrCl}_4$.

7. При действии раствора серной кислоты на комплексную соль состава $\text{Ba}(\text{CN})_2 \cdot \text{Cu}(\text{SCN})_2$ весь барий осаждается в виде сульфата бария. Составьте координационную формулу этой соли.

8. При действии раствора нитрата серебра на комплексную соль состава $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$ весь хлор осаждается в виде хлорида серебра. Составьте координационную формулу этой соли.

9. При действии раствора нитрата серебра на комплексную соль состава $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$ половина хлора осаждается в виде хлорида серебра. Составьте координационную формулу этой соли.

10. При действии раствора нитрата серебра на комплексную соль состава $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ хлор не осаждается в виде хлорида серебра. Составьте координационную формулу этой соли.

11. При действии раствора нитрата серебра на комплексную соль состава $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$ хлор не осаждается в виде хлорида серебра. Составьте координационную формулу этой соли.

12. При добавлении избытка раствора нитрата серебра к раствору, содержащему 0,4 моль комплексной соли состава $\text{CoBr}_3 \cdot 5\text{NH}_3$, выпадает в осадок 0,8 моль бромида серебра. Составьте координационную формулу этой соли.

13. Напишите уравнения диссоциации по первой ступени в водных растворах для комплексных соединений состава: а) $K_3[Cr(CN)_6]$; б) $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$; в) $K_3[Fe(CN)_6]$; г) $K_4[Fe(CN)_6]$; д) $Na_3[FeF_6]$; е) $[Zn(H_2O)_4]SO_4$; ж) $[Be(H_2O)_4](ClO_4)_2$; з) $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$; и) $[In(H_2O)_6](NO_3)_3$; к) $[Pt(NH_3)_5(OH)]Br_3$.

14. Напишите уравнения диссоциации по второй ступени в водных растворах для комплексных ионов следующего состава: а) $[Au(CN)_2I_2]$; б) $[FeF_6]^{3-}$; в) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$; г) $[AuCl_4]^-$; д) $[SnCl_6]^{2-}$; е) $[Ag(NH_3)_2]^+$; ж) $[Fe(CN)_6]^{3-}$; з) $[HgI_4]^{2-}$.

Напишите выражение константы нестойкости для каждого комплекса.

Тема 5

Растворы

Вопросы

1. В чем заключается основное отличие гомогенных систем от гетерогенных?
2. Что такое раствор? Любая ли гомогенная система является раствором?
3. Какие классификационные признаки лежат в основе различных классификаций растворов?
4. Как влияет тип кристаллической решетки твердого вещества на его растворимость в воде?
5. Как влияет нагревание и увеличение давления на растворимость газообразных веществ? Ответ мотивируйте.
6. В чем лучше растворяется иод — в воде или в бензоле? Чем объясняется различная растворимость иода в этих растворителях?
7. Что лучше растворяется в воде — аммиак или фосфин? Чем объясняется различная растворимость этих веществ в воде?
8. Какие способы выражения количественного состава растворов вам известны?
9. Что такое насыщенный раствор?
10. Существуют ли вещества, приготовить насыщенный раствор которых невозможно? Ответ мотивируйте.
11. Что такое пересыщенный раствор? Как его приготовить?
12. Возможно ли, чтобы раствор был одновременно: а) насыщенным и концентрированным; б) насыщенным и разбавленным; в) ненасыщенным и концентрированным; г) ненасыщенным

и разбавленным? Объясните ответ и подтвердите его конкретными примерами.

13. Почему температура кипения раствора выше, чем температура кипения чистого растворителя?
14. Почему температура замерзания раствора ниже, чем температура замерзания чистого растворителя?
15. Что такое коллоидный раствор? Как отличить истинный раствор от коллоидного?
16. Какие способы получения коллоидных растворов вам известны?
17. Почему коллоидные системы в отличие от взвесей достаточно устойчивы?
18. Что называют коагуляцией коллоидного раствора? Какие воздействия на коллоидный раствор могут вызвать его коагуляцию?
19. Приведите примеры известных вам гелей и золей. Что такое синерезис?

Задачи

1. Бромоводород, занимающий при нормальных условиях объем 5,6 л, растворили в воде. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
2. К 200 г 5%-ного раствора хлорида кальция добавили 50 г хлорида кальция, и соль полностью растворилась. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
3. Аммиак, занимающий при нормальных условиях объем 336 л, растворился в 500 г 5%-ного водного раствора аммиака. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
4. К 90%-ному раствору серной кислоты массой 1 кг добавили 800 г воды. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученным растворе.
5. Найдите массовую долю хлорида меди(II) в растворе, полученном при добавлении 300 г 8%-ного раствора к 300 г 16%-ного раствора этой соли.
6. К 300 г 10%-ного раствора серной кислоты добавили 500 г 50%-ного раствора серной кислоты. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
7. Найдите массовую долю карбоната калия в растворе, который получится, если смешать 100 г 10%-ного раствора, 200 г 20%-ного раствора и 300 г 30%-ного раствора этой соли.

- 8.** Найдите массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном при смешивании 20 г нитрата кальция, 30 г воды и 200 г 20% -ного раствора нитрата кальция.
- 9.** К 500 г 10% -ного раствора хлорида железа(III) добавили 250 г воды и 50 г хлорида железа(III). Соль полностью растворилась. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
- 10.** Какую массу бромида магния необходимо растворить в 250 г воды для получения 40% -ного раствора этой соли?
- 11.** Некоторое количество бромоводорода растворилось в 120 г воды, в результате чего был получен 50% -ный раствор. Какой объем занимал этот бромоводород при нормальных условиях?
- 12.** Некоторое количество хлорида меди(II) полностью растворилось в 200 г 10% -ного раствора этой соли, в результате чего был получен 20% -ный раствор хлорида меди(II). Найдите массу растворившейся соли.
- 13.** При растворении сульфата калия в 80 г 2% -ного раствора этой соли массовая доля растворенного вещества увеличилась в 5 раз. Найдите массу растворившейся соли.
- 14.** При пропускании хлороводорода через 20% -ную соляную кислоту массой 1 кг была получена 35% -ная соляная кислота. Какой объем занимал поглощенный хлороводород при нормальных условиях?
- 15.** Какой объем аммиака, измеренный при температуре 20 °С и давлении 780 мм рт. ст., требуется растворить в 200 г 10% -ного раствора аммиака, чтобы увеличить массовую долю аммиака в растворе в 2,5 раза?
- 16.** К 500 г 60% -ного раствора серной кислоты добавили воду и получили 25% -ный раствор серной кислоты. Найдите массу добавленной воды.
- 17.** При нагревании 150 г 15% -ного раствора сульфата магния был получен 25% -ный раствор этой соли. Найдите массу испарившейся воды.
- 18.** К 10% -ному раствору хлорида железа(III) добавили 15 г хлорида железа(III). Соль полностью растворилась, и получился 30% -ный раствор хлорида железа(III). Найдите массу исходного раствора хлорида железа(III).

- 19.** Какую массу 40%-ного раствора нитрата кальция необходимо взять, чтобы при добавлении в этот раствор 100 г нитрата кальция получить 50%-ный раствор этой соли?
- 20.** При поглощении 28 л хлороводорода (н. у.) 10%-ной соляной кислотой была получена 30%-ная соляная кислота. Найдите массу исходной соляной кислоты.
- 21.** При добавлении 40 г воды к 15%-ному раствору сульфата меди(II) был получен 5%-ный раствор этой соли. Найдите массу исходного раствора сульфата меди(II).
- 22.** Для разбавления 98%-ного раствора серной кислоты использовали 1 л воды и получили 10%-ный раствор серной кислоты. Найдите массу исходного раствора кислоты. (Плотность воды считать равной 1 г/мл.)
- 23.** Какую массу 20%-ного раствора нитрата калия требуется взять, чтобы при добавлении в этот раствор 500 г воды можно было разбавить раствор в 2,5 раза?
- 24.** При добавлении к 400 г 30%-ного раствора хлорида алюминия некоторого количества 10%-ного раствора этой соли был получен 25%-ный раствор хлорида алюминия. Найдите массу добавленного раствора.
- 25.** Какую массу 5%-ного раствора хлорида кальция необходимо добавить к 200 г 40%-ного раствора этой соли, чтобы получить 10%-ный раствор?
- 26.** При добавлении 50%-ного раствора бромида магния к 150 г 30%-ного раствора этой соли был получен раствор с массовой долей растворенного вещества 45%. Найдите массу использованного 50%-ного раствора.
- 27.** Какую массу 5%-ного раствора серной кислоты необходимо добавить к 100 г 90%-ного раствора серной кислоты для получения 10%-ного раствора?
- 28.** К раствору нитрата натрия массой 200 г добавили 20 г нитрата натрия, и соль полностью растворилась. Массовая доля нитрата натрия в получившемся растворе равна 40%. Найдите массовую долю нитрата натрия в исходном растворе.
- 29.** При растворении 80 г карбоната калия в 500 г раствора этой соли получился 30%-ный раствор. Найдите массовую долю карбоната калия в исходном растворе.

30. Через 100 г соляной кислоты пропустили хлороводород, занимающий при нормальных условиях объем 11,2 л. Какова была массовая доля хлороводорода в исходной соляной кислоте, если в результате растворения хлороводорода была получена 30%-ная соляная кислота?

31. К 500 г раствора хлорида железа(III) добавили 300 г 10%-ного раствора этой соли и получили 25%-ный раствор хлорида железа(III). Найдите массовую долю хлорида железа(III) в исходном растворе.

32. К 100 г раствора сульфата алюминия с массовой долей растворенного вещества 5% добавили 150 г раствора сульфата алюминия. Какова массовая доля соли в добавленном растворе, если в полученном растворе она равна 10%?

33. В мерном стакане смешали три порции раствора серной кислоты: 20 г 10%-ного раствора, 30 г 20%-ного раствора и 50 г раствора с неизвестной массовой долей кислоты. Найдите массовую долю кислоты в третьем растворе, учитывая, что в результате смешивания растворов был получен 50%-ный раствор серной кислоты.

34. Найдите массы воды и 40%-ного раствора хлорида марганца(II), необходимые для приготовления 200 г 10%-ного раствора этой соли.

35. При растворении хлороводорода в воде получена 10%-ная соляная кислота массой 146 г. Найдите объемы хлороводорода (н. у.) и воды. (Плотность воды считать равной 1 г/мл.)

36. При растворении нитрата калия в 10%-ном растворе этой соли был получен 15%-ный раствор нитрата калия массой 500 г. Найдите массы использованных соли и раствора.

37. Какие массы сульфата алюминия и его 5%-ного раствора необходимо смешать, чтобы в результате образовался 20%-ный раствор сульфата алюминия массой 180 г?

38. При поглощении некоторого количества аммиака 20%-ным раствором аммиака был получен 25%-ный раствор массой 400 г. Какой объем занимал использованный аммиак при температуре 25 °C и давлении 740 мм рт. ст.?

39. При смешивании 5%-ного и 50%-ного растворов серной кислоты был получен 10%-ный раствор массой 100 г. Найдите массы использованных растворов.

40. При добавлении 10%-ного раствора сульфата магния к 25%-ному раствору этой соли был получен 20%-ный раствор массой 800 г. Найдите массу 10%-ного раствора сульфата магния.

41. Какие массы 8%-ной и 25%-ной соляной кислоты необходимо смешать для получения 1 кг 20%-ной соляной кислоты?

42. При нормальных условиях 1 объем воды растворяет 600 объемов бромоводорода. Найдите массовую долю бромоводорода в образовавшемся растворе.

43. Карбонат калия смешали с водой в массовом отношении 3 : 5. Найдите массовую долю соли в полученном растворе.

44. Хлорид алюминия смешали с 2%-ным раствором этой соли в массовом отношении 1 : 4. Найдите массовую долю соли в полученным растворе.

45. Бромид магния растворили в 20%-ном растворе этой соли. Найдите массовую долю бромида магния в полученном растворе, учитывая, что масса 20%-ного раствора в 10 раз превышает массу соли.

46. Найдите массовую долю фосфата калия в растворе, полученном из 10%-ного и 40%-ного растворов этой соли, смешанных в массовом отношении 4 : 1.

47. Найдите массовую долю хлороводорода в растворе, полученном при слиянии 30%-ной и 15%-ной соляной кислоты в массовом отношении 1 : 9.

48. В каком массовом отношении необходимо взять хлорид алюминия и его 5%-ный раствор для приготовления 20%-ного раствора этой соли?

49. В каком массовом отношении необходимо взять сульфат натрия и его 3%-ный раствор для приготовления 5%-ного раствора этой соли?

50. В каком массовом отношении необходимо взять карбонат калия и его 20%-ный раствор для приготовления 50%-ного раствора этой соли?

51. В каком массовом отношении следует смешать 10%-ный и 40%-ный растворы серной кислоты для получения 20%-ного раствора этой кислоты?

52. В каком массовом отношении следует смешать 5%-ный и 30%-ный растворы хлорида меди(II) для получения 25%-ного раствора этого вещества?

53. В каком массовом отношении следует смешать 25%-ный и 5%-ный растворы сульфата алюминия для получения 20%-ного раствора этого вещества?

54. При добавлении к 500 мл 8%-ного раствора нитрата меди(II) (плотность раствора 1,07 г/мл) некоторого количества кристаллогидрата $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ был получен 20%-ный раствор нитрата меди(II). Найдите массу растворившегося кристаллогидрата.

55. К 300 г 16%-ного раствора бромида натрия добавили 27,8 г кристаллогидрата этой соли. Массовая доля бромида натрия в получившемся растворе равна 20,93%. Выведите формулу добавленного кристаллогидрата.

56. В каком объеме 10%-ного раствора сульфата железа(II) (плотность раствора 1,05 г/мл) нужно растворить 83,4 г железного купороса, чтобы получить 15%-ный раствор сульфата железа(II)?

57. Растворимость хлорида бария при 20 °C равна 36,2 г. Найдите массовую долю хлорида бария в насыщенном при 20 °C растворе.

58. Растворимость нитрата калия при 60 °C равна 110 г. Найдите массовую долю нитрата калия в насыщенном при 60 °C растворе.

59. Массовая доля карбоната натрия в насыщенном при 80 °C растворе равна 31,03%. Найдите растворимость карбоната натрия при этой температуре.

60. Массовая доля сульфата никеля(II) в насыщенном при 10 °C растворе равна 24,81%. Найдите растворимость сульфата никеля(II) при этой температуре.

61. Растворимость хлороводорода при нормальных условиях равна 87 г. Какой объем хлороводорода необходимо растворить в 800 г воды для получения при нормальных условиях насыщенного раствора?

62. Добавляя при 20 °C к 200 г 10%-ного раствора хлорида бария некоторое количество этой соли, получили насыщенный раствор. Найдите массу добавленной соли, учитывая, что растворимость хлорида бария при 20 °C равна 36,2 г.

63. Через 500 г 30%-ной соляной кислоты при нормальных условиях пропускали хлороводород до образования насыщенного рас-

твора. Найдите объем растворившегося хлороводорода, учитывая, что растворимость этого газа при нормальных условиях равна 82 г.

64. Растворимость нитрата бария при 20°C равна 9 г. Какую массу насыщенного раствора можно приготовить из 72 г нитрата бария при температуре 20°C ?

65. Найдите массы нитрата калия и воды, необходимые для приготовления 1 кг насыщенного раствора при температуре 60°C . (Растворимость нитрата калия при этой температуре равна 110 г.)

66. Растворимость аммиака при нормальных условиях равна 87 г. Найдите объемы аммиака и воды, необходимые для приготовления в этих условиях 10 кг насыщенного раствора аммиака. (Плотность воды считать равной 1 г/мл.)

67. К 200 г 25%-ного раствора нитрата кальция добавили при 25°C некоторое количество нитрата кальция и получили насыщенный раствор. Найдите массу образовавшегося раствора, учитывая, что растворимость нитрата кальция при 25°C равна 138 г.

68. Растворимость нитрата стронция при 15°C равна 61 г. Найдите растворимость тетрагидрата нитрата стронция при этой температуре.

69. Раствор нитрата бария массой 500 г, насыщенный при 60°C , охладили до 20°C . Найдите массу нитрата бария, выпавшего в осадок. (Растворимость этой соли при 20°C равна 9 г, а при 60°C — 20 г.)

70. Раствор нитрата калия массой 200 г, насыщенный при 60°C , охладили до 10°C . Найдите массу нитрата калия, выпавшего в осадок. (Растворимость этой соли при 60°C составляет 110 г, а при 10°C — 21 г.)

71. Хлорид бария массой 26,1 г растворили в воде при температуре 80°C и получили насыщенный раствор. При охлаждении этого раствора до 20°C выпал осадок хлорида бария. Найдите массу осадка, учитывая, что растворимость хлорида бария при 80°C равна 52,2 г, а при 20°C — 36,2 г.

72. Насыщенный при 0°C раствор хлороводорода массой 300 г нагрели до 50°C . Какой объем займет выделившийся хлороводород при давлении 1 атм? (Растворимость хлороводорода при 0°C равна 82 г, а при 50°C — 60 г.)

73. Насыщенный при 80°C раствор сульфата меди(II) массой 400 г охладили до 20°C , в результате чего выпал осадок медного купоро-

са. Найдите массу выпавшего осадка. (Растворимость сульфата меди(II) при 80 °C равна 55 г, а при 20 °C — 20 г.)

74. Насыщенный при 80 °C раствор сульфата цинка массой 250 г охладили до 20 °C, в результате чего выпал осадок кристаллогидрата $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Найдите массу выпавшего осадка. (Растворимость сульфата цинка при 80 °C равна 67 г, а при 20 °C — 54 г.)

75. 100 г кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в воде при 80 °C и получили насыщенный раствор карбоната натрия. При охлаждении этого раствора до 30 °C выпал осадок кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Найдите массу выпавшего осадка. (Растворимость карбоната натрия при 80 °C равна 45 г, а при 30 °C — 40 г.)

76. Насыщенный при 60 °C раствор нитрата калия массой 600 г охладили до 25 °C, в результате чего выпал осадок безводной соли массой 205,7 г. Найдите растворимость нитрата калия при 25 °C. (Растворимость этой соли при 60 °C равна 110 г.)

77. Насыщенный при 90 °C раствор иодата натрия массой 500 г охладили до 25 °C, при этом выпал осадок кристаллогидрата массой 134,2 г. Массовая доля иодата натрия в оставшемся растворе равна 8,68%. Выведите формулу кристаллогидрата. (Растворимость иодата натрия при 90 °C равна 33 г.)

78. Растворимость гидрокарбоната аммония при 10 °C равна 16 г, а при 25 °C равна 25 г. В раствор гидрокарбоната аммония массой 200 г, насыщенный при 25 °C, добавили холодную воду, в результате чего температура понизилась до 10 °C и выпал осадок массой 5 г. Найдите массу добавленной воды.

Тема 6

Классификация химических реакций

Вопросы

1. Какие явления называют химическими реакциями? Чем они отличаются от физических явлений и ядерных реакций?
2. По каким признакам можно классифицировать реакции в неорганической химии?
3. По каким признакам можно классифицировать реакции в органической химии?

4. Как классифицируют химические реакции по числу и составу реагирующих веществ? Приведите примеры реакций различного типа из органической и неорганической химии. Реакции каких типов всегда являются окислительно-восстановительными?
 5. Почему в органической химии иногда относят к реакциям замещения реакции, относящиеся по определению к реакциям обмена? Приведите примеры таких реакций.
 6. Существуют реакции, которые невозможно отнести ни к реакциям соединения, ни к реакциям разложения, ни к реакциям замещения, ни к реакциям обмена. Что это за реакции? Подтвердите свой ответ конкретными примерами.
 7. Какие реакции называют экзо- и эндотермическими? Приведите примеры реакций различного типа из органической и неорганической химии.
 8. Укажите, в каких случаях реакции являются гомогенными, а в каких — гетерогенными:
 - а) газ + газ;
 - б) газ + жидкость;
 - в) газ + твердое вещество;
 - г) жидкость + жидкость;
 - д) жидкость + твердое вещество;
 - е) твердое вещество + твердое вещество.
- Приведите примеры реакций различного типа из органической и неорганической химии.

Упражнения

1. Напишите уравнения реакций соединения, в которые вступают: а) два простых вещества; б) одно простое и одно сложное (неорганическое) вещество; в) одно простое и одно сложное (органическое) вещество; г) два сложных (неорганических) вещества; д) два сложных (органических) вещества; е) одно простое и два сложных вещества. Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?
2. Напишите уравнения реакций разложения, в результате которых образуются: а) два простых вещества; б) одно простое и одно сложное (неорганическое) вещество; в) одно простое и одно сложное (органическое) вещество; г) два сложных (неорганических) вещества.
3. Напишите уравнения реакций соединения, в которые вступают: а) два вещества, каждое из которых содержит кислород; б) три вещества, каждое из которых содержит кислород; в) два вещества, каждое из которых содержит водород; г) два вещества, каждое из

которых содержит хлор; д) два вещества, каждое из которых содержит азот; е) два вещества, каждое из которых содержит углерод; ж) два вещества, каждое из которых содержит серу. Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?

4. Напишите уравнения реакций разложения, в результате которых образуются: а) два вещества, каждое из которых содержит кислород; б) три вещества, каждое из которых содержит кислород; в) два вещества, каждое из которых содержит водород; г) два вещества, каждое из которых содержит хлор; д) два вещества, каждое из которых содержит углерод; е) два вещества, каждое из которых содержит серу. Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?

5. Напишите уравнения реакций соединения, разложения, замещения и обмена, в которые вступает: а) оксид железа(II); б) сульфат железа(II); в) хлорид железа(II); г) ацетилен. Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?

6. Напишите уравнения реакций соединения, разложения, замещения и обмена, в результате которых образуется хлорид натрия. Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?

7. Напишите уравнения реакций соединения, разложения и обмена, в результате которых образуется этиловый спирт. Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?

8. Напишите уравнения следующих реакций: а) взаимодействие натрия с водой; б) взаимодействие оксида натрия с водой; в) взаимодействие сульфида алюминия с водой; г) взаимодействие этилена с водой; д) взаимодействие этилацетата с водой. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

9. Напишите уравнения следующих реакций: а) взаимодействие гидроксида натрия с хлором; б) взаимодействие гидроксида натрия с натрием; в) взаимодействие гидроксида натрия с уксусной кислотой; г) взаимодействие гидроксида натрия с гидроксидом алюминия; д) взаимодействие гидроксида натрия с сульфатом цинка; е) взаимодействие гидроксида натрия с диоксидом углерода. Укажите условия протекания этих реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

10. Напишите уравнения реакций, необходимых для осуществления следующих превращений:

а) цинк \rightarrow оксид цинка \rightarrow сульфат цинка \rightarrow нитрат цинка \rightarrow цинк;

б) медь \rightarrow хлорид меди(II) \rightarrow сульфид меди(II) \rightarrow оксид меди(II) \rightarrow медь.

Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

11. Напишите уравнения реакций, необходимых для осуществления следующих превращений:

а) пропан → пропен → 3-хлорпропен-1 → 1,2,3-трихлорпропан →
→ глицерин;

б) этилацетат → этанол → этаналь → этанол → этен → этан →
→ иодэтан → этан → ацетилен → ацетиленид натрия.

Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

12. Как, не используя реакций замещения, осуществить переход:
натрий → гидроксид натрия?

Напишите уравнения необходимых реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

13. Как, не используя реакций соединения, осуществить переход:
цинк → оксид цинка?

Напишите уравнения необходимых реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

14. Как, не используя реакций разложения, осуществить переход:
этан → водород?

Напишите уравнения необходимых реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

15. Как, не используя реакций замещения, осуществить переход:
ацетат серебра → серебро?

Напишите уравнения необходимых реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

16. Как, не используя реакций замещения, осуществить переход:
магний → сульфат магния?

Напишите уравнения необходимых реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

17. Как, не используя реакций разложения, осуществить переход:
гидроксид алюминия → оксид алюминия?

Напишите уравнения необходимых реакций. Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций.

18. Составьте уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений:

оксид железа(III) $\xrightarrow{1}$ А $\xrightarrow{2}$ В $\xrightarrow{3}$ С $\xrightarrow{4}$ оксид железа(III),
учитывая, что реакция 1 — реакция замещения, реакция 2 — реакция соединения, реакция 3 — реакция обмена и реакция 4 — реакция разложения.

19. Составьте уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений:

этан $\xrightarrow{1}$ А $\xrightarrow{2}$ В $\xrightarrow{3}$ С $\xrightarrow{4}$ D $\xrightarrow{5}$ этан,
учитывая, что реакции 1, 3 и 4 — реакции разложения, а реакции 2 и 5 — реакции соединения.

Термодинамика химических реакций

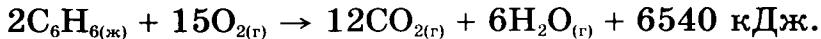
Вопросы

1. Каковы особенности изолированной, закрытой и открытой термодинамических систем?
2. Сформулируйте первое начало термодинамики.
3. Что называют внутренней энергией системы? Из чего она складывается? Каковы основные способы передачи внутренней энергии?
4. Как тепловой эффект химической реакции связан с внутренней энергией исходных веществ и продуктов реакции?
5. Почему химические и фазовые превращения сопровождаются выделением или поглощением энергии?
6. Какие процессы называют изохорными? Какие — изобарными?
7. Какие изменения в системе определяют тепловой эффект изохорного процесса?
8. Какие изменения в системе определяют тепловой эффект изобарного процесса?
9. Что такое энталпия? Как соотносятся тепловой эффект химической реакции и изменение энталпии системы?
10. Сформулируйте понятие «энергия химической связи». Какова размерность этой величины? Как, зная энергию связей в исходных веществах и продуктах реакции, рассчитать тепловой эффект реакции?
11. Что называют стандартным состоянием газообразных, жидких и твердых веществ?
12. Что называют стандартной теплотой образования химического соединения? Какие условия принято называть стандартными? Чему равна теплота образования простого вещества?
13. Сформулируйте закон Гесса. Поясните его суть на примерах химических превращений.
14. Каким образом на основе закона Гесса можно рассчитать тепловой эффект химической реакции?
15. Что является движущей силой протекания эндотермических процессов? Приведите примеры самопроизвольных химических реакций, протекающих с поглощением энергии.
16. Определите, какая величина будет большей для одного и того же количества вещества:
 - а) энтропия метана при 200 °C или энтропия метана при 300 °C;
 - б) энтропия жидкой воды или энтропия паров воды при 100 °C;

- в) энтропия газообразного азота или энтропия хлорида натрия при одинаковой температуре;
- г) сумма энтропий воды и серной кислоты или энтропия водного раствора серной кислоты при той же температуре.
17. Сформулируйте второе начало термодинамики.
18. Каким образом можно определить изменение энтропии в процессе химической реакции?
19. Сформулируйте третье начало термодинамики.
20. Что называют изобарно-изотермическим потенциалом системы? Как возможность протекания реакции в закрытой системе связана с этой термодинамической функцией?
21. Возможно ли определить абсолютное значение энергии Гиббса системы при постоянных давлении и температуре?
22. Возможна ли эндотермическая реакция, протекающая с уменьшением энтропии?
23. Как повышение температуры влияет на протекание химической реакции, сопровождающейся увеличением энтропии?

Задачи

1. При сжигании 5,6 г железа в избытке хлора выделилось 40 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.
2. При гидратации 5,6 л этилена (н. у.) выделилось 11 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.
3. Термохимическое уравнение реакции горения бензола



Какое количество теплоты выделится при сжигании в избытке кислорода бензола массой 7,8 г?

4. Горению черного пороха соответствует термохимическое уравнение
- $$2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} = \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2 + 614 \text{ кДж.}$$

Какое количество теплоты выделится при горении 135 г черного пороха?

5. По термохимическому уравнению



найдите количество теплоты (н. у.), выделяющейся при взрыве смеси 10 л водорода и 4 л кислорода.

6. При образовании 1 моль жидкой воды из простых веществ выделяется 286 кДж теплоты. Найдите количество теплоты, выделяющейся при образовании из простых веществ 1 кг жидкой воды.

7. Тепловой эффект реакции горения ацетилена в кислороде равен 2511 кДж. Какой объем ацетилена необходимо сжечь, чтобы выделилось 2000 МДж теплоты?

8. При стандартных условиях теплота полного сгорания черного фосфора составляет 722,1 кДж/моль, а теплота полного сгорания белого фосфора — 760,1 кДж/моль. Найдите тепловой эффект превращения черного фосфора в белый при стандартных условиях.

9. При стандартных условиях теплота сгорания водорода в кислороде составляет 286,2 кДж/моль, а теплота сгорания водорода в озоне — 333,9 кДж/моль. Найдите теплоту образования кислорода из озона при стандартных условиях.

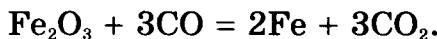
10. При стандартных условиях теплота полного хлорирования алмаза составляет 105,6 кДж/моль, а теплота полного хлорирования графита — 103,3 кДж/моль. Найдите теплоту образования алмаза из графита при стандартных условиях.

11. При стандартных условиях теплота полного бромирования белого фосфора составляет 229,1 кДж/моль, а теплота полного бромирования красного фосфора — 212,3 кДж/моль. Найдите теплоту образования белого фосфора из красного при стандартных условиях.

12. При стандартных условиях теплота сгорания ромбической серы составляет 296,9 кДж/моль, а теплота сгорания моноклинной серы — 297,28 кДж/моль. Найдите теплоту превращения серы моноклинной в серу ромбическую при стандартных условиях.

13. При сгорании 98 г этилена в кислороде выделилось 9877 кДж теплоты. Найдите теплоту образования этилена, учитывая, что стандартная теплота образования углекислого газа составляет 393 кДж/моль, а стандартная теплота образования воды — 286 кДж/моль.

14. Термодинамическая теплота образования оксида железа(III) составляет 822,2 кДж/моль, теплота образования оксида углерода(II) — 110,52 кДж/моль, теплота образования оксида углерода(IV) — 393,5 кДж/моль. Определите тепловой эффект реакции



15. Теплоты образования газообразных аммиака и воды равны соответственно 46,19 и 241,8 кДж/моль. Найдите тепловой эффект реакции горения аммиака в кислороде.

16. Рассчитайте тепловой эффект реакции образования этана из ацетилена по следующим данным: энергия связи $\text{C}\equiv\text{C}$ — 811,7 кДж/моль, энергия связи $\text{C}-\text{C}$ — 347,7 кДж/моль, энергия связи $\text{C}-\text{H}$ — 413,4 кДж/моль, энергия связи $\text{H}-\text{H}$ — 436 кДж/моль.

17. Энергия связи $\text{Xe}-\text{F}$ в тетрафториде ксенона составляет 130 кДж/моль, а энергия связи $\text{F}-\text{F}$ — 158 кДж/моль. Найдите теплоту образования тетрафторида ксенона из простых веществ.

18. При сжигании в кислороде уксусной кислоты выделилось 471,8 кДж теплоты. При этом объем непрореагировавшего кислорода при температуре 40 °С и давлении 104,1 кПа равен 20 л. Найдите массовую долю уксусной кислоты в реакционной смеси, учитывая, что теплоты образования уксусной кислоты, углекислого газа и паров воды равны соответственно 484,2, 393,5 и 241,8 кДж/моль.

19. При сжигании в кислороде паров этилового спирта выделилось 494,2 кДж теплоты. При этом объем непрореагировавшего кислорода при температуре 27 °С и давлении 101,3 кПа равен 19,7 л. Найдите объемную долю кислорода в реакционной смеси, учитывая, что теплоты образования паров этилового спирта, углекислого газа и паров воды равны соответственно 393,5, 241,8 и 277 кДж/моль.

Тема 8

Скорость химических реакций

Вопросы

1. Что изучает химическая кинетика?
2. Что называют скоростью химической реакции?
3. Почему в формуле, определяющей среднюю скорость реакции, иногда ставят знак «минус», а иногда нет?
4. Постоянна ли скорость гомогенной реакции, протекающей в замкнутом объеме при постоянной температуре?
5. Почему формулы, определяющие среднюю скорость реакции, различны для гомогенных и гетерогенных реакций?

6. Что называют энергией активации? От чего зависит эта величина? Можно ли каким-либо образом увеличить или уменьшить энергию активации?
7. Почему закон действующих масс применим не для всех реакций?
8. От чего зависит константа скорости? В чем заключается ее физический смысл? Всегда ли постоянна эта величина?
9. Что такое общий порядок реакции? Как определяют эту величину?
10. Почему общий порядок реакции не всегда совпадает с суммой стехиометрических коэффициентов уравнения реакции?
11. Какую стадию многостадийной реакции называют лимитирующей?
12. Для всех ли химических реакций скорость возрастает с повышением давления? Ответ мотивируйте.
13. Почему в кинетическое уравнение не включают концентрации твердых веществ?
14. Для всех ли химических реакций скорость возрастает с повышением температуры? Ответ мотивируйте.
15. От чего зависит температурный коэффициент реакции? В чем заключается его физический смысл?
16. Что называют катализом?
17. Приведите примеры гомогенного и гетерогенного катализа в неорганической и органической химии.
18. Почему по окончании каталитической реакции катализатор остается неизменным? (Рассмотрите случаи гомогенного и гетерогенного катализа.)
19. Что такое ингибиторы? Какова цель их использования? Приведите примеры применения ингибиторов.

Задачи

1. В сосуде объемом 5 л смешали 6 моль газа А и 5 моль газа В. Через 1 мин 20 с в результате реакции, протекающей по уравнению $A + B = C$, в сосуде образовалось 4 моль газа С. Найдите среднюю скорость реакции.
2. В реакции, протекающей по схеме $A_{(r)} + 2B_{(r)} \rightarrow C_{(r)}$, концентрацию вещества А увеличили в 3 раза, а концентрацию вещества В — в 4 раза. Как изменилась скорость реакции?
3. В реакции, протекающей по схеме $2A_{(r)} + B_{(r)} \rightarrow C_{(r)}$, концентрацию вещества А увеличили в 4 раза, а концентрацию вещества В уменьшили в 2 раза. Как изменилась скорость реакции?

- 4.** В реакции гидрирования пропина до пропана концентрацию пропина увеличили в 15 раз, а концентрацию водорода уменьшили в 2,5 раза. Как изменилась скорость реакции?
- 5.** Как изменится скорость реакции ацетилена с избытком хлороводорода при увеличении давления в реакционной системе в 2 раза?
- 6.** Как изменится скорость реакции синтеза аммиака, если при неизменной температуре уменьшить объем реактора в 6 раз?
- 7.** Как изменится скорость реакции оксида серы(IV) с кислородом при уменьшении давления в реакционной системе в 4 раза?
- 8.** Скорость некоторой реакции при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $0,016\text{ моль/л} \cdot \text{с}$, а при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $0,128\text{ моль/л} \cdot \text{с}$. Найдите температурный коэффициент данной реакции.
- 9.** Скорость некоторой реакции при температуре $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $0,54\text{ моль/л} \cdot \text{с}$. Вычислите скорость этой реакции при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Температурный коэффициент реакции равен 3.)
- 10.** Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, температурный коэффициент которой составляет 2,4, при нагревании реакционной системы на $30\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- 11.** Как изменится скорость химической реакции, температурный коэффициент которой равен 3,2, если охладить реакционную систему от 60 до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- 12.** При температуре $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ реакция заканчивается за 1 ч 20 мин. Какое время потребуется для завершения этой реакции при температуре $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, если ее температурный коэффициент равен 2?
- 13.** На сколько градусов нужно повысить температуру реакции с температурным коэффициентом, равным 3, чтобы скорость реакции увеличилась в 27 раз?
- 14.** При температуре $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ реакция протекает за 50 мин, а при температуре $64\text{ }^{\circ}\text{C}$ — за 8 мин. Найдите температурный коэффициент данной реакции.
- 15.** При температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ реакция протекает за 4 мин. Какое время потребуется для завершения этой реакции при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$? (Температурный коэффициент реакции равен 2.)
- 16.** При повышении температуры реакционной системы от 45 до $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ скорость реакции увеличилась в 12,25 раза. Во сколько раз

увеличится скорость этой реакции при повышении температуры от 65 до 100 °C?

17. При понижении температуры реакционной смеси на 20 °C скорость реакции уменьшилась в 6,5 раза. Как изменится скорость такой реакции при повышении температуры реакционной смеси на 40 °C?

18. Химическая реакция при температуре 20 °C завершается за 1 мин 04 с, а при температуре 40 °C — за 16 с. Сколько времени потребуется для завершения этой реакции при температуре 0 °C?

19. Две химические реакции при температуре 20 °C протекают с одинаковой скоростью. При какой температуре первая реакция будет протекать в 4 раза быстрее, чем вторая, если температурный коэффициент первой реакции равен 4, а температурный коэффициент второй реакции равен 2?

Тема 9

Обратимость химических реакций. Химическое равновесие

Вопросы

1. Какие реакции называют необратимыми?
2. Какие реакции наиболее часто являются необратимыми? Приведите примеры.
3. Какие реакции называют обратимыми?
4. Как изменяется свободная энергия Гиббса в процессе: а) необратимых реакций; б) обратимых реакций?
5. Что такое химическое равновесие?
6. Каков физический смысл константы равновесия?
7. Укажите, какие из перечисленных факторов влияют на константу равновесия: а) температура; б) давление; в) природа реагирующих веществ; г) концентрация реагирующих веществ; д) катализ. Ответ обоснуйте.
8. Почему химическое равновесие называют динамическим?
9. Как формулируют принцип Ле Шателье?
10. Как влияет на химическое равновесие: а) увеличение концентрации исходных веществ; б) уменьшение концентрации продуктов реакции?

11. Существуют ли обратимые реакции с участием газообразных веществ, в которых изменение давления не смещает химическое равновесие? Обоснуйте свой ответ и подтвердите его соответствующими примерами.
12. Как влияет на химическое равновесие охлаждение реакционной смеси?
13. Как катализатор влияет на химическое равновесие?

Упражнения

1. Какие из реакций, схемы которых приведены ниже, являются обратимыми?

- a) $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2;$
- б) $\text{BaCl}_2 + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{ZnCl}_2;$
- в) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO};$
- г) $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$
- д) $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al(OH)}_3 + 3\text{CH}_4;$
- е) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3;$
- ж) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2;$
- з) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{H}_2\text{O};$
- и) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3;$
- к) $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2.$

2. Напишите выражения констант равновесия для обратимых реакций, протекающих по следующим уравнениям:

- а) $\text{N}_{2(r)} + 3\text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(r)}$;
- б) $\text{Zn}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{ZnO}_{(тв)} + \text{H}_{2(r)}$;
- в) $\text{CO}_{(r)} + \text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(r)}$;
- г) $2\text{HI}_{(r)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(r)} + \text{I}_{2(r)}$;
- д) $\text{Cu}_{(тв)} + 2\text{Ag}_{(р-р)} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}_{(р-р)} + 2\text{Ag}_{(тв)}$;
- е) $\text{Ag}^+_{(р-р)} + 2\text{NH}_{3(r)} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]_{(р-р)}^+$;
- ж) $2\text{NO}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(r)}$;
- з) $2\text{CO}_{(r)} + 2\text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(r)} + \text{CO}_{2(r)}$.

3. В каком направлении смеется химическое равновесие в системе



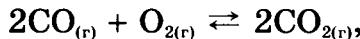
если увеличить концентрацию хлорида железа(II)?

4. В каком направлении смещится химическое равновесие в системе



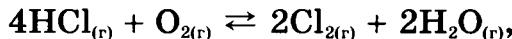
если уменьшить концентрацию гидроксида натрия?

5. В каком направлении смещится химическое равновесие в системе



если увеличить концентрации всех веществ в 2 раза?

6. В каком направлении смещится химическое равновесие в системе



если уменьшить концентрации всех веществ в 3 раза?

7. Укажите, в каком направлении смещится химическое равновесие в системах при увеличении давления.

- a) $\text{Cl}_{2(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{HCl}_{(р-р)} + \text{HClO}_{(р-р)}$;
- б) $\text{C}_{(тв)} + 2\text{N}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(r)} + 2\text{N}_{2(r)}$;
- в) $2\text{ZnS}_{(тв)} + 3\text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{ZnO}_{(тв)} + 2\text{SO}_{2(r)}$;
- г) $\text{NO}_{2(r)} + \text{NO}_{(r)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{3(ж)}$;
- д) $\text{CH}_3-\text{CH}_{3(r)} \rightleftharpoons \text{CH}_2=\text{CH}_{2(r)} + \text{H}_{2(r)}$;
- е) $\text{CH}_2=\text{CH}_{2(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}_{(р-р)}$.

8. Укажите, в каком направлении смещится химическое равновесие в системах при уменьшении давления.

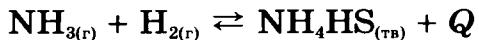
- а) $\text{CaO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(тв)}$;
- б) $2\text{NH}_{3(r)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_{4(ж)} + \text{H}_{2(r)}$;
- в) $\text{I}_{2(r)} + 5\text{CO}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{I}_{2}\text{O}_{5(тв)} + 5\text{CO}_{(r)}$;
- г) $3\text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{O}_{3(r)}$;
- д) $\text{NH}_{3(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(р-р)}$;
- е) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(ж)} + \text{CH}_3\text{OH}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_{3(ж)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$.

9. В каком направлении смещится химическое равновесие в системе



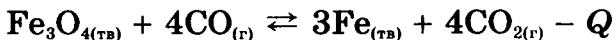
а) при нагревании; б) при увеличении давления?

10. В каком направлении смещится химическое равновесие в системе



а) при нагревании; б) при уменьшении давления?

11. В каком направлении смеется химическое равновесие в системе



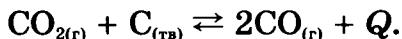
а) при охлаждении; б) при увеличении давления?

12. В каком направлении смеется химическое равновесие в системе

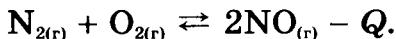


а) при охлаждении; б) при уменьшении давления?

13. Укажите все возможные способы смещения химического равновесия в сторону образования оксида углерода(II) в системе



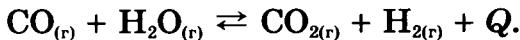
14. Укажите все возможные способы смещения химического равновесия в сторону образования оксида азота(II) в системе



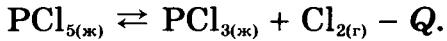
15. Укажите все возможные способы смещения химического равновесия в сторону образования карбоната бария в системе



16. Укажите все возможные способы смещения химического равновесия в сторону образования углекислого газа в системе



17. Укажите все возможные способы смещения химического равновесия в сторону образования хлорида фосфора(V) в системе

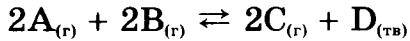


18. В каком направлении смеется химическое равновесие в системе



при увеличении давления в 3 раза и нагревании на 20 °C? (Температурные коэффициенты прямой и обратной реакций равны соответственно 2 и 3.)

19. В каком направлении смеется химическое равновесие в системе



при уменьшении давления в 4 раза и охлаждении на 40 °С? (Температурные коэффициенты прямой и обратной реакций равны соответственно 2,2 и 3,4.)

20. В каких из приведенных реакций нагревание приведет к смещению химического равновесия в том же направлении, что и уменьшение давления?

- а) $2\text{CO}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(r)} + Q;$
- б) $\text{H}_{2(r)} + \text{I}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(l)} - Q;$
- в) $\text{C}_3\text{H}_{8(r)} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_{6(r)} - Q;$
- г) $\text{ZnO}_{(тв)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{Zn}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} - Q.$

Задачи

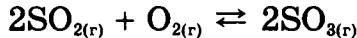
1. В закрытом сосуде происходит разложение фосгена по уравнению



Химическое равновесие установилось, когда 50% фосгена разложилось. Во сколько раз изменилось давление в сосуде по сравнению с первоначальным?

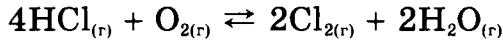
2. В сосуде объемом 5 л при температуре 27 °С находилось 36 г озона и 80 г кислорода. Химическое равновесие установилось, когда 80% озона превратилось в кислород. Вычислите давление в сосуде при состоянии химического равновесия.

3. Химическое равновесие в системе



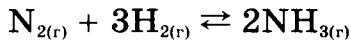
установилось при равновесных концентрациях: $[\text{SO}_2] = 0,2$ моль/л, $[\text{SO}_3] = 0,3$ моль/л и $[\text{O}_2] = 0,1$ моль/л. Найдите исходные концентрации оксида серы(IV) и кислорода.

4. Химическое равновесие в системе



установилось при равновесных концентрациях: $[\text{HCl}] = 0,4$ моль/л, $[\text{O}_2] = 0,15$ моль/л и $[\text{Cl}_2] = 0,6$ моль/л. Найдите исходные концентрации хлороводорода и кислорода.

5. Химическое равновесие в системе



установилось при равновесных концентрациях: $[N_2] = 0,3$ моль/л, $[H_2] = 0,5$ моль/л и $[NH_3] = 0,4$ моль/л. Найдите исходные концентрации азота и водорода.

6. Константа равновесия реакции, протекающей по уравнению



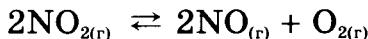
равна 0,49. Найдите равновесные концентрации углекислого и угарного газов, учитывая, что исходные концентрации углекислого газа и водорода были равны 2 моль/л.

7. К моменту установления химического равновесия в системе



60% аммиака разложилось. Найдите относительную плотность равновесной газовой смеси по воздуху.

8. К моменту установления химического равновесия в системе



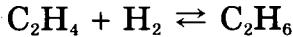
40% оксида азота(IV) разложилось. Найдите относительную плотность равновесной газовой смеси по водороду.

9. При разложении оксида серы(VI) установилось химическое равновесие



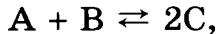
Относительная плотность по водороду полученной газовой смеси равна 32. Какая часть оксида серы(VI) разложилась к моменту установления химического равновесия?

10. Объем равновесной газовой смеси в системе



меньше объема исходной газовой смеси в 1,2 раза. Найдите объемные доли газов в равновесной системе, учитывая, что объемные доли газов в исходной смеси были равны.

11. Исходные концентрации реагирующих веществ в реакции, протекающей по уравнению



равны 1 моль/л. Равновесная концентрация вещества С равна 1,5 моль/л. Найдите константу равновесия этой реакции.

Тема 10

Электролитическая диссоциация

Вопросы

1. Почему электролиты, растворяясь в воде, создают большее осмотическое давление, чем неэлектролиты?
2. Сравните температуры замерзания водных растворов этилового спирта и этилата натрия (концентрация растворов одинакова). Объясните причину различия температур замерзания растворов.
3. Что называют электролитической диссоциацией? Какая зависимость существует между способностью вещества к электролитической диссоциации и строением вещества?
4. Почему ионы могут существовать продолжительное время в водном растворе?
5. Почему при гидратации ионов выделяется энергия?
6. Может ли степень электролитической диссоциации быть равной нулю?
7. Может ли степень электролитической диссоциации быть равной 100%?
8. Может ли являться сильным электролитом малорастворимое вещество?
9. От чего зависит степень электролитической диссоциации?
10. От чего зависит константа электролитической диссоциации?
11. Почему для количественной оценки силы электролита используют не степень диссоциации, а константу диссоциации?
12. Как связаны степень и константа электролитической диссоциации?
13. Как зависит степень электролитической диссоциации электролита от природы растворителя?
14. Почему при разбавлении раствора электролита степень электролитической диссоциации увеличивается?
15. Как степень электролитической диссоциации зависит от температуры раствора? Объясните причины такой зависимости.
16. Почему при ступенчатой электролитической диссоциации константа диссоциации по каждой следующей ступени меньше, чем по предыдущей?
17. Как изменится степень диссоциации уксусной кислоты в водном растворе при: а) разбавлении раствора; б) охлаждении раствора; в) добавлении в раствор ацетата натрия; г) добавлении в раствор соляной кислоты; д) добавлении в раствор гидроксида натрия?
18. В каком из растворов одинаковой концентрации содержится больше ацетат-анионов — в растворе ацетата натрия, уксус-

ной кислоты, ацетата бария или ацетата хрома(III)? Ответ мотивируйте.

19. Что называют произведением растворимости малорастворимого электролита? От чего зависит эта величина?
20. Чему равны валентность и степень окисления атома кислорода в катионе гидроксония? Охарактеризуйте электронное и пространственное строение этой частицы.
21. Что такое водородный показатель? В каких пределах изменяется эта величина?
22. Как изменится концентрация катионов водорода в водном растворе при увеличении содержания гидроксид-ионов?
23. Каковы общие свойства растворов кислот? Чем они обусловлены?
24. Каковы общие свойства растворов щелочей? Чем они обусловлены?
25. В каком случае реакция ионного обмена между сильными электролитами невозможна?
26. Почему сильные кислоты и основания способны в реакциях вытеснять более слабые? Приведите примеры таких реакций. Могут ли эти процессы пойти в обратном направлении?

Упражнения

1. Напишите уравнения электролитической диссоциации следующих электролитов: а) гидроксид лития; б) гидроксид стронция; в) нитрат бария; г) ортофосфат калия; д) сульфат железа(III); е) дихромат аммония; ж) дифосфат натрия; з) ацетат магния.

2. Напишите уравнения ступенчатой электролитической диссоциации следующих кислот: а) сернистая; б) ортофосфорная; в) дифосфорная. Для каждой ступени напишите выражение константы диссоциации.

3. Сравните константы диссоциации сероводородной и соляной кислот. Ответ мотивируйте.

4. Сравните константы диссоциации гидроксидов лития и натрия. Ответ мотивируйте.

5. Сравните константы диссоциации гидроксидов магния и натрия. Ответ мотивируйте.

6. Сравните константы диссоциации сероводородной и сelenово-дородной кислот. Ответ мотивируйте.

7. Сравните константы диссоциации сернистой и серной кислот. Ответ мотивируйте.

8. Сравните константы диссоциации азотной и азотистой кислот. Ответ мотивируйте.

9. Как изменяется константа диссоциации в ряду следующих кислот: HClO , HClO_2 , HClO_3 , HClO_4 ? В чем причины такого изменения константы диссоциации?

10. Как изменяется константа диссоциации в ряду следующих кислот: ортокремниевая, ортофосфорная, серная, хлорная? В чем причины такого изменения константы диссоциации?

11. Как изменяется константа диссоциации в ряду следующих кислот: фтороводородная, хлороводородная, бромоводородная, иодоводородная? В чем причины такого изменения константы диссоциации?

12. Как изменяется константа диссоциации в ряду следующих кислот: муравьиная, уксусная, пропионовая? В чем причины такого изменения константы диссоциации?

13. Как изменяется константа диссоциации в ряду следующих кислот: уксусная, хлоруксусная, трихлоруксусная? В чем причины такого изменения константы диссоциации?

14. Выберите из предложенных реакций ионного обмена реакции, идущие до конца. Напишите уравнения возможных реакций в молекулярном и ионном виде.

- a) $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- б) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- в) $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \dots$
- г) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$
- д) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \dots$
- е) $\text{NaOH} + \text{BaCl}_2 \rightarrow \dots$
- ж) $\text{H}_2\text{S} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \dots$
- з) $\text{CuCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
- и) $\text{MgCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \dots$
- к) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- л) $\text{FeS} + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- м) $\text{MnSO}_4 + \text{FeCl}_3 \rightarrow \dots$
- н) $\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- о) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$
- п) $\text{BaSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
- р) $[\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Br} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$

15. Закончите сокращенные ионные уравнения реакций. Составьте молекулярные уравнения реакций, соответствующие полученным ионным уравнениям.

- а) $\text{MgO} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$
- б) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \dots$
- в) $\text{OH}^- + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \dots$
- г) $\text{SO}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \dots$
- д) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{OH}^- \rightarrow \dots$

- е) $\text{Al}^{3+} + \text{OH}^- \rightarrow \dots$
 ж) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \dots$
 з) $\text{H}_2\text{S} + \text{OH}^- \rightarrow \dots$
 и) $\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \dots$
 к) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \dots$
 л) $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \dots$
 м) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SiO}_3^{2-} \rightarrow \dots$
 н) $\text{PO}_4^{3-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \dots$
 о) $\text{I}^- + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \dots$
 п) $\text{S}^{2-} + \text{Ag}^+ \rightarrow \dots$

16. Вставьте пропущенные формулы в сокращенные ионные уравнения.

- а) $\dots + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\dots + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
 в) $\text{OH}^- + \dots \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HgO}$
 г) $\dots + \dots \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Ag}_2\text{O}$
 д) $\dots + \dots \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 е) $\dots + \dots \rightarrow \text{CaCO}_3$
 ж) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SiO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \dots$

17. Составьте полные и сокращенные уравнения реакций ионного обмена, в результате которых выпадают в осадок следующие вещества: а) ортофосфат магния; б) сульфид меди(II); в) гидроксид железа(III); г) иодид свинца(II); д) кремниевая кислота; е) фторид магния.

18. Составьте полные и сокращенные уравнения реакций ионного обмена, в результате которых образуются следующие газы: а) сероводород; б) оксид серы(IV); в) углекислый газ.

Задачи

1. В 1 л раствора нитрата магния содержится 5,58 г нитрат-анионов. Найдите молярную концентрацию соли в растворе.

2. Степень диссоциации фтороводорода равна 9%. Найдите общее число ионов, содержащихся в водном растворе, полученном при растворении 3,36 л фтороводорода (н. у.) в 200 мл воды. (Диссоциацией воды можно пренебречь.)

3. Один литр одномолярного раствора фтороводородной кислоты при определенных условиях содержит $6,56 \cdot 10^{23}$ катионов, анионов и недиссоциированных молекул. Найдите степень диссоциации фтороводорода в этом растворе.

4. При 25°C концентрация гидроксид-анионов в водном растворе некоторого вещества равна $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Чему равна концентрация катионов водорода в этом растворе?

5. При определенных условиях величина рН раствора соляной кислоты равна 4. Найдите концентрацию гидроксид-анионов в этом растворе.

6. При 25°C константа диссоциации хлорноватистой кислоты равна $2,8 \cdot 10^{-8}$. Найдите степень диссоциации кислоты в растворе с концентрацией 0,01 моль/л.

7. В 500 мл фтороводородной кислоты содержится 1 г растворенного вещества. Найдите константу диссоциации кислоты, учитывая, что при данных условиях степень ее диссоциации равна 8%.

8. Произведение растворимости хлорида серебра при 25°C равно $1,7 \cdot 10^{-10}$. Вычислите концентрацию этой соли в растворе, насыщенном при данной температуре.

9. Произведение растворимости хлорида свинца(II) при 25°C равно $2 \cdot 10^{-5}$. Вычислите концентрацию этой соли в растворе, насыщенном при данной температуре.

Тема 11

Гидролиз

Вопросы

- Почему прямой перевод термина «гидролиз» — разложение водой нельзя считать корректным определением гидролиза?
- Почему растворимые соли щелочных и щелочно-земельных металлов не гидролизуются по катиону?
- Почему растворимые соли сильных кислот не гидролизуются по аниону?
- В какую сторону при обычных условиях смещено равновесие в следующих системах:

- а) $S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$;
 б) $C_2H_5O^- + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH + OH^-$;
 в) $SiO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSiO_3^- + OH^-$;
 г) $Fe^{3+} + H_2O \rightleftharpoons FeOH^{2+} + H^+$?

Ответ мотивируйте.

5. Может ли раствор основной соли иметь кислотную реакцию среды?
6. Может ли раствор кислой соли иметь щелочную реакцию среды?
7. Почему каждая следующая ступень гидролиза идет в меньшей степени, чем предыдущая?
8. Какая из солей при одинаковых температуре и концентрации гидролизуется в большей степени — сульфит натрия или гидросульфит натрия? Ответ мотивируйте.
9. Какая из солей при одинаковых температуре и концентрации гидролизуется в большей степени — фосфат калия или гидрофосфат калия? Ответ мотивируйте.
10. Какая из солей при одинаковых температуре и концентрации гидролизуется в большей степени — этилат натрия, формиат натрия или ацетат натрия? Ответ мотивируйте.
11. Почему при длительном хранении водный раствор хлорида железа(III) мутнеет?
12. От чего зависит реакция среды водного раствора соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой?
13. Почему сульфид алюминия невозможно получить реакцией ионного обмена в водном растворе? Какие еще соли обладают такой же особенностью?
14. Какими способами можно усилить гидролиз сульфита калия?
15. Какими способами можно усилить гидролиз сульфата меди(II)?
16. Какими способами можно подавить гидролиз фосфата натрия?
17. Какими способами можно подавить гидролиз нитрата алюминия?
18. Почему гидролиз бромэтана проводят в щелочной среде?
19. Напишите формулы и названия веществ, которые образуются при полном гидролизе следующих веществ: а) АТФ; б) ДНК; в) РНК.
20. Почему в органическом синтезе в качестве растворителей часто используют абсолютный спирт, абсолютный эфир и т. п.?
21. Какова роль гидролиза органических соединений в растительных и животных организмах? Подтвердите ответ конкретными примерами.

Упражнения

1. Не составляя уравнений гидролиза, определите, растворы каких из перечисленных солей имеют нейтральную среду: нитрат бария, ацетат кальция, бромид лития, сульфат цинка, фторид калия, иодид натрия.

2. Не составляя уравнений гидролиза, определите, растворы каких из перечисленных солей имеют кислотную среду: перхлорат калия, хлорид железа(II), нитрат аммония, цианид натрия, формиат натрия, сульфат железа(III).

3. Не составляя уравнений гидролиза, определите, растворы каких из перечисленных солей имеют щелочную среду: хлорид цинка, карбонат лития, сульфат алюминия, метилат калия, иодид бария, фосфат натрия.

4. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций гидролиза следующих солей: а) карбонат калия; б) фосфат натрия; в) фторид натрия; г) сульфид бария; д) фенолят натрия; е) ацетат калия.

5. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций гидролиза следующих солей: а) гидрокарбонат натрия; б) гидросульфид натрия; в) гидрофосфат калия.

6. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций гидролиза следующих солей: а) хлорид магния; б) нитрат цинка; в) бромид железа(III); г) сульфат алюминия; д) сульфат аммония.

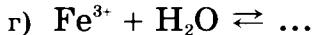
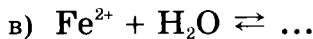
7. Закончите ионные уравнения реакций, соответствующих следующим схемам:

- а) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- б) $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- в) $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- г) $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- е) $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- ж) $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- з) $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- и) $\text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$

Составьте молекулярные уравнения реакций, соответствующих полученным ионным уравнениям.

8. Закончите ионные уравнения реакций, соответствующих следующим схемам:

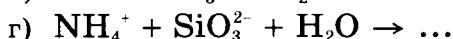
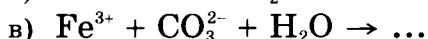
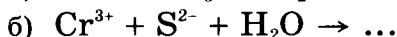
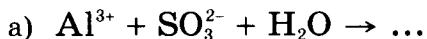
- а) $\text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$
- б) $\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots$



Составьте молекулярные уравнения реакций, соответствующие полученным ионным уравнениям.

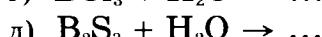
9. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, протекающих при смешивании водных растворов: а) сульфата алюминия и карбоната натрия; б) сульфита калия и нитрата хрома(III); в) силиката натрия и сульфата аммония; г) нитрата железа(III) и сульфида лития.

10. Закончите ионные уравнения реакций, соответствующих следующим схемам:



11. Напишите уравнения гидролиза следующих бинарных соединений: а) гидрид кальция; б) карбид натрия; в) карбид бериллия; г) нитрид магния; д) нитрид лития; е) фосфид бария; ж) силицид магния.

12. Закончите уравнения реакций, соответствующих следующим схемам:



13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) нитрид натрия \rightarrow аммиак;

б) карбид кальция \rightarrow гидроксид кальция;

в) бромид фосфора(III) \rightarrow фосфин;

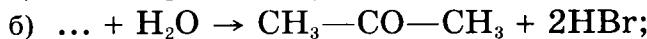
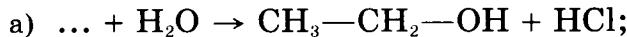
г) бромид фосфора(V) \rightarrow ортофосфорная кислота;

д) сульфид фосфора(V) \rightarrow сероводород;

е) иодид бора(III) \rightarrow гидроксид бора(III);

ж) хлорид кремния(IV) \rightarrow хлороводород.

14. Вставьте пропущенные формулы в уравнения реакций, соответствующих следующим схемам:



- г) ... + $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 3\text{HCl}$;
 д) ... + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{—CHO} + 2\text{HBr}$;
 е) ... + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCl}$;
 ж) ... + $3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{OH—CHON—CH}_2\text{OH} + 3\text{HCl}$;
 з) ... + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOH}$;
 и) ... + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{N—CH}_2\text{—COOH} +$
 + $\text{H}_2\text{N—CH(CH}_3\text{)—COOH}$;
 к) ... + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{—CHON—CH}_3$;
 л) ... + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{MgOHBr}$.

Какие из этих реакций являются обратимыми? Предложите способы смещения равновесия в этих реакциях в сторону образования продуктов гидролиза.

15. Напишите уравнения реакций, происходящих при действии избытка воды на данные органические вещества: а) 2-бромпропан; б) 1,2-дихлорбутан; в) 2,2-дихлорбутан; г) ацетамид; д) этилформиат; е) хлорангидрид пропионовой кислоты; ж) уксусный ангидрид; з) аланил-аланин. Укажите условия протекания этих реакций; назовите их продукты.

16. Как с помощью одного реагента распознать водные растворы сульфата натрия, сульфата алюминия и сульфита натрия? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Тема 12

Окислительно-восстановительные реакции

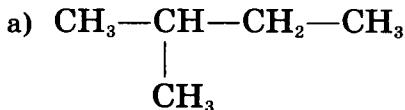
Вопросы

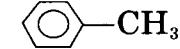
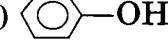
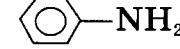
1. Какие реакции называют окислительно-восстановительными?
2. Что такое степень окисления?
3. В каких случаях степень окисления численно не совпадает с валентностью элемента? Приведите примеры простых веществ и химических соединений.
4. В каких случаях степень окисления атома в химическом соединении может быть равной нулю? Приведите примеры.
5. Может ли атом металла проявлять окислительные свойства? Мотивируйте ответ и подтвердите его конкретными примерами.

6. Может ли атом фтора проявлять восстановительные свойства? Мотивируйте ответ.
7. Как изменяются восстановительные свойства галогенид-анионов от фторид-аниона к иодид-аниону? Мотивируйте ответ и подтвердите его конкретными примерами.
8. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства атомов серы в ряду: S_{-2} , S_0 , S^{+4} , S^{+6} ? Мотивируйте ответ и подтвердите его конкретными примерами.
9. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства атомов азота в ряду: N_{-3} , N_0 , N^{+2} , N^{+5} ? Мотивируйте ответ и подтвердите его конкретными примерами.
10. Чем обусловлен дуализм окислительно-восстановительных свойств: а) хлора; б) оксида железа(II); в) аммиака; г) хлороводорода; д) оксида серы(IV); е) пропионовой кислоты? Мотивируйте ответ и подтвердите его конкретными примерами.
11. В каких случаях реакции разложения являются окислительно-восстановительными? Подтвердите ответ примерами химических реакций.
12. В каких случаях реакции соединения являются окислительно-восстановительными? Подтвердите ответ примерами химических реакций.
13. В каких случаях реакции замещения являются окислительно-восстановительными? Подтвердите ответ примерами химических реакций.
14. В каких случаях реакции, протекающие без изменения состава вещества, являются окислительно-восстановительными? Подтвердите ответ примерами химических реакций.
15. Что общего и в чем различия реакций внутримолекулярного окисления-восстановления и диспропорционирования?

Упражнения

1. Вычислите степени окисления элементов в следующих веществах: NH_4NO_2 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$.
2. Вычислите степени окисления элементов в следующих ионах: MnO_4^{2-} , MnO_4^- , $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^-$, $\text{H}_2\text{IO}_6^{3-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$.
3. Вычислите степени окисления каждого атома углерода в следующих веществах:



- б) $(\text{CH}_3)_2-\text{C}\equiv\text{CH}$
 в) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
 г) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 д) 
 е) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$
 ж) 
 з) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$
 и) CH_3-COOH
 к) $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 л) 

4. Выберите межмолекулярные окислительно-восстановительные реакции среди реакций, протекающих по следующим схемам:

- а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{S} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 б) $\text{HBrO} \rightarrow \text{HBrO}_3 + \text{HBr}$;
 в) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NH}_4\text{HS}$;
 г) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$;
 д) $\text{NO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2$;
 е) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$;
 ж) $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SO}_2$.

5. Выберите внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции среди реакций, протекающих по следующим схемам:

- а) $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{O}_2$;
 б) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 + \text{KCl}$;
 в) $\text{NaBrO}_3 \rightarrow \text{NaBr} + \text{O}_2$;
 г) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2$;
 д) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{NO}_2$;
 е) $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 + \text{NO}$;
 ж) $\text{Ba}_3\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3$;
 з) $\text{CuCl} + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}[\text{CuCl}_2]$.

6. Выберите реакции диспропорционирования среди реакций, протекающих по следующим схемам:

- а) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO};$
 б) $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2;$
 в) $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2;$
 г) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 + \text{CO};$
 д) $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4;$
 е) $\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2;$
 ж) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4.$

7. Расставьте коэффициенты в схемах реакций методом электронного баланса.

- а) $\text{KClO}_3 + \text{P} \rightarrow \text{KCl} + \text{P}_2\text{O}_5;$
 б) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2;$
 в) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O};$
 г) $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O};$
 д) $\text{PbO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4;$
 е) $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3;$
 ж) $\text{Na} + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O};$
 з) $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2.$

8. Расставьте коэффициенты в схемах реакций методом электронного баланса.

- а) $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2;$
 б) $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2;$
 в) $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2;$
 г) $\text{SO}_2 + \text{F}_2 \rightarrow \text{SF}_6 + \text{O}_2;$
 д) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2.$

9. Расставьте коэффициенты в схемах реакций методом электронного баланса.

- а) $\text{KClO}_3 + \text{KNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KCl};$
 б) $\text{I}_2 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AgIO}_3 + \text{AgI} + \text{HNO}_3;$
 в) $\text{KCrO}_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O};$
 г) $\text{Au} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AuCl}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O};$
 д) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O};$
 е) $\text{P} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O};$
 ж) $\text{Cl}_2 + \text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl};$
 з) $\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}.$

10. Расставьте коэффициенты в схемах реакций диспропорционирования методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{ClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO}_3 + \text{HClO}_4$;
- г) $\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4$;
- е) $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{HgCl}_2$;
- ж) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3$.

11. Расставьте коэффициенты в схемах реакций методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{KMnO}_4 + \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCHO} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{HOOC—COOH} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2\text{OH—CH}_2\text{OH} + \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HOOC—COOH} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- е) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{KBr} + \text{NaOH}$.

12. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{MnO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
- б) $\text{I}_2 + \text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- в) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \dots$
- г) $\text{KClO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$
- д) $\text{Zn} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AsH}_3 + \dots$
- е) $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Zn} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \dots$
- ж) $\text{HI} + \text{SbCl}_5 \rightarrow \text{SbCl}_3 + \dots$
- з) $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
- и) $\text{Zn} + \text{NaNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \dots$

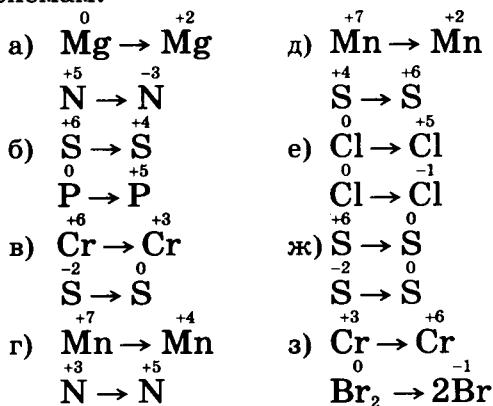
13. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

- а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 б) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
 в) $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 г) $\text{KClO}_3 + \text{Zn} + \text{KOH} \rightarrow \dots$
 д) $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots$
 е) $\text{FeSO}_4 + \text{HBrO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 ж) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$
 з) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$

14. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
 б) $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
 в) $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 г) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \dots \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
 д) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \dots \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$
 е) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$

15. Завершите электронные балансы, соответствующие следующим схемам:



Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций, соответствующих этим электронным балансам.

16. Завершите электронно-ионные балансы. Составьте уравнения соответствующих окислительно-восстановительных реакций.

- а) $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O};$

- 6) $\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$;
- в) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cr}^{3+}$
 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$;
- г) $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}^+$
 $\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+$
 $\text{BiO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Bi}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$;
- е) $\text{MnO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{OH}^-$;
- ж) $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2$
 $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{OH}^-$;
- з) $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+}$
 $\text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.

17. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций, соответствующих данным ионным схемам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{Cl}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^-$;
- б) $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{F}^- + \text{O}_2$;
- в) $\text{P}_4 + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{PH}_3$;
- г) $\text{ClO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- + \text{ClO}_3^-$;
- д) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{H}_2$;
- е) $\text{ClO}^- + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{Sn}^{4+}$;
- ж) $\text{IO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{IO}_4^- + \text{Cl}^-$;
- з) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cr}^{3+}$.

18. Определите, какие из приведенных уравнений соответствуют реакциям, способным протекать самопроизвольно.

- а) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HI} = \text{I}_2 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $2\text{KBr} + \text{PbO}_2 + 4\text{HNO}_3 = \text{Br}_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{Sn} + \text{H}_3\text{PO}_4$;
- г) $2\text{KI} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$;
- д) $2\text{KBr} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{KCl}$;
- е) $\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$.

19. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- a) $\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$; e) $\text{PH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$;
- б) $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$; ж) $\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
- в) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$; з) $\text{CrO}_3 \rightarrow \text{CrCl}_3$;
- г) $\text{CuI} \rightarrow \text{CuSO}_4$; и) $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2$.
- д) $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$;

Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

20. Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) ацетилен \rightarrow щавелевая кислота;
- б) пропен \rightarrow пропандиол-1,2;
- в) уксусный альдегид \rightarrow уксусная кислота;
- г) ацетон \rightarrow изопропиловый спирт;
- д) бутен-2 \rightarrow уксусная кислота;
- е) метиловый спирт \rightarrow муравьиная кислота;
- ж) нитробензол \rightarrow анилин;
- з) толуол \rightarrow бензальдегид;
- и) этилбензол \rightarrow бензойная кислота.

Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

Тема 13

Электрохимические процессы

Вопросы

1. Что называют электролизом?
2. Каковы основные отличия электролиза от обычных окислительно-восстановительных реакций?
3. Для чего в электролизерах иногда применяют диафрагму?
4. Какой процесс в первую очередь будет происходить на инертном катоде при пропускании постоянного электрического тока через водный раствор, содержащий катионы Zn^{2+} , Pb^{2+} и Ag^+ ? Ответ обоснуйте.
5. Какой процесс в первую очередь будет происходить на инертном аноде при пропускании постоянного электрического тока

- через водный раствор, содержащий анионы Cl^- , I^- и F^- ? Ответ обоснуйте.
6. Как изменится окраска фенолфталеина в катодном и анодном пространстве при электролизе водного раствора: а) бромида натрия; б) фторида калия?
 7. Как изменится окраска лакмуса в катодном и анодном пространстве при электролизе водного раствора: а) хлорида бария; б) нитрата серебра?
 8. От каких факторов зависит количество вещества, выделяющегося на электроде при электролизе?
 9. За счет чего на границе раздела металл — раствор возникает двойной электрический слой?
 10. От чего зависит величина потенциала двойного электрического слоя?
 11. Что называют водородным электродом?
 12. Какой из металлов является катодом в гальваническом элементе, состоящем из медной и цинковой пластин, погруженных соответственно в растворы сульфатов меди(II) и цинка?
 13. Какие химические процессы используют для электрохимического рафинирования металлов? Какие металлы очищают этим методом?
 14. Чем различаются процессы химической и электрохимической коррозии?
 15. На чем основан протекторный способ защиты от коррозии?
 16. В чем заключается основное преимущество аккумулятора по сравнению с сухим гальваническим элементом?

Упражнения

1. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения электролиза расплавов следующих веществ (электроды инертные): а) хлорид меди(II); б) бромид кальция; в) гидроксид калия; г) гидроксид стронция. Составьте уравнения процессов, протекающих на электродах.
2. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения электролиза водных растворов следующих веществ (электроды инертные): а) хлорид бария; б) бромид алюминия; в) сульфид натрия; г) хлорид меди(II). Составьте уравнения процессов, протекающих на электродах.
3. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения электролиза водных растворов следующих веществ (электроды инертные): а) сульфат меди(II); б) нитрат ртути(II); в) фторид серебра. Составьте уравнения процессов, протекающих на электродах.
4. Напишите уравнения электролиза водных растворов следующих веществ (электроды инертные): а) нитрат бария; б) сульфат алюминия; в) фосфат натрия.

5. Составьте уравнения процессов, протекающих на электродах, при электролизе водных растворов следующих веществ: а) сульфат цинка; б) нитрат свинца(II).

6. Составьте уравнения процессов, протекающих на электродах, при электролизе водных растворов следующих веществ: а) сульфат алюминия; б) фосфат калия; в) карбонат натрия. Напишите суммарные уравнения электролиза этих растворов с использованием диафрагмы и без использования диафрагмы.

7. Составьте суммарные уравнения электролиза, соответствующие следующим ионным уравнениям:

- а) $2\text{K}^+ + 2\text{Cl}^- = 2\text{K} + \text{Cl}_2;$
- б) $2\text{Br}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{OH}^-;$
- в) $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{S} + 2\text{OH}^-;$
- г) $2\text{Hg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Hg} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+;$
- д) $4\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^-;$
- е) $4\text{K}^+ + 4\text{OH}^- = 4\text{K} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$
- ж) $\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{CO}_2.$

Укажите, в каких из предложенных процессов необходима диафрагма.

Задачи

1. При полном электролизе 1 кг водного раствора нитрата меди(II) (электроды инертные)¹ на аноде выделилось 3,36 л газа (н. у.). Найдите массовую долю соли в исходном растворе.

2. При электролизе водного раствора хлорида цинка на катоде выделился цинк массой 15,6 г, а на аноде — хлор, занимающий при нормальных условиях объем 6,72 л. Найдите выход цинка, считая выход хлора равным 100%.

3. При электролизе водного раствора хлорида калия на катоде выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 4,48 л. Найдите массу 36,5%-ной соляной кислоты, необходимой для нейтрализации полученного в электролизере раствора.

4. При электролизе 30%-ного раствора хлорида натрия массой 500 г на катоде выделилось 50 л газа. Какая часть соли (в %) не подверглась электролизу?

¹ В дальнейшем, если характер электродов не указан, их следует считать инертными.

5. При электролизе расплава хлорида меди(II) на катоде выделилась медь массой 12,8 г. При какой температуре проводили процесс, если при давлении 1 атм на аноде был получен хлор объемом 5,366 л?

6. Через водный раствор хлорида магния в течение двух часов пропускали постоянный ток силой 1,25 А. Найдите массы продуктов электролиза.

7. Через водный раствор серной кислоты в течение 30 мин пропускали постоянный ток силой 5 А. Найдите объем газа, выделившегося на аноде.

8. При пропускании постоянного тока силой 8,04 А через водный раствор сульфата никеля(II) на катоде образовался металл массой 5,87 г. В течение какого времени проводили электролиз?

9. При пропускании постоянного тока через водный раствор сульфата меди(II) (электроды медные) за 15 мин масса анода уменьшилась на 1,6 г. Найдите силу тока.

10. При электролизе водного раствора хлорида калия образовался гидроксид калия массой 22,4 г. Найдите массу воды, которая получится при сжигании выделившегося водорода.

11. Хлорид натрия массой 23,4 г растворили в 200 г воды. Через раствор пропустили постоянный электрический ток, который выключили, когда объем газа, полученного на аноде, был равен 1,12 л. Найдите массовую долю хлорида натрия в растворе после прекращения электролиза.

12. Через водный раствор сульфата меди(II) массой 400 г с массовой долей соли 20% в течение некоторого времени пропускали постоянный ток. Ток выключили, когда на аноде выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 4,48 л. Найдите массовые доли веществ, содержащихся в растворе после выключения тока.

13. Через водный раствор хлорида калия массой 600 г с массовой долей соли 10% в течение некоторого времени пропускали постоянный ток. Ток выключили, когда на катоде выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 5,6 л. Найдите массовые доли веществ, содержащихся в растворе после выключения тока.

14. Через водный раствор сульфата натрия массой 500 г с массовой долей соли 5% в течение некоторого времени пропускали постоянный ток. Ток выключили, когда на аноде выделился газ, занима-

ющий при нормальных условиях объем 56 л. Найдите массовую долю сульфата натрия, содержащегося в растворе после выключения тока.

15. Через водный раствор ортофосфата калия массой 300 г с массовой долей соли 30% в течение некоторого времени пропускали постоянный ток. Ток выключили, когда суммарный объем газов, образовавшихся при электролизе, составил 33,6 л (температура 27 °C, давление 1,2 атм). Найдите массовую долю ортофосфата калия, содержащегося в растворе после выключения тока.

16. Через 200 г 5%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали постоянный ток до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 4 г. Найдите массовую долю соли в растворе после прекращения электролиза.

17. При электролизе 2,1 г расплава бинарного соединения на аноде образовался водород, занимающий при нормальных условиях объем 1,12 л. Выведите формулу этого соединения.

Тема 14

Классификация неорганических и органических веществ

Вопросы

- Почему число простых веществ больше, чем число известных химических элементов?
- Каковы основные различия в строении атомов металлов, неметаллов и благородных газов?
- Какие виды химической связи характерны для простых веществ: металлов, неметаллов и благородных газов?
- Каковы основные различия в строении простых веществ металлов, неметаллов и благородных газов?
- Какие физические свойства присущи металлам как простым веществам? Какие из этих свойств встречаются у простых веществ — неметаллов? Подтвердите ответ примерами.
- Почему VIIIА группу периодической системы Д. И. Менделеева раньше называли нулевой группой?

7. Почему не все бинарные соединения, образованные водородом, относят к гидридам? Подтвердите ответ примерами.
8. Почему не все бинарные соединения, образованные кислородом, относят к оксидам? Подтвердите ответ примерами.
9. Как зависит характер оксида металла от степени окисления атома металла? Подтвердите ответ примерами.
10. Может ли металл образовывать кислотный оксид, а неметалл — основный? Подтвердите ответ примерами.
11. Являются ли эквивалентными понятия «гидроксид» и «основание»?
12. Все ли известные вам классификации кислот являются строгими? Подтвердите ответ примерами.
13. Все ли известные вам принципы классификации неорганических кислот могут быть применены к органическим кислотам? Подтвердите ответ примерами.
14. Все ли известные вам классификации оснований являются строгими? Подтвердите ответ примерами.
15. Все ли известные вам принципы классификации неорганических оснований могут быть применены к органическим основаниям? Подтвердите ответ примерами.
16. Какие кислоты не образуют кислых солей?
17. Какие основания не образуют основных солей?
18. Какие основные классификационные признаки лежат в основе классификации органических веществ?
19. Как можно классифицировать ациклические органические соединения? Приведите примеры ациклических соединений различных классов.
20. Как можно классифицировать карбоциклические органические соединения? Приведите примеры карбоциклических соединений различных классов.
21. Как можно классифицировать гетероциклические органические соединения? Приведите примеры гетероциклических соединений различных классов.
22. Что такая функциональная группа? Какие элементы входят в состав различных функциональных групп? Подтвердите свой ответ примерами органических соединений.
23. Существуют ли функциональные группы, содержащие атомы углерода?
24. Какие органические соединения называют монофункциональными? Приведите примеры таких соединений.
25. Какие органические соединения называют полифункциональными? Приведите примеры таких соединений.
26. Какие органические соединения называют гетерофункциональными? Приведите примеры таких соединений.

Упражнения

1. На основе всех известных вам классификационных признаков дайте характеристику следующих веществ: а) K_2O ; б) NO ; в) SO_3 ; г) CaO_2 ; д) Mn_2O_7 ; е) Fe_2O_3 ; ж) OF_2 .
2. Какие из перечисленных формул соответствуют гидридам: CH_4 , SnH_4 , NH_3 , AlH_3 , CaH_2 , H_2Se , N_2H_4 , HN_3 , H_2O_2 ?
3. На основе всех известных вам классификационных признаков дайте характеристику следующих гидроксидов: а) $NaOH$; б) $Mg(OH)_2$; в) $Cr(OH)_3$; г) $Be(OH)_2$; д) $Ba(OH)_2$; е) $TlOH$.
4. На основе всех известных вам классификационных признаков дайте характеристику следующих кислот: а) HF ; б) HI ; в) H_3PO_4 ; г) H_3PO_3 ; д) H_2SiO_3 ; е) HNO_3 ; ж) H_2SO_4 ; з) H_2S .
5. На основе всех известных вам классификационных признаков дайте характеристику следующих солей: а) ZnS ; б) $KHCO_3$; в) $(CuOH)_2CO_3$; г) $Ca(H_2PO_4)_2$; д) NH_4AlCl_4 ; е) $Al(OH)_2NO_3$; ж) $K[Al(OH)_4]$; з) $NH_4H_2PO_4$; и) $K_2Mg(SO_4)_2$.
6. Составьте формулы средних, кислых и основных солей, образованных следующими парами (основание — кислота):
 - а) гидроксид натрия — сероводородная кислота;
 - б) гидроксид кальция — сернистая кислота;
 - в) гидроксид алюминия — азотная кислота;
 - г) гидроксид калия — ортофосфорная кислота;
 - д) гидроксид железа(III) — серная кислота;
 - е) гидроксид бария — ортофосфорная кислота.

Назовите эти соли.

Тема 15

Получение и свойства металлов

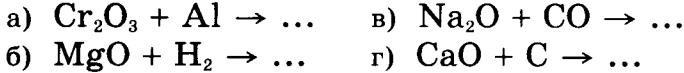
Вопросы

1. Каковы основные особенности строения атомов элементов-металлов?
2. В чем состоит общность химических свойств простых веществ — металлов? Чем обусловлена эта общность?
3. Как изменяются восстановительные свойства элементов-металлов в периодах и подгруппах периодической системы с возрастанием порядкового номера элемента? Чем обусловлен такой характер изменения восстановительных свойств?

4. Какой тип кристаллической решетки характерен для простых веществ — металлов? Какие общие физические свойства простых веществ — металлов обусловлены их строением?
5. Что такое полиморфизм? Приведите примеры этого явления для металлов.
6. Какие металлы называют черными, цветными, благородными? Приведите примеры.
7. Соли и ионы каких металлов содержатся в организме человека? Какова их физиологическая роль?
8. Что такое интерметаллические соединения? К какому классу химических соединений можно отнести эти вещества?
9. Что такое сплавы? Как их получают? Приведите примеры известных вам сплавов. Почему в технике обычно используются сплавы, а не чистые металлы?
10. Что общего у пиро-, гидро- и электрометаллургических способов получения металлов? Каковы основные различия этих способов? Приведите примеры металлов, получаемых каждым из этих способов.
11. Какие факторы определяют положение металла в электрохимическом ряду напряжений? Почему ряд напряжений металлов содержит неметалл водород?
12. Всегда ли продуктом окисления металла кислородом является оксид? Подтвердите свой ответ конкретными примерами.
13. Всегда ли продуктом окисления металла водой является гидроксид? Подтвердите свой ответ конкретными примерами.
14. Из каких кислот металлами, стоящими в ряду напряжений левее водорода, невозможно восстановить водород? Объясните причины этого явления.

Упражнения

1. Составьте электронные и электронно-графические формулы атомов следующих металлов: а) цезий; б) стронций; в) галлий; г) свинец; д) висмут; е) полоний; ж) золото; з) кадмий; и) скандий; к) вольфрам; л) технеций; м) иридий; н) европий; о) америций. Укажите, к какому электронному семейству относят каждый металл.
2. Определите максимальную степень окисления металлов с порядковым номером: а) 55; б) 81; в) 42; г) 50; д) 41; е) 51; ж) 75.
3. Составьте формулы высших оксидов и гидроксидов следующих металлов: а) рубидий; б) кадмий; в) галлий; г) хром; д) марганец; е) медь. Укажите химический характер этих соединений.
4. Закончите уравнения возможных реакций получения металлов, соответствующих следующим схемам:



- д) $\text{ZnO} + \text{CO} \rightarrow \dots$ з) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow \dots$
 е) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Al} \rightarrow \dots$ и) $\text{WO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \dots$
 ж) $\text{K}_2\text{O} + \text{Mg} \rightarrow \dots$

5. Укажите, какие из металлов можно получить электролизом водных растворов их солей: а) калий; б) серебро; в) никель; г) барий; д) железо; е) алюминий; ж) медь; з) магний. Напишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной форме, рассмотрите катодные и анодные процессы.

6. Закончите схемы реакций. Укажите условия протекания этих реакций, назовите продукты реакций.

- | | |
|--|---|
| а) $\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow \dots$ | ж) $\text{Na} + \text{P} \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \dots$ | з) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \dots$ | и) $\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$ | к) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| д) $\text{Be} + \text{C} \rightarrow \dots$ | л) $\text{Al} + \text{C} \rightarrow \dots$ |
| е) $\text{Sr} + \text{N}_2 \rightarrow \dots$ | |

7. Закончите схемы возможных реакций металлов с водой. Укажите условия протекания этих реакций.

- | | |
|---|---|
| а) $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ | д) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ | е) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ | ж) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ | |

8. Закончите уравнения возможных реакций металлов с растворами кислот, соответствующих следующим схемам:

- | | |
|--|---|
| а) $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow \dots$ | ж) $\text{Cr} + \text{HCl} \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ | з) $\text{Mg} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Fe} + \text{HBr} \rightarrow \dots$ | и) $\text{Zn} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{Cu} + \text{HI} \rightarrow \dots$ | к) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \dots$ |
| д) $\text{Be} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ | л) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ |
| е) $\text{Al} + \text{HCOOH} \rightarrow \dots$ | |

9. Закончите схемы возможных реакций металлов с кислотами. Расставьте коэффициенты методом полуреакций.

- а) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \dots$
 б) $\text{Ag} + \text{HNO}_3(\text{разбр.}) \rightarrow \dots$
 в) $\text{Al} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \dots$
 г) $\text{Hg} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \dots$

- д) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) \rightarrow ...
 е) $\text{Zn} + \text{HNO}_3$ (конц.) \rightarrow ...
 ж) $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ (разб.) \rightarrow ...
 з) $\text{Na} + \text{HNO}_3$ (конц.) \rightarrow ...
 и) $\text{Au} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) \rightarrow ...
 к) $\text{Al} + \text{HNO}_3$ (разб.) \rightarrow ...
 л) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) \rightarrow ...

10. Определите состав остатка, не растворившегося при действии на мельхиор (сплав Cu, Ni, Fe, Mn) избытка: а) разбавленной серной кислоты; б) концентрированной серной кислоты; в) раствора гидроксида натрия. Напишите уравнения происходящих реакций.

11. Определите состав остатка, не растворившегося при действии на никром (сплав Ni, Cr, Al, Si) избытка: а) соляной кислоты; б) раствора гидроксида калия. Напишите уравнения происходящих реакций.

12. Закончите схемы возможных реакций металлов с растворами щелочей. Назовите продукты реакций.

- а) $\text{Mg} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...
 б) $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...
 в) $\text{Zn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...
 г) $\text{Ba} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...
 д) $\text{Be} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...
 е) $\text{Fe} + \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...
 ж) $\text{Sn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$...

13. Закончите уравнения возможных реакций металлов с растворами солей, соответствующих следующим схемам:

- | | |
|---|---|
| а) $\text{Mg} + \text{LiI} \rightarrow$... | е) $\text{Cu} + \text{HgCl}_2 \rightarrow$... |
| б) $\text{Al} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$... | ж) $\text{Co} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$... |
| в) $\text{Fe} + \text{MnSO}_4 \rightarrow$... | з) $\text{Cr} + \text{AlCl}_3 \rightarrow$... |
| г) $\text{Zn} + \text{CuCl}_2 \rightarrow$... | и) $\text{Na} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$... |
| д) $\text{Pb} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$... | |

14. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно очистить: а) золото от примеси серебра; б) магний от примеси алюминия; в) алюминий от примеси магния; г) алюминий от примеси меди; д) медь от примеси алюминия.

Задачи.

1. Массовая доля вольфрама в его сульфиде равна 65,71%. Выведите простейшую формулу этого соединения.

- 2.** Массовая доля золота в его оксиде равна 89,14%. Определите степень окисления золота в этом соединении.
- 3.** Для получения оксида свинца массой 27,4 г потребовалось 24,84 г свинца. Выведите простейшую формулу этого оксида.
- 4.** Образец фторида кобальта массой 5,8 г содержит 2,95 г кобальта. Чему равна степень окисления кобальта в этом соединении?
- 5.** Какой объем газа (н. у.) выделится при действии 80 г 36,5%-ного раствора соляной кислоты на 19,5 г цинка?
- 6.** Найдите массу меди, полученной алюмотермическим способом из смеси 60 г оксида меди(II) и 10,8 г алюминия.
- 7.** На пластинку из серебра массой 5,4 г подействовали 12 г 63%-ного раствора азотной кислоты. Найдите объем выделившегося газа (н. у.).
- 8.** Сплав цинка с медью массой 20 г обработали избытком раствора серной кислоты. Объем выделившегося газа равен 5,6 л (н. у.). Найдите массовую долю меди в сплаве.
- 9.** При действии избытка воды на амальгаму натрия массой 8 г выделилось 1,12 л газа (н.у.). Найдите массовую долю ртути в амальгаме.
- 10.** 5,4 г порошка алюминия смешали с порошком цинка. Массовая доля цинка в полученной смеси равна 20%. Найдите массу 10%-ного раствора серной кислоты, необходимого для полного растворения смеси. Какой объем газа (н. у.) при этом выделится?
- 11.** При действии алюминия на оксид цинка массой 48,6 г получен цинк массой 31,2 г. Найдите выход продуктов реакции.
- 12.** При электролизе раствора, содержащего 32 г сульфата меди(II), получена медь массой 11,52 г. Найдите выход продуктов электролиза.
- 13.** При действии оксида углерода(II) на оксид железа(III) получено железо массой 11,2 г. Найдите массу использованного оксида железа(III), учитывая, что выход продуктов реакции составляет 80% от теоретически возможного.
- 14.** Какой объем водорода (н. у.) требуется для восстановления 9,6 г меди из оксида меди(II), если выход продуктов реакции составляет 75% от теоретически возможного?

15. При действии 20%-ной соляной кислоты на смесь алюминия с оксидом алюминия массой 78 г выделилось 33,6 л газа (н. у.). Найдите массу использованной кислоты.

16. 7,2 г порошка магния и 18 г порошка оксида хрома(III) смешали и смесь подожгли. Найдите массу полученного хрома, учитывая, что выход продуктов реакции составляет 70% от теоретически возможного.

17. На 20 г сплава цинка с медью, в котором массовая доля меди равна 35%, подействовали 70 г 30%-ной соляной кислоты. Найдите объем выделившегося газа, учитывая, что выход продукта реакции составляет 90% от теоретически возможного.

18. К 250 г раствора сульфата меди(II) добавили избыток раствора щелочи. Выпавший осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка составила 16 г. Найдите массовую долю сульфата меди(II) в исходном растворе.

19. Молярная масса оксида металла составляет 82,5% от молярной массы сульфида этого металла (степень окисления металла в обоих соединениях одинакова). Определите, что это за элемент, если он находится в главной подгруппе IV группы периодической системы элементов.

20. Масса брома, вступившего в реакцию с 12,8 г металла, на 17,8 г больше, чем масса хлора, вступившего в реакцию с таким же количеством этого металла. Определите, какой это металл, если известно, что этот элемент находится в I группе периодической системы элементов.

21. На амальгаму натрия массой 6,605 г подействовали избытком азотной кислоты. При добавлении к полученному раствору избытка щелочи выпал осадок массой 2,165 г. Найдите объем газа (н. у.), который выделится при действии на такую же порцию амальгамы натрия избытка концентрированной соляной кислоты.

22. Магниевую пластинку опустили в раствор сульфата цинка. Через некоторое время масса пластиинки изменилась на 8,2 г. После этого пластинку извлекли из раствора, промыли и опустили в избыток раствора гидроксида натрия. Найдите объем выделившегося газа (н. у.).

23. Медную пластинку массой 4,8 г опустили в раствор нитрата серебра. Через некоторое время пластинку извлекли из раствора и взвесили. Масса пластиинки изменилась на 3,8 г. Найдите массу

10% -ного раствора азотной кислоты, необходимой для полного растворения извлеченной из раствора пластиинки.

24. Образец цинка опустили в раствор сульфата никеля(II) массой 50 г. Через некоторое время масса образца изменилась на 0,36 г. Найдите массовую долю сульфата цинка, образовавшегося в растворе.

25. Пластиинку из двухвалентного металла опустили в раствор сульфата алюминия массой 198,2 г. Через некоторое время масса пластиинки уменьшилась на 1,8 г, а в растворе появился сульфат металла, массовая доля которого составила 18%. Из какого металла была изготовлена пластиинка?

26. Магниевую пластиинку опустили на некоторое время в 40% -ный раствор сульфата железа(III) массой 504 г. Масса пластиинки изменилась на 4 г. Найдите массовую долю сульфата железа(III) в растворе после извлечения пластиинки.

27. Пластиинку из двухвалентного металла погрузили на некоторое время в 160,9 г раствора сульфата меди(II). Масса пластиинки уменьшилась на 0,1 г, а в растворе появился сульфат металла(II) с массовой долей 10%. Из какого металла была изготовлена пластиинка?

28. Цинковую пластиинку опустили на некоторое время в 155 г 20% -ного раствора сульфата двухвалентного металла. Через некоторое время масса пластиинки уменьшилась на 0,6 г, а массовая доля сульфата меди(II) в растворе снизилась до 9,96%. Какой металл выделился на пластиинке?

29. Две одинаковые пластиинки из двухвалентного металла опустили на некоторое время в растворы сульфата никеля(II) и сульфата меди(II). Отношение приростов масс пластиинок составило 7 : 8. Определите, из какого металла изготовлены пластиинки. (Скорости выделения никеля и меди считать одинаковыми.)

30. Две одинаковые пластиинки из двухвалентного металла опустили на некоторое время в растворы нитрата железа(III) и нитрата свинца(II). В первом случае пластиинка стала легче на 8,3%, а во втором — тяжелее на 42,6%. Определите, из какого металла изготовлены пластиинки. (Скорости выделения железа и свинца считать одинаковыми.)

31. Смесь порошков меди и железа разделили на две равные части. При действии на одну часть смеси избытка концентрированной азотной кислоты выделился газ, занимающий объем 2,24 л при температуре 54,6 °C и давлении 912 мм рт. ст. При действии на вторую часть смеси избытка соляной кислоты выделился газ, занима-

ющий объем 4,48 л при нормальных условиях. Найдите массовые доли металлов в смеси.

32. Смесь цинка с оловом разделили на две равные части. Одна часть полностью сгорает в хлоре массой m_1 г, другая часть без остатка реагирует с соляной кислотой, содержащей хлороводород массой m_2 г. Найдите массовую долю цинка в смеси, если известно, что m_1 в 1,621 раза больше, чем m_2 .

33. Смесь порошков алюминия и цинка разделили на две равные части и растворили одну часть в растворе гидроксида калия, а другую — в растворе серной кислоты. Объемы щелочи и кислоты, достаточные для растворения смеси металлов, оказались одинаковыми. Найдите массовые доли металлов в смеси, если известно, что концентрации щелочи и кислоты в использованных растворах одинаковы.

34. При действии избытка раствора гидроксида калия на смесь магния с цинком выделилось 2,24 л газа (н. у.). При действии на такую же порцию смеси избытка соляной кислоты выделилось 6,72 л газа. Найдите массовые доли металлов в смеси. Чему равна масса 10%-ного раствора серной кислоты, необходимого для растворения такой порции смеси?

35. При внесении смеси магниевых и медных опилок в раствор нитрата серебра восстанавливается серебро массой 16,2 г. При внесении такого же количества смеси в раствор нитрата цинка восстанавливается цинк массой 3,25 г. В каком объеме хлора (температура 200 °С, давление 1 атм) полностью сгорит 28 г такой смеси магния с медью?

36. При действии горячей концентрированной серной кислоты на 16,68 г амальгамы серебра выделился газ, для поглощения которого достаточно 16 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовую долю серебра в амальгаме.

37. При действии избытка соляной кислоты на смесь магния, цинка и алюминия массой 14,3 г выделилось 11,2 л газа (н. у.). При действии на такую же порцию смеси избытка раствора гидроксида натрия выделилось 8,96 л газа (н. у.). Найдите массовые доли металлов в смеси.

38. Соль, образовавшуюся при действии избытка концентрированной азотной кислоты на 9,6 г меди, выделили из раствора и прокалили до постоянной массы. Для восстановления сухого остатка потребовался оксид углерода(II), занимающий при температуре 0 °С и давлении 608 мм рт. ст. объем 3,4 л. Выход продуктов первых двух реакций одинаков. Найдите выход продуктов первой реакции.

39. Молярная масса бинарного соединения меди(II) составляет 60% от молярной массы бинарного соединения меди(I) с тем же элементом. Назовите эти соединения.

40. 10 г смеси натрия с трехвалентным металлом полностью сгорает в 8,96 л хлора (н. у.). Такая же порция смеси сгорает в 5,6 л кислорода (н. у.). Какой металл входит в состав смеси с натрием?

Тема 16

Получение и свойства оксидов

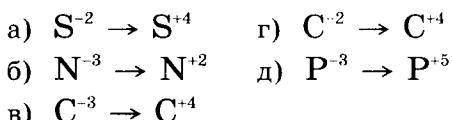
Вопросы

1. Какие элементы не образуют бинарных соединений с кислородом?
2. Какие вы знаете бинарные соединения элементов с кислородом, не относящиеся к классу оксидов? Какие свойства проявляют эти соединения?
3. Почему вещество Na_2O_2 нельзя отнести к оксидам? Какие свойства проявляет это вещество?
4. Для оксидов какого типа возможно: а) молекулярное строение; б) ионное строение; в) атомное строение? Приведите примеры.
5. Для оксидов какого типа невозможно: а) молекулярное строение; б) ионное строение; в) атомное строение? Приведите примеры.
6. Почему оксид углерода(II) нельзя назвать оксидом двухвалентного углерода?
7. Оксид углерода(II) традиционно относят к несолеобразующим оксидам, однако иногда это вещество относят к кислотным оксидам. Какие свойства этого вещества сходны со свойствами кислотных оксидов?
8. Оксиды каких элементов не могут проявлять свойства основных оксидов?
9. Оксиды каких элементов не могут проявлять свойства кислотных оксидов?
10. Оксиды каких элементов не могут проявлять свойства амфотерных оксидов?
11. Вступают ли в какие-либо реакции несолеобразующие оксиды?
12. Оксиды каких элементов невозможно получить взаимодействием простых веществ с кислородом?

13. Может ли синтез оксида из простых веществ быть эндотермической реакцией? Приведите примеры, если вам известны подобные реакции.
14. Какие оксиды невозможно получить разложением гидроксидов?
15. Можно ли получить оксиды из органических соединений? Приведите примеры таких реакций, если они вам известны.
16. Существуют ли кислотные оксиды, не растворяющиеся в щелочах? Приведите примеры, если они вам известны.
17. Существуют ли основные оксиды, не растворяющиеся в кислотах? Приведите примеры, если они вам известны.
18. Могут ли кислотные оксиды реагировать с кислотами? Приведите примеры таких реакций, если они вам известны.
19. В каких случаях оксиды могут проявлять и окислительные, и восстановительные свойства?
20. Какие оксиды не могут окисляться? Мотивируйте ответ, подтвердите его конкретными примерами.

Упражнения

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие основные оксиды: а) оксид кальция; б) оксид натрия.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие кислотные оксиды: а) оксид углерода(IV); б) оксид серы(VI); в) оксид фосфора(V).
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие амфотерные оксиды: а) оксид цинка; б) оксид хрома(III); в) оксид марганца(IV).
4. Напишите уравнения реакций получения оксидов при разложении следующих веществ: а) гидрокарбонат магния; б) карбонат бария; в) нитрат цинка; г) нитрат серебра; д) гидроксид меди(I); е) азотная кислота; ж) азотистая кислота; з) муравьиная кислота.
5. Напишите уравнения реакций получения оксидов при окислении кислородом следующих веществ: а) сероуглерод; б) сульфид меди(II); в) фосфин; г) оксид углерода(II); д) оксид железа(II). Рассставьте коэффициенты методом электронного баланса.
6. Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций получения оксидов, соответствующих данным превращениям:



7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) натрий → ... → оксид натрия;
- б) дисульфид железа → ... → триоксид серы;
- в) аммиак → ... → диоксид азота;
- г) гидрокарбонат кальция → ... →monoоксид углерода.

8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) гидроксид меди(I) → оксид меди(II);
- б) гидроксид железа(II) → оксид железа(III);
- в) этан → оксид углерода(II).

9. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих оксидов: а) оксид натрия; б) оксид бария.

10. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих оксидов: а) оксид азота(V); б) оксид серы(VI); в) оксид углерода(IV).

11. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих оксидов: а) оксид бериллия; б) оксид хрома(III).

12. Напишите уравнения реакций, подтверждающих окислительно-восстановительную двойственность следующих оксидов: а) оксид железа(II); б) оксид серы(IV); в) оксид азота(II); г) оксид углерода(II); д) оксид меди(I). Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

13. С какими из перечисленных веществ может реагировать оксид кальция: водород, кислород, вода, магний, оксид серебра, оксид фосфора(V), оксид алюминия, оксид азота(II), гидроксид лития, гидроксид железа(II), соляная кислота, кремниевая кислота? Напишите уравнения возможных реакций.

14. С какими из перечисленных веществ может реагировать оксид меди(II): водород, кислород, вода, алюминий, оксид магния, оксид серы(VI), оксид хрома(III), оксид углерода(II), гидроксид калия, гидроксид цинка, азотная кислота, ортофосфорная кислота? Напишите уравнения возможных реакций.

15. С какими из перечисленных веществ может реагировать оксид фосфора(V): водород, кислород, вода, оксид кальция, оксид серы(VI), гидроксид натрия, гидроксид алюминия, соляная кислота, азотная кислота, уксусная кислота? Напишите уравнения возможных реакций.

16. С какими из перечисленных веществ может реагировать оксид алюминия: водород, кислород, вода, оксид калия, оксид цинка, оксид азота(II), оксид углерода(IV), гидроксид натрия, гидроксид меди(II), кремниевая кислота, серная кислота? Напишите уравнения возможных реакций.

17. Какие из приведенных оксидов могут быть окислены: оксид серы(IV), оксид серы(VI), оксид азота(II), оксид азота(V), оксид меди(I), оксид меди(II), оксид бария, оксид железа(II), оксид хро-

ма(VI)? Приведите примеры возможных окислительно-восстановительных реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

18. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- оксид фосфора(III) → ... → ортофосфат кальция;
- оксид железа(II) → ... → сульфат железа(III);
- оксид углерода(II) → ... → гидрокарбонат бария;
- оксид азота(II) → ... → нитрат натрия.

19. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- пропан → гидрокарбонат калия → угарный газ;
- фосфор → гидроортофосфат натрия;
- аммиак → нитрит кальция;
- сульфид цинка → сульфат натрия.

Задачи

1. Массовая доля хлора в его оксиде равна 52,6%. Выведите простейшую формулу оксида.

2. Массовая доля азота в его оксиде равна 25,926%. Выведите простейшую формулу оксида.

3. Отношение масс химических элементов в оксиде азота составляет 7 : 12. Выведите простейшую формулу оксида.

4. Отношение масс химических элементов в оксиде меди составляет 8 : 1. Выведите простейшую формулу оксида.

5. При сжигании в избытке кислорода 2 г трехвалентного металла был получен оксид массой 3,78 г. Выведите формулу полученного оксида.

6. Оксид двухвалентного металла массой 8 г нагревали в избытке оксида углерода(II) до постоянной массы. В результате реакции был получен металл массой 6,286 г. Выведите формулу исходного оксида.

7. Объем водорода, необходимого для восстановления железа из 58 г его оксида при давлении 1,1 атм и температуре 1000 °С, равен 94,95 л. Выведите формулу оксида железа.

8. Смесь меди с оксидом меди(II) массой 11,79 г нагрели в токе водорода. Масса полученного сухого остатка составила 11,43 г. Найдите массу воды, образовавшейся в результате реакции.

9. Порошок магния в течение некоторого времени нагревали в кислороде. В результате частичного окисления масса порошка увели-

чилась на 32%. Найдите массовую долю оксида магния в образованной смеси.

10. При нагревании в кислороде порошка меди его масса увеличилась на 16%. Найдите массовую долю оксида меди(II) в полученной смеси.

11. При пропускании водорода над нагретым порошком оксида железа(II) масса порошка уменьшилась в 1,19 раза. Какая часть (в %) оксида подверглась восстановлению?

12. К 4,96 г оксида натрия добавили 80 г воды. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

13. К оксиду фосфора(V) массой 7,1 г добавили 42,9 г воды и прокипятили. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе. (Потерей воды при кипячении можно пренебречь.)

14. К триоксиду серы массой 36 г добавили 8%-ный раствор серной кислоты массой 164 г. Найдите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

15. При добавлении оксида серы(VI) к 100 г воды был получен раствор с массовой долей серной кислоты 50%. Найдите массу использованного оксида серы(VI).

16. Какую массу воды необходимо добавить к 11,2 г оксида кальция для получения 2%-ного раствора гидроксида кальция?

17. При добавлении оксида натрия к 180 г 12%-ного раствора гидроксида натрия был получен 20%-ный раствор гидроксида натрия. Найдите массу добавленного оксида натрия.

18. К 40%-ному раствору серной кислоты добавили 40 г триоксида серы и получили 80%-ный раствор серной кислоты. Найдите массу исходного раствора кислоты.

19. К 16,2 г оксида азота(V) добавили 200 г раствора азотной кислоты. После окончания реакции массовая доля азотной кислоты в растворе составила 13,37%. Найдите массовую долю азотной кислоты в добавленном растворе.

20. Какие массы оксида кальция и воды необходимо смешать для приготовления 1 кг 2%-ного раствора гидроксида кальция?

21. При добавлении оксида калия к 10%-ному раствору гидроксида калия был получен 15%-ный раствор гидроксида калия массой 100 г. Найдите массу использованного оксида калия.

22. В каком массовом отношении необходимо смешать воду и оксид азота(V), чтобы получить раствор азотной кислоты с массовой долей растворенного вещества 10%?

23. В каком массовом отношении необходимо смешать оксид натрия и 5%-ный раствор гидроксида натрия, чтобы получить раствор гидроксида натрия с массовой долей растворенного вещества 25,67%?

24. Оксид фосфора(V) смешали с водой в массовом отношении 1 : 3 и прокипятили. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе. (Потеря воды при кипячении можно пренебречь.)

25. К оксиду калия добавили десятикратную массу 10%-ного раствора гидроксида калия. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

26. К оксиду азота(V) массой 24,3 г добавили 120 г 20%-ного раствора азотной кислоты. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

27. При добавлении оксида азота(V) к 100 г воды получили раствор азотной кислоты с массовой долей растворенного вещества 50%. Найдите массу использованного оксида.

28. При «растворении» оксида фосфора(V) в 250 г воды был получен 40%-ный раствор ортофосфорной кислоты. Найдите массу использованного оксида.

29. При добавлении воды к оксиду натрия массой 11,16 г был получен 6%-ный раствор гидроксида натрия. Найдите массу добавленной воды.

30. Какую массу оксида серы(VI) необходимо добавить к 200 г 5%-ного раствора серной кислоты, чтобы увеличить массовую долю кислоты в растворе в 2 раза?

31. К 40 г 25%-ного раствора азотной кислоты добавили оксид азота(V), в результате чего образовался 40%-ный раствор азотной кислоты. Найдите массу добавленного оксида.

32. В каком массовом отношении необходимо смешать оксид кальция с водой для получения 1%-ного раствора гидроксида кальция?

33. В каком массовом отношении необходимо смешать оксид фосфора(V) с 20%-ным раствором ортофосфорной кислоты для получения 79%-ного раствора ортофосфорной кислоты?

- 34.** К оксиду серы(VI) добавили пятикратную массу воды. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
- 35.** Оксид натрия смешали с водой в массовом отношении $2 : 5$. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
- 36.** Оксид серы(VI) смешали с 30%-ным раствором серной кислоты в массовом отношении $2 : 3$. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
- 37.** При сжигании 192 мл смеси оксида углерода(II) с оксидом углерода(IV) в избытке кислорода объем газовой смеси уменьшился на 64 мл. Найдите объемную долю оксида углерода(IV) в смеси.
- 38.** Через 200 г 25%-ного раствора гидроксида натрия пропустили углекислый газ, занимающий при нормальных условиях объем 11,2 л. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.
- 39.** Через 200 г 5%-ного раствора гидроксида натрия пропустили углекислый газ, занимающий при нормальных условиях объем 11,2 л. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.
- 40.** Через 300 г 10%-ного раствора гидроксида натрия пропустили углекислый газ, занимающий при нормальных условиях объем 11,2 л. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.
- 41.** Образец красного фосфора массой 12,4 г сожгли в кислороде и на полученный продукт подействовали 8%-ным раствором гидроксида натрия массой 200 г. Найдите массовую долю соли в образовавшемся растворе.
- 42.** Через 200 г 6%-ного раствора гидроксида натрия пропустили некоторое количество оксида углерода(IV), в результате чего в растворе образовалась смесь солей общей массой 19 г. Какой объем занимал поглотившийся газ при нормальных условиях?
- 43.** Диоксид углерода, занимающий при нормальных условиях объем 5,6 л, пропустили через раствор гидроксида калия и полученный раствор осторожно выпарили. В образовавшемся сухом остатке содержится смесь солей общей массой 28,8 г. Найдите массовые доли солей в сухом остатке.
- 44.** Для восстановления металлов из смеси оксида цинка с оксидом железа(II) потребовался водород, занимающий при нормальных условиях объем 33,6 л. С такой же порцией оксидов без остатка взаимодействует 20%-ный раствор гидроксида натрия массой 400 г. Найдите массовую долю оксида цинка в смеси.

45. Смесь оксида магния с оксидом цинка массой 10,1 г полностью растворяется в 18,9 г 20%-ного раствора азотной кислоты. Найдите массовую долю оксида магния в смеси.

46. Смесь оксида магния с диоксидом кремния разделили на две равные части. С одной из них полностью реагирует 10%-ный раствор гидроксида натрия массой 120 г, с другой без остатка реагирует 10%-ный раствор серной кислоты массой 147 г. Найдите массовую долю оксида магния в исходной смеси.

47. Смесь цинка с оксидом цинка полностью растворилась в 245 г 8%-ного раствора серной кислоты, в результате чего выделилось 2,24 л газа (н. у.). Найдите массовую долю оксида цинка в смеси.

48. При сжигании в избытке кислорода смеси фосфора и кремния массой 29 г была получена смесь оксидов массой 65,8 г. Найдите массовую долю оксида кремния(IV) в образовавшейся смеси.

49. Для полного растворения 7,4 г смеси оксидов магния и алюминия необходимо 146 г 10%-ного раствора соляной кислоты. Найдите массовую долю оксида магния в смеси.

50. Смесь оксида меди(II) и оксида цинка массой 20,2 г полностью восстановили оксидом углерода(II). При действии на полученную смесь избытка соляной кислоты выделился водород, занимающий при температуре 0 °C и давлении 1,12 атм объем 4 л. Найдите массу образовавшейся при восстановлении меди.

51. Смесь алюминия с кальцием сожгли в избытке кислорода. Масса полученной смеси оксидов в 1,6 раза больше массы исходной смеси металлов. Найдите массовую долю кальция в исходной смеси.

Тема 17

Кислоты неорганические и органические

Вопросы

- Сравните определения кислоты с точки зрения теории электролитической диссоциации (Аррениуса) и теории Бренстеда — Лоури. Какая из этих теорий рассматривает кислотно-

основные свойства более широко? Приведите пример кислоты Бренстеда, не являющейся кислотой по теории Аррениуса.

2. Что такое основность кислоты с точки зрения теории электролитической диссоциации? Всегда ли эта величина совпадает с числом атомов водорода в молекуле кислоты?
3. Фосфорная кислота (H_3PO_4) — трехосновная кислота, а фосфористая кислота (H_3PO_3) — двухосновная кислота. Почему при одинаковом числе атомов водорода в молекулах этих кислот их основность различна?
4. Что называют константой диссоциации слабой кислоты? Каким образом эта величина характеризует способность кислоты к диссоциации?
5. Почему константа диссоциации для каждой следующей ступени электролитической диссоциации многоосновной кислоты меньше, чем для предыдущей?
6. Как изменяется сила кислот в ряду: H_3PO_4 , H_2SO_4 , $HClO_4$? Объясните причины такого изменения.
7. Как изменяется сила кислот в ряду: HF, HCl, HBr, HI? Объясните причины такого изменения.
8. Как изменяется сила кислот в ряду: $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$? Объясните причины такого изменения.
9. Какая из изомерныхmonoхлорбутановых кислот является наиболее слабой? Ответ мотивируйте.
10. Как изменяется сила кислот в ряду: хлоруксусная кислота, дихлоруксусная кислота, трихлоруксусная кислота? Объясните причины такого изменения.
11. Как изменяется сила кислот в ряду: этандиовая кислота, пропандиовая кислота, бутандиовая кислота? Объясните причины такого изменения.
12. Какие кислоты можно получать из их солей реакцией обмена?
13. Какие галогеноводородные кислоты нельзя получать, вытесняя галогеноводороды из твердых солей концентрированной серной кислотой? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.
14. Чем обусловлены специфические химические свойства азотной кислоты?
15. Почему взаимодействие с металлами разбавленной и концентрированной серной кислоты происходит по-разному? Проиллюстрируйте ответ уравнениями химических реакций.
16. От чего и как зависит глубина восстановления азота при взаимодействии азотной кислоты с металлами?
17. Приведите примеры неорганических кислот, проявляющих окислительные свойства за счет катиона, а восстановительные — за счет аниона. Проиллюстрируйте ответ уравнениями химических реакций.

18. Приведите примеры неорганических кислот, проявляющих окислительные и восстановительные свойства за счет аниона. Проиллюстрируйте ответ уравнениями химических реакций.

Упражнения

1. Напишите уравнения реакций получения следующих бескислородных кислот: а) соляная; б) иодоводородная; в) сероводородная.

2. Напишите уравнения реакций получения следующих кислородсодержащих кислот: а) азотная; б) азотистая; в) ортофосфорная; г) кремниевая.

3. Напишите уравнения реакций получения следующих органических кислот: а) уксусная; б) пропионовая; в) муравьиная; г) бензойная; д) щавелевая.

4. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих кислот: а) бромоводородная; б) сернистая; в) муравьиная.

5. Напишите уравнения реакций получения ангидридов из следующих кислот: а) кремниевая; б) азотная; в) серная; г) уксусная; д) изомасляная.

6. Напишите молекулярные уравнения реакций, соответствующих данным схемам:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| a) $Mg + H^+ \rightarrow \dots$ | ж) $OH^- + H_2SiO_3 \rightarrow \dots$ |
| б) $Al + H_3O^+ \rightarrow \dots$ | з) $Mg(OH)_2 + CH_3COOH \rightarrow \dots$ |
| в) $Fe_2O_3 + H^+ \rightarrow \dots$ | и) $S^{2-} + H^+ \rightarrow \dots$ |
| г) $ZnO + H_3O^+ \rightarrow \dots$ | к) $SO_3^{2-} + H_3O^+ \rightarrow \dots$ |
| д) $OH^- + H^+ \rightarrow \dots$ | л) $CO_3^{2-} + HCOOH \rightarrow \dots$ |
| е) $Cu(OH)_2 + H^+ \rightarrow \dots$ | |

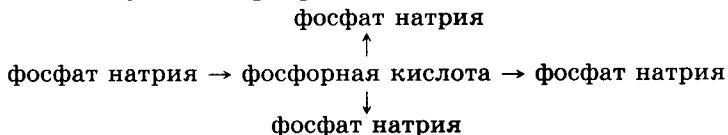
7. С какими из перечисленных веществ может реагировать разбавленная серная кислота: магний, ртуть, оксид хрома(II), оксид хрома(VI), гидроксид бария, гидроксид железа(III), хлорид калия, сульфит натрия, карбонат кальция, фенолят натрия? Напишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной форме.

8. С какими из перечисленных веществ может реагировать разбавленная азотная кислота: алюминий, медь, оксид хрома(III), оксид марганца(VII), гидроксид калия, гидроксид цинка, сульфат натрия, карбонат магния, глюкоза, фенол? Напишите уравнения возможных реакций.

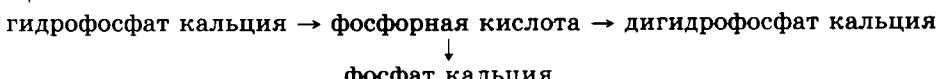
9. С какими из перечисленных веществ может реагировать уксусная кислота: магний, серебро, оксид кальция, гидроксид бария,

гидроксид железа(II), сульфат калия, сульфит натрия, карбонат кальция, фенолят калия, изопропиловый спирт, аммиак, формальдегид, пентахлорид фосфора? Напишите уравнения возможных реакций.

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



11. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



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

- а) серная кислота → сероводород;
- б) серная кислота → диоксид серы;
- в) серная кислота → сера;
- г) азотная кислота → диоксид азота;
- д) азотная кислота →monoоксид diazota.

Расставьте коэффициенты методом полуреакций или методом электронного баланса.

13. Напишите ионные уравнения окислительно-восстановительных реакций концентрированной азотной кислоты, соответствующих следующим схемам:

- а) $\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Ag} \rightarrow$
- б) $\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Cu} \rightarrow$
- в) $\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Mg} \rightarrow$

14. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) диоксид кремния → ... → кремниевая кислота → ... → силикат железа(II);

- б) сера → ... → серная кислота → ... → сульфит натрия;
- в) фосфат кальция → ... → фосфорная кислота.

15. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) monoоксид azota → dinitrat etilenoglikolya;
- б) диоксид серы → benzolsульфокислота;
- в) нитрат натрия → 2,4,6-trinitrotoluol.

Задачи

- 1.** Выведите простейшую формулу кислоты, содержащей элементы водород, иод и кислород с массовыми долями, равными соответственно 2,2, 55,7 и 42,1%.
- 2.** Массы элементов водорода, серы и кислорода в некоторой кислоте относятся как 1 : 16 : 40. Выведите простейшую формулу кислоты.
- 3.** Относительная плотность паров предельной одноосновной карбоновой кислоты по воздуху равна 2,552. Выведите молекулярную формулу этой кислоты.
- 4.** Относительная плотность паров предельной двухосновной карбоновой кислоты по водороду равна 59. Выведите молекулярную формулу этой кислоты.
- 5.** Для нейтрализации 40 г 10%-ного раствора гидроксида натрия требуется 80 г раствора серной кислоты (образуется средняя соль). Найдите массовую долю кислоты в растворе.
- 6.** При действии избытка раствора карбоната натрия на 200 г раствора азотной кислоты выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 1,12 л. Найдите массовую долю кислоты в растворе.
- 7.** Какой объем раствора ортофосфорной кислоты с концентрацией 0,5 моль/л необходим для превращения 16,4 г ортофосфата натрия в дигидроортофосфат натрия?
- 8.** При действии 20%-ного раствора серной кислоты на цинк получен водород, полностью восстанавливающий железо из 23,2 г железной окалины. Найдите массу использованного раствора кислоты.
- 9.** В 60 г раствора серной кислоты растворяется такое же количество магния, как в 80 г 10%-ного раствора соляной кислоты. Найдите массовую долю серной кислоты в растворе.
- 10.** Какая масса 10%-ного раствора гидроксида калия потребуется для полной нейтрализации серной кислоты, полученной из 4 г оксида серы(VI)?
- 11.** Смесь цинка с оксидом цинка полностью растворилась в 490 г 20%-ного раствора серной кислоты. Объем выделившегося при этом газа равен 11,2 л (н. у.). Найдите массовую долю цинка в смеси.

12. При окислении 2,34 г предельного альдегида избытком аммиачного раствора оксида серебра выпал осадок массой 7,02 г. Найдите массу 10%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации образовавшейся кислоты.

13. Из метана, занимающего при давлении 2 атм и температуре 20 °C объем 44,8 л, трехстадийным синтезом получена уксусная кислота. Какую массу 60%-ного раствора можно приготовить из образовавшейся кислоты? (Выход продуктов на каждой стадии синтеза составлял 90% от теоретически возможного.)

14. Для нейтрализации смеси уксусной и муравьиной кислот потребовалось 300 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. При действии на такую же порцию смеси кислот избытком аммиачного раствора оксида серебра выделилось 11,2 л газа. Найдите массовую долю уксусной кислоты в смеси.

15. При окислительном крекинге алкана получена карбоновая кислота массой 11 кг (выход продукта реакции 60%). Массовая доля кислорода в образовавшейся карбоновой кислоте равна 36,36%. Найдите массу исходного алкана.

16. Предельную одноосновную карбоновую кислоту массой 14,8 г нейтрализовали гидроксидом натрия. Образовавшуюся соль сплавили с избытком гидроксида натрия и получили газ, для сжигания которого необходим кислород, занимающий при нормальных условиях объем 15,68 л. Определите формулу карбоновой кислоты.

17. При нагревании уксусного ангидрида с 10%-ным водным раствором уксусной кислоты получен 50%-ный раствор уксусной кислоты массой 200 г. Найдите массу использованного ангидрида.

18. Смесь азотной и серной кислот массой 5 г растворили в 495 г воды. Для нейтрализации 50 г полученного раствора требуется 50 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,2 моль/л. Найдите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

19. При добавлении 44,8 г 25%-ного раствора гидроксида калия к раствору, содержащему равные количества серной и ортофосфорной кислот, все вещества прореагировали полностью и образовались средние соли. Найдите массу осадка, который выпадет при добавлении к образовавшемуся раствору избытка раствора хлорида магния.

20. Для полного взаимодействия со смесью гидроксида бария, сульфата бария и карбоната бария массой 41 г требуется 15%-ный раствор бромоводородной кислоты массой 216 г. Выделяющийся при

реакции газ занимает при нормальных условиях объем 1,344 л.
Найдите массовую долю сульфата бария в исходной смеси.

21. К 784 г 10%-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 88 г гидроксида натрия и после окончания реакции выпарили полученный раствор. Найдите массы веществ, входящих в сухой остаток.

22. К раствору, содержащему равные количества ортофосфорной и серной кислот, добавили 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия и получили раствор, содержащий только средние соли. Найдите массу осадка, который выпадет при добавлении к полученному раствору избытка раствора хлорида магния.

23. К 400 г раствора, содержащего серную и азотную кислоты, добавили избыток раствора нитрата бария, в результате чего выпал осадок массой 93,2 г. Для нейтрализации оставшегося после фильтрации раствора требуется 100 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,333 г/мл). Найдите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

Тема 18

Основания неорганические и органические

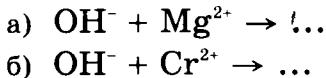
Вопросы

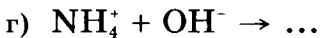
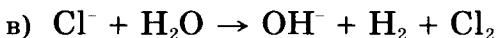
1. Являются ли эквивалентными понятия «основание» и «гидроксид»? Подтвердите ответ соответствующими примерами.
2. Какое из известных вам определений основания кажется вам наиболее широким? Почему?
3. По каким признакам и на какие группы классифицируют основания? Приведите примеры оснований каждого типа.
4. Могут ли кислота и основание реагировать друг с другом, не будучи диссоциированы на ионы?
5. Как изменяются константы диссоциации оснований в ряду: гидроксид кальция, гидроксид стронция, гидроксид бария? Какова причина такого изменения?
6. Какое основание сильнее — гидроксид натрия или гидроксид магния? Почему?

7. Как изменяется сила оснований в ряду: аммиак, метиламин, диметиламин, триметиламин? Каковы причины такого изменения?
8. Как изменяется сила оснований в ряду: аммиак, фениламин, дифениламин, трифениламин? Каковы причины такого изменения?
9. По какому признаку можно обнаружить взаимодействие между гидроксидом калия и серной кислотой при отсутствии индикатора?
10. Какие основания можно получить реакцией обмена между щелочью и солью? Проиллюстрируйте ответ уравнениями соответствующих реакций.
11. Щелочи получают электролизом водных растворов солей. Можно ли таким образом получить нерастворимое основание? Ответ обоснуйте.
12. Можно ли получить органическое основание реакцией обмена между щелочью и солью? Ответ обоснуйте.
13. С какими веществами взаимодействуют как щелочи, так и нерастворимые основания? Проиллюстрируйте ответ уравнениями соответствующих реакций.
14. Какие реакции, характерные для щелочей, не характерны для нерастворимых оснований? Проиллюстрируйте ответ уравнениями соответствующих реакций.
15. В каких случаях анион кислотного остатка проявляет свойства сильного основания? Проиллюстрируйте ответ уравнениями соответствующих реакций.
16. За счет каких атомов щелочи могут являться окислителями? Проиллюстрируйте ответ уравнениями соответствующих реакций.
17. Является ли взаимодействие амина с карбоновой кислотой проявлением основных свойств амина? Ответ обоснуйте.

Упражнения

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие щелочи: а) гидроксид натрия; б) гидроксид бария.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить гидроксид меди(II).
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие органические основания: а) этиламин; б) 2-аминопропан; в) анилин.
4. Напишите молекулярные уравнения реакций получения оснований, соответствующие данным схемам:





5. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства щелочей: а) гидроксида лития; б) гидроксида кальция.

6. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства нерастворимых оснований: а) гидроксида железа(II); б) гидроксида таллия(III).

7. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства органических оснований — метиламина и анилина.

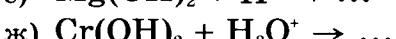
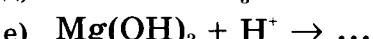
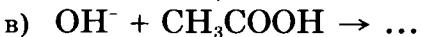
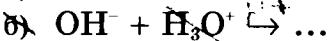
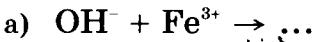
8. С какими из перечисленных соединений может взаимодействовать гидроксид калия: оксид железа(II), оксид берилля, оксид азота(I), гидроксид олова(II), уксусная кислота, этиловый спирт, фенол, серная кислота, фосфат бария, нитрат серебра, хлорид калия, сульфат магния, бромид фениламмония? Напишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной форме.

9. С какими из перечисленных простых веществ может взаимодействовать гидроксид натрия: бром, углерод, кремний, азот, цинк, магний, алюминий? Напишите уравнения возможных реакций.

10. С какими из перечисленных соединений может взаимодействовать гидроксид кальция: оксид меди(II), оксид хрома(III), оксид азота(II), оксид азота(V), гидроксид цинка, соляная кислота, муравьиная кислота, изопропиловый спирт, сульфат калия, хлорид цинка, нитрат стронция, карбонат натрия, хлорид ртути(II)? Напишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной форме.

11. С какими из перечисленных соединений может взаимодействовать гидроксид меди(II): оксид углерода(IV), оксид фосфора(V), оксид алюминия, гидроксид натрия, серная кислота, кремниевая кислота, этанол, этаналь, этандиол, хлорид магния, сульфат алюминия? Напишите уравнения возможных реакций.

12. Напишите молекулярные уравнения реакций, характерных для оснований и соответствующих данным схемам:



13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) сульфат натрия \leftarrow гидроксид натрия \rightarrow сульфат натрия
 ↓
 сульфат натрия
- б) нитрат меди(II) \rightarrow гидроксид меди(II) \rightarrow нитрат меди(II)
 ↓
 оксид меди(II)
- в) кальций \rightarrow оксид кальция \rightarrow гидроксид кальция \rightarrow гидрокарбонат кальция
 г) гидроксид магния \rightarrow хлорид магния \rightarrow гидроксид магния \rightarrow
 → оксид магния.
- 14.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
- а) оксид меди(II) \rightarrow гидроксид меди(II) \rightarrow карбонат меди(II) \rightarrow
 → гидроксид меди(II) \rightarrow медь;
- б) натрий \rightarrow гидрокарбонат натрия \rightarrow гидроксид натрия \rightarrow
 → натрий;
- в) хлорид калия \rightarrow гидроксид калия \rightarrow хлорат калия \rightarrow гидроксид калия.

Задачи

- 1.** Для нейтрализации 160 г раствора гидроксида натрия требуется 200 г 30%-ного раствора уксусной кислоты. Найдите массовую долю щелочи в растворе.
- 2.** Найдите минимальную массу 10%-ного раствора гидроксида калия, необходимого для поглощения 5,6 л сероводорода (н. у.).
- 3.** Для полного осаждения катионов меди из 200 г 5%-ного раствора сульфата меди(II) потребовалось 400 мл раствора гидроксида натрия. Найдите концентрацию гидроксида натрия в этом растворе.
- 4.** Какой объем 0,5 М раствора гидроксида кальция следует добавить к 162 г 5%-ного раствора гидрокарбоната кальция для полного осаждения катионов кальция?
- 5.** Найдите массу осадка, выпавшего при добавлении 60 г 10%-ного раствора гидроксида натрия к 70 г 20%-ного раствора бромида меди(II).
- 6.** Найдите массу осадка, выпавшего при добавлении 180 г 10%-ного раствора гидроксида бария к 80 г 20%-ного раствора сульфата меди(II).
- 7.** В лаборатории имеется 1 кг 1%-ного раствора гидроксида кальция. Найдите массу оксида кальция, которую нужно добавить к этому раствору для увеличения массовой доли щелочи в 1,5 раза.

8. При нейтрализации 171 г 10%-ного раствора гидроксида двухвалентного металла избытком бромоводородной кислоты в растворе образовался бромид массой 29,7 г. Определите формулу гидроксида.

9. При нагревании смеси гидроксида натрия и гидроксида меди(II) образовался водяной пар, объем которого, приведенный к нормальным условиям, равен 15,68 л. Для полной нейтрализации такой же порции смеси гидроксидов потребовался 25%-ный раствор серной кислоты массой 588 г. Найдите массовую долю гидроксида натрия в смеси.

10. При нейтрализации 17,6 г смеси гидроксидов калия и натрия 14%-ным раствором серной кислоты массой 140 г в растворе образовалась смесь средних солей. Найдите массовую долю гидроксида натрия в смеси.

11. При действии избытка азотной кислоты на 33,4 г смеси гидроксида калия и гидроксида кальция получен раствор, содержащий нитраты калия и кальция, общая масса которых равна 69,4 г. Найдите массовую долю гидроксида кальция в исходной смеси щелочей.

12. На сплав натрия с калием массой 10,1 г подействовали избытком воды, в результате чего выделился водород, занимающий при нормальных условиях объем 3,36 л. Найдите мольную долю гидроксида натрия в смеси, полученной при выпаривании образовавшегося раствора.

13. Углекислый газ, занимающий при нормальных условиях объем 11,2 л, полностью поглотился при пропускании через 10%-ный раствор гидроксида натрия массой 300 г. Найдите массу карбоната натрия, содержащегося в полученном растворе.

14. 500 мл смеси оксидов углерода (н. у.) пропустили через 25 г раствора гидроксида калия с массовой долей растворенного вещества 3,32%, в результате чего получили кислую соль. Найдите объемную долю углекислого газа в смеси.

15. После того как порцию гидроксида меди(II) в течение некоторого времени прокаливали, масса сухого остатка оказалась в 1,2 раза меньше массы исходного гидроксида. Найдите массовые доли веществ в сухом остатке.

16. Масса сухого остатка, полученного при прокаливании порции гидроксида магния, составляет 84,48% от массы исходной порции. Какая часть (в %) гидроксида магния разложилась?

17. При прокаливании гидроксида меди(II) получен сухой остаток, массовая доля оксида меди(II) в котором равна 40%. Какая часть (в %) гидроксида меди(II) разложилась?

18. Бромоводород, образовавшийся при бромировании 62 г бензола, пропустили через раствор этиламина массой 120 г, в результате чего и амин, и бромоводород прореагировали полностью. Найдите массовую долю этиламина в растворе, учитывая, что выход продуктов бромирования бензола составляет 70%.

19. Смесь этана с этиламином пропустили через избыток раствора серной кислоты, в результате чего объем смеси уменьшился на 60%. Найдите относительную плотность исходной смеси по воздуху.

Тема 19

Амфотерные неорганические и органические соединения

Вопросы

1. Какие элементы образуют амфотерные оксиды и гидроксиды?
2. В чем заключается сущность амфотерности с точки зрения теории Бренстеда — Лоури?
3. В чем заключается сущность амфотерности с точки зрения теории Льюиса?
4. Обязательно ли амфотерное соединение проявляет кислотные и основные свойства в равной степени? Подтвердите ответ конкретными примерами.
5. Эквивалентны ли понятия «амфотерное соединение» и «амфолит»? Ответ обоснуйте.
6. Какова среда растворов лизина $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ и аспарагиновой кислоты $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$? Можно ли назвать эти вещества амфотерными?
7. Может ли вещество, являющееся по теории Аррениуса кислотой, проявлять свойства основания? Ответ обоснуйте.
8. В чем проявляется общность теории Льюиса и теории Бренстеда — Лоури? В чем различие этих теорий? Подтвердите ответ конкретными примерами.
9. Как изменяются кислотно-основные свойства водородных соединений в ряду: метан — амиак — вода — фтороводород? Обоснуйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.
10. Как распознать растворы гидроксида калия и хлорида алюминия, не используя другие реагенты? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих реакций.

Упражнения

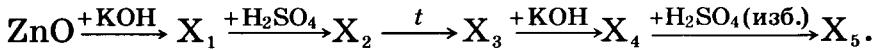
1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить амфотерные оксиды: а) оксид бериллия; б) оксид железа(III).
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить амфотерные гидроксиды: а) гидроксид цинка; б) гидроксид хрома(III); в) гидроксид алюминия.
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить амфотерные органические соединения: а) α -аминоуксусную кислоту; б) β -аминопропионовую кислоту; в) сульфаниловую кислоту (пара-сульфоанилин).
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 - а) цинк $\rightarrow \dots \rightarrow$ гидроксид цинка;
 - б) оксид железа(III) $\rightarrow \dots \rightarrow$ гидроксид железа(III);
 - в) хлорид алюминия $\rightarrow \dots \rightarrow$ оксид алюминия;
 - г) карбонат свинца(II) $\rightarrow \dots \rightarrow$ гидроксид свинца(II);
 - д) пропановая кислота $\rightarrow \dots \rightarrow$ 2-аминопропановая кислота;
 - е) нитробензол $\rightarrow \dots \rightarrow$ сульфаниловая кислота.
5. Напишите уравнения реакций получения аминокислот из следующих пептидов: а) Gly—Val; б) Ala—Ser; в) Leu—Phe—Cys.
6. Напишите уравнения химических реакций, характеризующих амфотерность: а) гидроксида бериллия; б) гидроксида алюминия.
7. Напишите уравнения химических реакций, характеризующих амфотерность органических соединений: а) аланина; б) сульфаниловой кислоты.
8. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, соответствующих данным схемам:
 - а) $ZnO + H^+ \rightarrow \dots$
 - б) $ZnO + OH^- \rightarrow \dots$
 - в) $ZnO + OH^- + H_2O \rightarrow \dots$
 - г) $Al_2O_3 + H^+ \rightarrow \dots$
 - д) $Al_2O_3 + OH^- \rightarrow \dots$
 - е) $Al_2O_3 + OH^- + H_2O \rightarrow \dots$
 - ж) $Pb(OH)_2 + H^+ \rightarrow \dots$
 - з) $Pb(OH)_2 + OH^- \rightarrow \dots$
 - и) $Cr(OH)_3 + H^+ \rightarrow \dots$
 - к) $Cr(OH)_3 + OH^- \rightarrow \dots$
 - л) $Cr(OH)_3 + OH^- + H_2O \rightarrow \dots$
9. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) оксид алюминия → сульфат алюминия → гидроксид алюминия → тетрагидроксоалюминат натрия → гидроксид алюминия → → оксид алюминия → тетрагидроксоалюминат натрия;

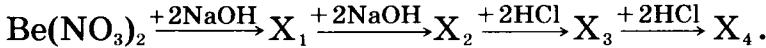
б) сульфат цинка → гидроксид цинка → тетрагидроксоцинкат калия → гидроксид цинка → оксид цинка → цинкат калия → гидроксид цинка;

в) оксид хрома(III) → нитрат хрома(III) → гидроксид хрома(III) → → гексагидроксохромат(III) натрия → гидроксид хрома(III) → оксид хрома(III) → гексагидроксохромат(III) натрия → хлорид хрома(III).

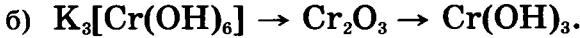
10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения соединений цинка:



11. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения соединений бериллия:



12. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения соединений хрома:



13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) уксусная кислота → бромуксусная кислота → аминоуксусная кислота → бромид аминоуксусной кислоты → аминоуксусная кислота → глицил-глицин;

б) α -аминопропионовая кислота → аланил-аланин → α -пропионовая кислота → этиламин.

14. Напишите уравнения реакций получения следующих пептидов: а) Gly—Val; б) Ala—Ser; в) Leu—Phe—Cys. Подтвердите амфотерность этих соединений уравнениями соответствующих реакций.

Задачи

1. При действии 20%-ного раствора гидроксида натрия на 20,25 г смеси оксидов магния и цинка израсходовалось 80 г раствора. Найдите массовую долю оксида магния в смеси.

2. При действии 35%-ного раствора серной кислоты на 67,5 г смеси оксида кремния(IV) и оксида цинка израсходовалось 140 г раствора. Найдите массовую долю оксида кремния(IV) в смеси.

- 3.** При действии 25%-ного раствора гидроксида натрия на порцию смеси оксидов магния и цинка израсходовалось 32 г раствора. При действии 25%-ной соляной кислоты на такую же порцию смеси потребовалось 102,2 г раствора. Найдите массовую долю оксида магния в смеси.
- 4.** При действии 16%-ного раствора гидроксида натрия на порцию смеси оксида кремния(IV) и оксида цинка израсходовалось 200 г раствора. При действии 10%-ного раствора серной кислоты на такую же порцию смеси потребовалось 196 г раствора. Найдите массовую долю оксида кремния(IV) в смеси.
- 5.** Порция смеси оксидов цинка и алюминия полностью растворяется в 196 г 20%-ного раствора серной кислоты. Такая же порция смеси без остатка растворяется в 112 г 20%-ного раствора гидроксида калия. Найдите массовую долю оксида цинка в смеси.
- 6.** К 10%-ному раствору сульфата алюминия массой 80 г добавили 10%-ный раствор гидроксида натрия массой 48 г. Найдите массу выпавшего осадка.
- 7.** К 15%-ному раствору сульфата алюминия массой 120 г добавили 20%-ный раствор гидроксида натрия массой 92 г. Найдите массу выпавшего осадка.
- 8.** К 20%-ному раствору сульфата алюминия массой 171 г добавили 25%-ный раствор гидроксида натрия массой 112 г. Найдите массу выпавшего осадка.
- 9.** К 10%-ному раствору сульфата алюминия массой 256,5 г добавили 20%-ный раствор гидроксида натрия массой 120 г. Найдите массу 20%-ного раствора серной кислоты, который необходимо добавить к полученному раствору для полного осаждения содержащихся в нем ионов алюминия.
- 10.** К 10%-ному раствору сульфата алюминия массой 128,25 г добавили 20%-ный раствор гидроксида натрия массой 100 г. Найдите массу 10%-ного раствора серной кислоты, который необходимо добавить к полученному раствору для полного осаждения содержащихся в нем ионов алюминия.
- 11.** К 10%-ному раствору хлорида цинка массой 10,2 г добавили 10%-ный раствор гидроксида калия массой 126 г. После этого в реакционный сосуд добавляли 25%-ный раствор соляной кислоты до прекращения реакций. Найдите массу израсходованного раствора кислоты.
- 12.** К 20%-ному раствору хлорида цинка массой 54 г добавили 10%-ный раствор гидроксида калия массой 189 г. После этого в ре-

акционный сосуд добавляли 25%-ный раствор соляной кислоты до прекращения реакций. Найдите массу израсходованного раствора кислоты.

13. При сплавлении 8,9 г смеси оксидов хрома(III) и алюминия с избытком гидроксида натрия выделился водяной пар, занимающий при температуре 400 °С и давлении 1 атм объем 4,14 л. Найдите массовую долю оксида алюминия в смеси.

14. Оксид алюминия массой 10,2 г сплавили с гидроксидом натрия массой 10 г. Найдите массу 30%-ной соляной кислоты, необходимую для полной нейтрализации образовавшейся смеси.

15. Для растворения 17,7 г смеси гидроксидов цинка и алюминия достаточно 105 г 30%-ного раствора азотной кислоты. Найдите массовые доли гидроксидов в смеси.

16. К 170 г 8%-ного раствора хлорида цинка добавили 40 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовые доли веществ в растворе, полученном в результате реакции.

17. К 170 г 8%-ного раствора хлорида цинка добавили 60 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовые доли веществ в растворе, полученном в результате реакции.

18. Для растворения смеси оксидов цинка и алюминия, в которой количество вещества оксида цинка в 2 раза больше количества вещества оксида алюминия, требуется 196 г 10%-ного раствора серной кислоты. Найдите массу 20%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для растворения такой же порции смеси.

Тема 20

Генетическая связь между классами неорганических и органических веществ

Упражнения

1. Составьте генетические ряды следующих металлов: а) магний; б) медь; в) барий; г) калий. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих превращения веществ в этих рядах.

2. Составьте генетические ряды следующих неметаллов: а) сера; б) кремний; в) фосфор. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих превращения веществ в этих рядах.

3. Составьте генетические ряды следующих металлов, которым соответствуют амфотерные оксиды и гидроксиды: а) цинк; б) алюминий; в) свинец. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих превращения веществ в этих рядах.

4. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих следующие превращения:

а) натрий → пероксид натрия → оксид натрия → гидроксид натрия → хлорид натрия → гидроксид натрия → сульфид натрия → → гидросульфид натрия → сульфид натрия → хлорид натрия → → натрий;

б) кальций → оксид кальция → гидроксид кальция → карбонат кальция → гидрокарбонат кальция → оксид кальция → нитрат кальция → нитрит кальция;

в) медь → оксид меди(II) → хлорид меди(II) → гидроксид меди(II) → оксид меди(II) → медь → сульфид меди(II);

г) сера → сероводород → сульфид бария → сероводород → сульфид меди(II) → диоксид серы → гидросульфит калия → диоксид серы → триоксид серы → серная кислота → сероводород → сера;

д) фосфор → оксид фосфора(V) → ортофосфорная кислота → ортофосфат натрия → гидроортофосфат натрия → ортофосфат кальция → фосфор;

е) цинк → оксид цинка → сульфат цинка → гидроксид цинка → тетрагидроксоцинкат натрия → гидроксид цинка → оксид цинка → цинкат калия → гидроксид цинка → нитрат цинка → → цинк;

ж) хром → хлорид хрома(III) → гидроксид хрома(III) → гексагидроксохромит натрия → гидроксид хрома(III) → оксид хрома(III) → гексагидроксохромат(III) натрия → сульфат хрома(III).

5. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих следующие превращения:

а) углерод → карбид алюминия → метан → бромметан → этан → → хлорэтан → этен → 1,2-дибромэтан → этин → бензол → бромбензол → толуол → 2,4,6-тринитротолуол;

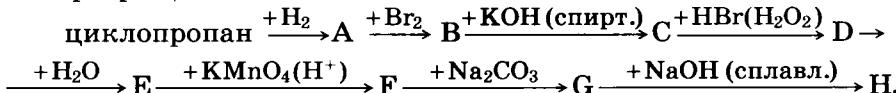
б) углерод → карбид кальция → ацетилен → винилацетилен → → дивинил → 1,4-дихлорбутен-2 → 1,4-дихлорбутан → циклобутан → → бутан → уксусная кислота → ацетат натрия → метан;

в) этан → этен → этанол → этаналь → этановая кислота → этил-ацетат → этанол → этен → этан;

г) 1,4-дигромпентан → метилциклогексан → циклопентан → пентан → пропен → пропанол-1 → пропаналь → пропановая кислота → → 2-хлорпропановая кислота → 2-аминопропановая кислота → аминоэтан → этанол → бутадиен-1,3 → дивиниловый каучук;

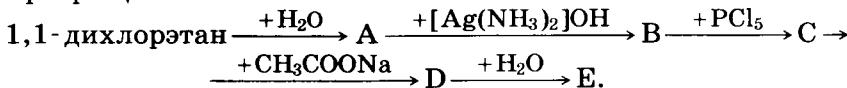
д) метан \rightarrow ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow изопропилбензол \rightarrow фенол \rightarrow фенолят натрия \rightarrow фенилформиат.

6. Напишите уравнения реакций, соответствующих данной цепочке превращений:



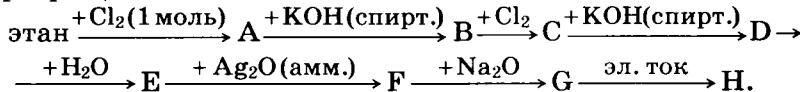
Назовите вещества А – Н.

7. Напишите уравнения реакций, соответствующих данной цепочке превращений:



Назовите вещества А — Е.

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих данной цепочке превращений:



Назовите вещества А — Н.

9. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих следующие превращения:

- а) цинк → карбонат цинка → гидроксид цинка → цинк;
б) натрий → оксид натрия → тетрагидроксоплюмбат(II) натрия →
→ сульфат натрия → натрий;
в) гидроксид алюминия → сульфид алюминия → метаалюминат
натрия;
г) сульфид натрия → сульфит натрия → сероводород → серная
кислота;
д) медь → гидроксид меди(II) → карбонат меди(II) → гидроксид
меди(II) → медь.

19. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из воды

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из воды, натрия, серы и хрома можно получить три оксида, три кислоты, четырьре средние соли, две кислые соли и две комплексные соли.

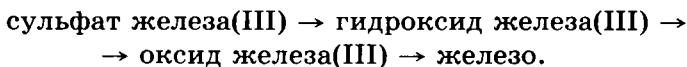
11. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих следующие превращения:

- а) карбид алюминия → тринитрат глицерина;
 - б) карбид кальция → бензойная кислота;

- в) метан → этоксибензол;
- г) изобутан → 2,4,6-тринитрофенол;
- д) бутен-2 → сульфаниловая кислота;
- е) пропин → α -аминопропионовая кислота;
- ж) изопрен → щавелевая кислота;
- з) этаноат натрия → пропионовый ангидрид;
- и) этиленгликоль → полистирол;
- к) глицерин → *мета*-бромбензойная кислота;
- л) формальдегид → *ортого*-фталевая кислота;
- м) ацетон → тетраметилбутан;
- н) уксусный ангидрид → фенилбензоат;
- о) глюкоза → хлористый ацетил → фенолят натрия;
- п) бромид этиламмония → формиат кальция;
- р) α -аминопропионовая кислота → этиленгликоль.

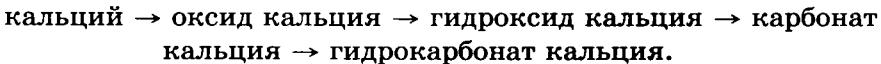
Задачи

- 1.** Осадок, выпавший при добавлении избытка щелочи к 200 г раствора сульфата железа(III), выделили и прокалили до постоянной массы. Полученный сухой остаток полностью растворяется в 58,8 г 25%-ного раствора серной кислоты. Найдите массовую долю соли в исходном растворе.
- 2.** Найдите массу 20%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для полной нейтрализации серной кислоты, полученной из 40 г сульфида железа(II).
- 3.** Водород, выделяющийся при действии избытка соляной кислоты на цинк, полностью восстанавливает железо из оксида, образовавшегося при термическом разложении 10,7 г гидроксида железа(III). Найдите массу цинка, использованного для получения водорода.
- 4.** Смесь порошков, состоящую из 12,8 г алюминия и 19,2 г серы, нагрели до 200 °C. Полученный продукт обработали избытком воды, образовавшийся осадок отфильтровали, высушили и растворили в 10%-ном растворе соляной кислоты. Найдите массу хлорида натрия, требующегося для получения необходимого количества соляной кислоты.
- 5.** Красный фосфор массой 6,2 г сожгли в избытке кислорода и образовавшийся продукт растворили в горячей воде. Найдите массу 10%-ного раствора гидроксида калия, необходимого для полной нейтрализации полученного раствора.
- 6.** Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений:



Найдите массу железа, образовавшегося в результате этих превращений из 200 г 10%-ного раствора сульфата железа(III).

7. Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений:



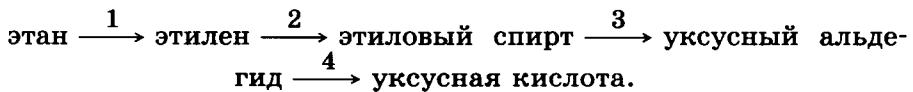
Найдите массу кальция, необходимого для получения в результате данной цепочки превращений 202,5 г 4%-ного раствора гидрокарбоната кальция.

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений:



Найдите массу фенола, образовавшегося в результате этих превращений из 33,6 л метана (н. у.), считая, что реакции 1 и 3 идут с количественным выходом (т. е. протекают полностью), а в каждой из реакций 2 и 4 выход продуктов составляет 90%.

9. Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений:



Найдите объем этана (н. у.), необходимого для получения в результате этих превращений 400 г 60%-ного раствора уксусной кислоты, учитывая, что в каждой использованной реакции выход продуктов составляет 80%.

10. Найдите массу фенилацетата, полученного из 200 г карбида кальция, массовая доля инертных примесей в котором составляет 4%.

11. Для омыления некоторого количества этилацетата требуется 400 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массу технического карбида кальция, необходимого для получения этого количества этилацетата (массовая доля инертных примесей в карбиде 20%).

12. Из метана, занимающего при давлении 4 атм и температуре 20 °C объем 22,4 л, трехстадийным синтезом получена уксусная кислота. Какую массу 60%-ного раствора можно приготовить из этой кислоты, если выход продукта на каждой стадии синтеза составлял 90% от теоретически возможного?

13. Предельную одноосновную карбоновую кислоту массой 14,8 г нейтрализовали гидроксидом натрия. Полученную соль прокалили с избытком гидроксида натрия. Для сжигания образовавшегося при этом вещества потребовалось 15,68 л кислорода (н. у.). Назовите исходную кислоту.

14. При дегидратации спирта А массой 7,4 г образуется единственный алкан В. В результате окисления полученного вещества В раствором перманганата калия в кислотной среде получили кислоту С, для нейтрализации которой потребовалось 50 г 8%-ного раствора гидроксида натрия. Назовите вещество А.

15. Из 76,8 г метана двухстадийным синтезом получили 33,7 г бензола, причем выход продукта первой реакции в 1,5 раза меньше, чем выход продукта второй реакции. Найдите массу ацетилена, образовавшегося в первой реакции.

16. Ароматический углеводород А ряда бензола при нитровании образует единственное мононитропроизводное. При получении порции этого нитросоединения в реакцию вступило 10,6 г углеводорода и 6,3 г азотной кислоты. Найдите массу 40%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации кислоты, полученной при окислении 5,3 г вещества А.

Тема 21

Водород

Вопросы

1. Какие свойства водорода позволяют поместить этот элемент в IA группу периодической системы элементов?
2. Какие свойства водорода позволяют поместить этот элемент в VIIA группу периодической системы элементов?
3. Каковы основные различия в свойствах изотопов водорода?
4. Какие особенности строения атомов водорода обусловливают возможность образования водородных связей?
5. Чем обусловлен тот факт, что теплопроводность водорода намного выше, чем теплопроводность других газообразных неметаллов?
6. Почему водород не получают взаимодействием металлов с азотной кислотой?
7. Почему при получении водорода электролизом воды необходимо добавлять щелочь или кислоту?

8. Почему в воздушных шарах, наполненных водородом, давление падает с достаточно большой скоростью?
9. Каковы основные различия в свойствах молекулярного и атомарного водорода?
10. Почему в процессе цепной свободнорадикальной реакции водорода с хлором на стадии инициирования цепи образуются радикалы хлора, а не радикалы водорода?
11. В каких случаях синтез водородных соединений неметаллов невозможен? Как получают такие водородные соединения? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
12. Каковы преимущества использования водорода в качестве топлива? Какие свойства водорода ограничивают его применение в качестве источника энергии?
13. В чем причины полярности молекул воды и пероксида водорода?
14. Какие особенности физических свойств воды обусловлены наличием в этом веществе межмолекулярных водородных связей?
15. Какие особенности строения молекул воды обусловливают роль этого вещества в процессе диссоциации электролитов в водных растворах?
16. Чем обусловлена жесткость воды? Какие проблемы возникают в промышленности и в быту при использовании жесткой воды? Какие вы знаете методы устранения жесткости воды?
17. В каких случаях гидролиз бинарных соединений является окислительно-восстановительной реакцией? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
18. В каких случаях гидролиз бинарных соединений является реакцией, протекающей без изменения степеней окисления элементов? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
19. При горении водорода в кислороде, помимо воды, образуется пероксид водорода, однако в продуктах реакции он не обнаруживается. Объясните причины этого явления.

Упражнения

1. Какие из предложенных металлов можно использовать для получения водорода при реакции с водой: литий, магний, медь, алюминий, железо, хром, ртуть, кальций? Напишите уравнения возможных реакций.
2. Какие из предложенных металлов можно использовать для получения водорода при реакции с раствором серной кислоты: цинк, серебро, бериллий, магний, медь, хром? Напишите уравнения возможных реакций.

3. Какие из предложенных металлов можно использовать для получения водорода при реакции с раствором гидроксида натрия: магний, железо, цинк, медь, алюминий, кальций, бериллий? Напишите уравнения возможных реакций.

4. При электролизе растворов каких из перечисленных солей на катоде выделяется водород: хлорид калия, сульфат магния, бромид меди(II), сульфид натрия, хлорид ртути(II), сульфат цинка? Напишите уравнения возможных реакций, рассмотрите катодные и анодные процессы.

5. С какими из предложенных простых веществ может взаимодействовать водород: сера, селен, азот, фосфор, углерод, кремний, иод, аргон, натрий, медь, алюминий, хром, кальций? Напишите уравнения возможных реакций.

6. С какими из предложенных неорганических соединений может взаимодействовать водород: оксид бария, оксид железа(III), оксид алюминия, оксид серебра, оксид углерода(II), оксид углерода(IV), оксид азота(II), оксид серы(VI)? Напишите уравнения возможных реакций.

7. С какими из предложенных органических соединений может взаимодействовать водород: пропан, изобутан, метилцикlobутан, бутен-2, пропин, изопрен, толуол, бутанол-1, ацетальдегид, ацетон, уксусная кислота, нитробензол, этиламин, пиррол, пиридин? Напишите уравнения возможных реакций.

8. С какими из предложенных простых веществ может взаимодействовать вода: литий, магний, медь, алюминий, хром, цинк, железо, серебро, хлор, фтор, азот, углерод, кремний? Напишите уравнения возможных реакций.

9. С какими из предложенных неорганических соединений может взаимодействовать вода: оксид бария, оксид цинка, оксид калия,monoоксид углерода, диоксид кремния, триоксид серы? Напишите уравнения возможных реакций.

10. С какими из предложенных органических соединений может взаимодействовать вода: бутан, 2-метилпентан, циклогексан, пропен, дивинил, ацетилен, бутин-1, этилбензол, фенол, метиловый спирт, пропаналь, бромэтан, 1,2-дигромэтан, 2,2-дигромпропан? Напишите уравнения возможных реакций.

11. Напишите уравнения гидролиза следующих неорганических соединений: а) гидрид магния; б) гидрид алюминия; в) карбид кальция; г) карбид алюминия; д) силицид магния; е) нитрид натрия; ж) фосфид кальция; з) трихлорид фосфора; и) пентахлорид фосфора. Какие из рассмотренных реакций являются окислительно-восстановительными?

12. Напишите уравнения гидролиза следующих органических соединений: а) хлористый ацетил; б) изопропилформиат; в) уксусный ангидрид; г) тристеарат глицерина. Укажите условия протекания этих реакций, назовите образующиеся продукты.

13. Закончите следующие уравнения реакций получения пероксида водорода:

- а) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- б) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- в) $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- г) $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \dots$

14. Закончите схемы реакций, характеризующих окислительные свойства пероксида водорода. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{NaI} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- б) $\text{NaI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- в) $\text{NaCrO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
- г) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- д) $\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- е) $\text{MgI}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- ж) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- з) $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
- и) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$

15. Закончите схемы реакций, характеризующих восстановительные свойства пероксида водорода. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- б) $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- в) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- г) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$

16. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



Задачи

1. Относительная плотность по водороду смеси водорода с кислородом равна 2. Найдите массовую долю водорода в этой смеси.

2. Масса 1 л смеси водорода с кислородом при нормальных условиях равна 758,9 мг. 30 л такой смеси находится в закрытом сосуде при температуре 20 °С и давлении 763 мм рт. ст. Как изменится

давление в сосуде после взрыва газовой смеси и приведения продуктов реакции к первоначальным условиям?

3. В результате электролиза воды получен водород, занимающий при нормальных условиях объем 5,6 л. Какое количество электричества пропущено через воду?

4. При действии избытка воды на 2 г гидрида щелочного металла выделился водород, занимающий при нормальных условиях объем 5,6 л. Гидрид какого металла был использован?

5. После взрыва смеси водорода с кислородом была получена вода массой 90 г. Объем непрореагировавшего водорода при температуре 27 °С и давлении 700 мм рт. ст. равен 133,62 л. Найдите объемную долю водорода в исходной смеси.

6. Для полного сгорания 100 л смеси метана с водородом потребовалось 40 л кислорода (объемы газов измерены при температуре 577 °С и давлении 102,9 кПа). Найдите объемную долю водорода в исходной смеси.

7. При взрыве 156 мл смеси водорода с избытком кислорода (температура 383 К, давление 101,3 кПа) и приведения продуктов реакции к первоначальным условиям объем газа уменьшился до 124,8 мл. Найдите объемную долю водорода в исходной смеси.

8. В 2%-ный раствор гидроксида лития массой 80 г опустили кусочек лития, в результате чего выделилось 3,36 л водорода. Найдите массовую долю гидроксида лития в получившемся растворе.

9. Кусочек натрия опустили в воду массой 50 г и после окончания реакции получили 5%-ный раствор гидроксида натрия. Найдите массу выделившегося водорода.

10. Кусочек натрия опустили в 5%-ный раствор гидроксида натрия массой 100 г. После окончания реакции массовая доля гидроксида натрия в растворе стала равна 8%. Найдите объем выделившегося водорода (н. у.).

11. Объем кислорода, необходимого для сжигания смеси водорода с ацетиленом, в 1,5 раза больше объема этой смеси (объемы газов измерены при одинаковых условиях). Найдите объемную долю водорода в этой смеси.

12. К смеси метана с этиленом добавили водород, количество которого в 3 раза превышало количество смеси, и пропустили над катализатором. После окончания реакции смесь привели к первоначаль-

ным условиям. Объем полученной газовой смеси оказался на 12,5% меньше, чем объем исходной смеси углеводородов с водородом. Найдите массовую долю водорода в исходной смеси.

13. Смесь равных объемов этилена и водорода пропустили над нагретым никелем. Найдите, какая часть смеси прореагировала, учитывая, что плотность газовой смеси увеличилась в 1,333 раза.

14. Плотность смеси ацетилена с водородом при температуре 0 °C и давлении 2 атм равна 0,714 г/л. Эту газовую смесь нагрели и пропустили над никелевым катализатором. Найдите объемные доли газов в смеси, полученной в результате реакции.

15. Смесь ацетилена с пятикратным объемом водорода пропустили над катализатором, и 50% ацетилена превратилось в этан. Найдите плотность образовавшейся равновесной смеси при давлении 1 МПа и температуре 300 °C. (Наличием этилена в смеси можно пренебречь.)

16. Смесь паров бензола с водородом (объемное отношение 1 : 3) пропустили над нагретым никелем. Найдите относительную плотность по водороду полученной газовой смеси, учитывая, что прореагировало 40% бензола.

17. На 100 г технического гидрида кальция (массовая доля нерасстворимых примесей 15,8%) подействовали избытком воды. Образовавшийся водород полностью сожгли в хлоре и продукт реакции растворили в воде, получив в результате 10 л соляной кислоты. Найдите молярную концентрацию хлороводорода в этой кислоте.

18. При действии избытка дихромата натрия на 50 г водного раствора пероксида водорода в присутствии серной кислоты выделился газ, занимающий при температуре 27 °C и давлении 752 мм рт. ст. объем 11,185 л. Найдите массовую долю пероксида водорода в исходном растворе.

Тема 22

Галогены

Вопросы

- Дайте характеристику химического элемента хлора на основании его положения в периодической системе и строения его атома.

2. В каких степенях окисления атом хлора имеет строение, аналогичное строению атомов благородных газов — неона и аргона?
3. В чем причина различия высших степеней окисления фтора и хлора?
4. В чем причина различия высших валентностей фтора и хлора?
5. Как и почему изменяется электроотрицательность галогенов с увеличением порядкового номера элемента?
6. Почему для галогенов наиболее характерны нечетные валентности?
7. Как изменяется в ряду фтор — иод прочность связи в молекулах простых веществ? Ответ мотивируйте.
8. Каковы основные закономерности изменения физических свойств простых веществ — галогенов в ряду фтор — иод? В чем причины этих закономерностей?
9. В чем иод растворяется лучше — в воде или в бензоле? Ответ мотивируйте.
10. Что произойдет, если к бромной воде добавить небольшое количество хлороформа? Объясните причины этого явления.
11. Почему галогены не встречаются в природе в свободном состоянии?
12. Перед тем как заполнить хлором стальной баллон, газ необходимо тщательно осушить. В чем причина такой необходимости?
13. Что общего в химических свойствах хлора и водорода и каковы различия в свойствах этих веществ?
14. Сравните окислительную активность фтора и хлора. Объясните причины различий и подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
15. Почему взаимодействие фтора и хлора с водой протекает по-разному?
16. В чем причины неограниченной растворимости фтороводорода в воде?
17. Как изменяются температуры кипения в ряду HF—HI? Ответ мотивируйте.
18. При температуре 1000 °С фтороводород устойчив, а степень термической диссоциации иодоводорода равна 33%. Объясните причины различной термической устойчивости этих галогеноводородов.
19. Как изменяется сила галогеноводородных кислот в ряду HF—HI? Ответ мотивируйте.
20. Чем обусловлена окислительно-восстановительная двойственность свойств галогеноводородов?
21. Как изменяется восстановительная активность галогеноводородов в ряду HF—HI? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.

22. Почему иодоводород нельзя получить, действуя на иодиды концентрированной серной кислотой?
23. Почему плавиковую кислоту нельзя хранить в стеклянной посуде?

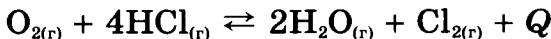
Упражнения

1. Закончите следующие уравнения реакций получения галогенов:

- $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \dots$
- $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$
- $\text{HCl} + \text{KClO}_3 \rightarrow \dots$
- $\text{HCl} + \text{CaOCl}_2 \rightarrow \dots$
- $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$
- $\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$
- $\text{KBr} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- $\text{NaI} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$

Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

2. Как изменить температуру и давление, чтобы равновесие в реакции



сместить в сторону образования хлора?

3. С какими из перечисленных простых веществ реагирует фтор: водород, кислород, фосфор, сера, аргон, ксенон, цинк, алюминий? Напишите уравнения соответствующих реакций.

4. С какими из перечисленных простых веществ реагирует хлор: водород, кислород, фосфор, сера, аргон, ксенон, цинк, алюминий? Напишите уравнения соответствующих реакций.

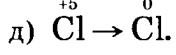
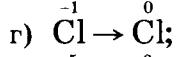
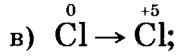
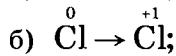
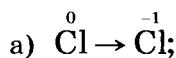
5. С какими из перечисленных неорганических соединений реагирует хлор: вода, гидроксид калия, гидроксид кальция, бромоводородная кислота, азотная кислота, сульфит натрия, сульфат натрия, сероводородная кислота? Напишите уравнения соответствующих реакций.

6. С какими из перечисленных органических соединений реагирует хлор: пропан, пропен, бутин-2, изопрен, метилциклопропан, циклогексан, толуол, уксусный альдегид, пропионовая кислота? Напишите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания, назовите продукты реакций.

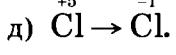
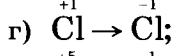
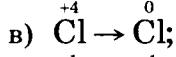
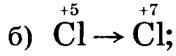
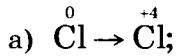
7. Как влияет уменьшение давления на химическое равновесие в следующих системах:

- $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{I}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{r})};$
- $\text{Cl}_{2(\text{r})} + \text{SO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{r})}?$

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



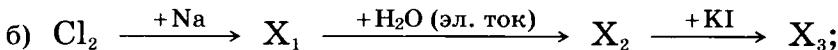
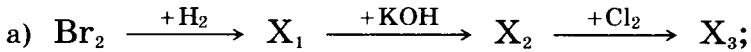
9. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным переходам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

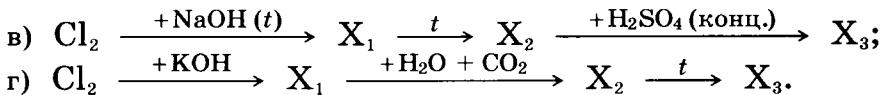


10. С какими из предложенных веществ может взаимодействовать соляная кислота: серебро, барий, оксид марганца(II), оксид марганца(VII), гидроксид железа(III), сульфат аммония, нитрат серебра, дихромат натрия? Реакции ионного обмена напишите в молекулярной и ионной форме; в окислительно-восстановительных реакциях расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

11. С какими из перечисленных органических соединений может взаимодействовать бромоводород: пентан, циклопропан, метилцикlopентан, пропен, бутадиен-1,3, бензол, стирол, фенол, бутанол-2, фенолят натрия, изопропиламин, аланин? Напишите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания, назовите продукты реакций.

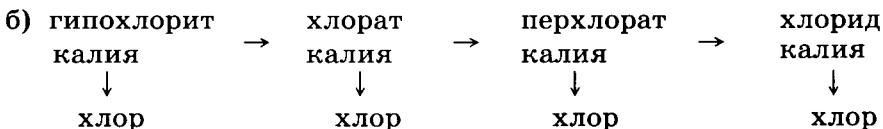
12. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения галогенов и их соединений:





13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) хлор \rightarrow гипохлорит натрия \rightarrow хлорноватистая кислота \rightarrow соляная кислота \rightarrow хлорид калия \rightarrow гидроксид калия;



14. Как опытным путем отличить раствор бромида натрия от раствора фторида калия? Напишите уравнения необходимых реакций.

15. Как опытным путем доказать наличие в азоте примеси:
 а) хлора; б) бромоводорода? Напишите уравнения необходимых реакций.

16. Как опытным путем доказать наличие в растворе хлорида калия примеси иодоводородной кислоты? Напишите уравнения необходимых реакций.

Задачи

1. Относительная молекулярная масса соли равна 151. Массовая доля натрия в этом веществе равна 15,23%, массовая доля брома равна 52,98%, массовая доля кислорода равна 31,79%. Выведите молекулярную формулу соли.

2. Определите степень окисления хлора в соли с молярной массой 143 г/моль, если массовая доля кальция в этом веществе равна 27,97%, массовая доля хлора равна 49,65%, массовая доля кислорода равна 22,38%.

3. Выведите простейшую формулу кислоты, массовая доля водорода в которой равна 2,2%, массовая доля иода равна 55,7%, массовая доля кислорода равна 42,1%.

4. Образец фторида железа массой 4,52 г содержит 2,28 г фтора. Определите простейшую формулу этого соединения.

5. Образец соединения фосфора с бромом содержит 24 г брома. Масса образца равна 27,1 г. Чему равна степень окисления фосфора в этом соединении?

- 6.** В оксиде брома массы элементов брома и кислорода относятся как 5 : 3. Выведите простейшую формулу этого оксида.
- 7.** В соединении серы с хлором отношение масс элементов серы и хлора равно 0,225. Определите степень окисления серы в этом соединении.
- 8.** Газовая смесь содержит фтор массой 3,8 г и хлор массой 14,2 г. Найдите плотность этой смеси при нормальных условиях.
- 9.** Газовая смесь состоит из 11,2 л фтора и 33,6 л хлора. Какова относительная плотность этой смеси по водороду?
- 10.** Смесь фтора и хлора содержит равные массы этих веществ. Найдите объемные доли газов в смеси. Чему равна относительная плотность этой смеси по воздуху?
- 11.** Объемные доли фтора и хлора в их смеси равны. Найдите массовые доли веществ в смеси.
- 12.** Бромоводород, занимающий при нормальных условиях объем 67,2 л, растворили в 500 мл воды. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
- 13.** К 200 г 10%-ного раствора бромоводородной кислоты добавили 300 г 20%-ного раствора бромоводородной кислоты. Найдите массовую долю бромоводорода в полученном растворе.
- 14.** Найдите объем хлороводорода (н. у.) и массу воды, которые потребуются для приготовления 200 г 20%-ной соляной кислоты.
- 15.** Какой объем хлора (н. у.) потребуется, чтобы в нем полностью сгорел натрий массой 9,2 г?
- 16.** Найдите массу хлорида магния, образующегося при сжигании 7,2 г магния в 7,84 л хлора (н. у.).
- 17.** В сосуде взорвали смесь, состоящую из 5,5 л водорода и 4,5 л хлора (н. у.). После взрыва сосуд охладили до первоначальной температуры. Найдите объемные доли газов, содержащихся в сосуде.
- 18.** При действии 98%-ного раствора серной кислоты на хлорид натрия получен хлороводород, занимающий при нормальных условиях объем 896 л. Найдите массу израсходованного раствора серной кислоты.
- 19.** Найдите массу 20%-ной соляной кислоты, которую можно получить из 1 кг хлорида натрия, содержащего 5% инертных примесей.

20. При пропускании хлора через 29,75 г раствора бромида калия выделился бром массой 0,4 г. Найдите массовую долю бромида калия в использованном растворе.

21. Найдите массу осадка, выпавшего при сливании 30 г 5%-ного раствора нитрата серебра и 40 г 10%-ного раствора хлорида бария.

22. При электролизе расплава хлорида натрия массой 70,2 г получен хлор, занимающий при нормальных условиях объем 10,08 л. Найдите выход хлора.

23. При действии концентрированной серной кислоты на хлорид натрия получен хлороводород массой 91,25 г. Выход продуктов данной реакции составляет 80% от теоретически возможного. Найдите массу использованного хлорида натрия. Найдите массу 10%-ной соляной кислоты, которую можно получить из выделившегося хлороводорода.

24. Для нейтрализации соляной кислоты, полученной из 35,1 г хлорида натрия, потребовалось 200 г раствора гидроксида калия. Найдите массовую долю щелочи в использованном растворе.

25. Плотность смеси хлора с водородом при нормальных условиях равна 0,25 г/л. Хлороводород, образовавшийся при взрыве 10 г такой смеси, пропустили через 10%-ную соляную кислоту и получили 20%-ную соляную кислоту. Найдите массу полученной кислоты.

26. Через 5%-ную соляную кислоту пропустили смесь водорода и хлороводорода и получили 25%-ную соляную кислоту массой 200 г. Найдите объем пропущенной через раствор газовой смеси (н. у.), если ее плотность по водороду равна 9,625.

27. Образец сплава калия с натрием полностью взаимодействует с хлором, занимающим при нормальных условиях объем 3,36 л. Найдите массу брома, с которым полностью прореагирует образец сплава, масса которого в 2 раза больше.

28. Через 300 г 10%-ного раствора хлорида натрия пропустили ток. Через некоторое время ток выключили. Объем газа, выделившегося на аноде, при давлении 1 атм и температуре 27 °С равен 1 л. Найдите массовые доли веществ, находящихся в растворе после выключения тока (растворимостью образовавшихся газов можно пренебречь), если выход продуктов электролиза составляет 91% от теоретического.

29. Газ, выделившийся на аноде при электролизе 200 г 20%-ного раствора хлорида натрия, пропустили через 400 г 30%-ного раствора

ра бромида калия. К полученному раствору добавили избыток раствора нитрата серебра. Определите количественный состав выпавшего осадка.

30. Смесь хлороводорода и бромоводорода пропустили через избыток раствора гидроксида бария, при этом масса раствора увеличилась на 3,97 г. К полученному раствору добавили избыток раствора нитрата серебра, в результате чего выпал осадок массой 10,39 г. Найдите объемные доли газов в исходной смеси.

31. 38,3 г смеси хлоридов калия и натрия растворили в 400 г воды и через этот раствор пропустили ток. Газообразные продукты, полученные в результате полного электролиза солей, смешали и подожгли. Объем образовавшегося продукта равен при нормальных условиях 13,44 л. Найдите массовые доли солей в растворе, подвергвшемся электролизу.

32. Смесь хлорида кальция и иодида кальция разделили на две равные части и растворили в воде. К первой половине смеси добавили избыток раствора нитрата ртути(II) и получили осадок массой 9,1 г. Ко второй половине смеси добавили избыток раствора нитрата серебра и получили осадок массой 18,01 г. Найдите массовые доли солей в исходной смеси.

33. Плотность смеси хлора с водородом при давлении 0,2 атм и температуре 27 °С равна 0,0894 г/л. Хлороводород, полученный при взрыве 100 л такой смеси, растворили в 500 г 10%-ной соляной кислоты. Найдите массовую долю хлороводорода в образовавшемся растворе.

34. Через 800 г 10%-ного водного раствора хлорида натрия пропустили ток. После окончания процесса электролиза соли весь выделившийся на аноде газ поглотили горячим раствором, получившимся в результате электролиза. Найдите массовые доли веществ, содержащихся в растворе после поглощения газа.

35. 500 г водного раствора хлорида натрия подвергли электролизу. После окончания процесса весь полученный на аноде газ пропустили через оставшийся в электролизере раствор; газ полностью поглотился, и в получившемся растворе образовался хлорид натрия, массовая доля которого равна 10%. Найдите массовую долю хлорида натрия в растворе, взятом для электролиза.

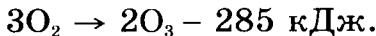
36. В сосуде смешали 200 г 30%-ного раствора нитрата серебра и 400 г 10%-ного раствора хлорида бария. Найдите массу выпавшего осадка и массовые доли веществ, находящихся в растворе после окончания реакции.

Тема 23

Кислород

Вопросы

1. Какие особенности строения молекулы кислорода обусловливают магнитные свойства этого вещества? Подтвердите ответ энергетической схемой образования молекулы кислорода.
2. Почему при наличии на внешнем электронном уровне атома кислорода двух неспаренных электронов максимальная валентность этого элемента равна трем? Приведите пример соединения, содержащего трехвалентный атом кислорода; рассмотрите строение этого соединения.
3. Чему равны максимальная и минимальная степени окисления кислорода? Приведите примеры соединений, содержащих кислород в возможных для этого элемента степенях окисления.
4. Почему жидкий воздух богаче кислородом, чем атмосферный?
5. Как можно разделить смесь, состоящую из кислорода и озона?
6. Образование озона из кислорода происходит по уравнению



Может ли данный процесс протекать самопроизвольно? Ответ мотивируйте.

7. Сравните окислительную активность кислорода и озона. Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.

Упражнения

1. Напишите уравнения реакций получения кислорода, соответствующих данным схемам:

- | | |
|--|--|
| a) $\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2;$ | d) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2;$ |
| b) $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{O}_2;$ | e) $\text{KClO}_4 \rightarrow \text{O}_2;$ |
| v) $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{O}_2;$ | ж) $\text{HgO} \rightarrow \text{O}_2;$ |
| г) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2;$ | з) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2.$ |

2. Закончите уравнения реакций простых веществ с кислородом, соответствующих данным схемам. Укажите, к какому классу относят продукты реакций; назовите эти продукты.

- | | |
|--|---|
| a) $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | г) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | д) $\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | е) $\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |

3. Закончите схемы реакций неорганических соединений с кислородом. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

- | | |
|--|--|
| a) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | e) $\text{C}_2\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| b) $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | ж) $\text{CS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{CuS} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | з) $\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | и) $\text{FeCl}_2 + \text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$ |
| д) $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | к) $\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ |

4. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- | | |
|---|---|
| a) $\text{Ag} + \text{O}_3 \rightarrow \dots$ | г) $\text{KOH} + \text{O}_3 \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{K} + \text{O}_3 \rightarrow \dots$ | д) $\text{FeSO}_4 + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Rb} + \text{O}_3 \rightarrow \dots$ | е) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \dots$ |

Задачи

1. Какой объем занимает при нормальных условиях смесь, состоящая из 8 г кислорода и 8 г водорода?

2. Чему равна масса смеси, состоящей из 5,6 л кислорода и 11,2 л озона (н. у.)?

3. Найдите объемные доли газов в смеси, состоящей из 80 г кислорода и 120 г озона. Чему равна плотность этой смеси при нормальных условиях?

4. Объем 4,8 г смеси кислорода и диоксида серы при нормальных условиях равен 2,24 л. Найдите объемные доли газов в смеси и относительную плотность смеси по водороду.

5. Массовая доля кислорода в его смеси с сероводородом равна 20%. Найдите объемные доли газов в смеси и относительную плотность смеси по водороду.

6. Найдите массовые доли газов в смеси, состоящей из 20 л кислорода и 30 л озона (н. у.). Чему равна относительная плотность этой смеси по воздуху?

7. Какой объем кислорода можно получить, разложив 49 г бертолетовой соли, если выход продукта реакции составляет 65% от теоретически возможного?

8. При электролизе воды получен кислород, объем которого при нормальных условиях равен 1 м³. Найдите массу использованной воды, если известно, что выход продуктов электролиза составляет 95% от теоретически возможного.

9. При пропускании над катализатором смеси диоксида серы с кислородом, занимающей при нормальных условиях объем 40 л, диоксид серы полностью окислился и образовался триоксид серы массой 3,4 г. Найдите объемную долю кислорода в исходной смеси.

10. При пропускании 60 л воздуха через озонатор 10% кислорода, содержащегося в воздухе, превратилось в озон. Найдите объем озонарированного воздуха (объемы измерены при одинаковых условиях).

11. После пропускания через озонатор объем воздуха уменьшился на 336 мл. Полученный озонированный воздух пропустили через избыток раствора иодида натрия. Найдите массу выделившегося иода.

12. Найдите объем озонарированного кислорода (массовая доля озона 5%), необходимого для сжигания 840 мл циклобутана (н. у.).

13. Над серебряной пластинкой пропустили 100 мл смеси кислорода с озоном, относительная плотность которой по воздуху равна 1,241. Как изменилась масса пластинки?

14. Относительная плотность паров органического соединения по водороду равна 51. При сжигании в кислороде 30,6 г этого вещества образовалось 79,2 г углекислого газа и 37,8 г воды. Найдите объем кислорода, вступившего в реакцию.

15. Объемные доли этана и бутана в газовой смеси равны соответственно 40 и 60%. Найдите объем кислорода (н. у.), необходимого для сжигания 117 г такой смеси.

16. Объем воздуха, необходимый для сжигания газообразного алкена, в 30 раз больше объема сжигаемого алкена. Сколько изомерных алканов удовлетворяет данному условию?

Тема 24

Сера и ее соединения

Вопросы

- Сравните относительные электроотрицательности серы и кислорода. Объясните причины различий этих величин.
- Сравните максимальные валентности серы и кислорода. Объясните причины различий этих величин.

3. Сравните максимальные степени окисления серы и кислорода. Объясните причины различий этих величин.
4. Какие различия в структуре ромбической и пластической серы обусловливают различие в физических свойствах этих веществ?
5. Почему сера нерастворима в воде? В каких растворителях сера должна растворяться?
6. Чем обусловлены сходство и различие химических свойств серы и кислорода?
7. Почему сера по отношению к фосфору является окислителем, а по отношению к хлору — восстановителем?
8. Чем объяснить различие валентных углов в молекулах сероводорода и воды?
9. Сравните температуры кипения сероводорода и воды. Объясните причины различий этих величин.
10. Почему сероводород в отличие от многих других газов нельзя осушать концентрированной серной кислотой?
11. Почему при длительном хранении раствор сероводорода мутнеет?
12. Может ли сероводород проявлять свойства окислителя?
13. Углекислый газ получают в лаборатории, действуя соляной кислотой на мрамор. Почему для получения углекислого газа не используют серную кислоту?
14. В лаборатории можно получить диоксид серы, действуя на сульфиты раствором серной кислоты. Почему в данной реакции не используют азотную кислоту?
15. Почему сернистый ангидрид проявляет окислительно-восстановительную двойственность, а серный ангидрид является типичным окислителем?
16. Какой газ лучше растворяется в воде — сернистый или углекислый? Какова причина различной растворимости этих газов?
17. Почему при обычных условиях триоксид серы является жидкостью, а диоксид серы — газом?
18. Почему при хранении раствора сернистой кислоты его тщательно предохраняют от доступа воздуха?
19. Какая кислота сильнее: а) сернистая или селенистая; б) сернистая или серная? Ответ мотивируйте.
20. Почему при приготовлении раствора серной кислоты нужно приливать концентрированную серную кислоту к воде и нельзя приливать воду к концентрированной серной кислоте?
21. Почему цинк легко растворяется в разбавленной серной кислоте, а свинец, также находящийся в ряду напряжений легче водорода, практически не растворяется?
22. Почему реакции металлов с разбавленной и концентрированной серной кислотой протекают по-разному?

Упражнения

1. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства серы.

- | | |
|---|--|
| a) $\text{Al} + \text{S} \rightarrow \dots$ | ж) $\text{HI} + \text{S} \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \dots$ | з) $\text{CH}_4 + \text{S} \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \dots$ | и) $\text{HNO}_3(\text{конц.}) + \text{S} \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{Cl}_2 + \text{S} \rightarrow \dots$ | к) $\text{KClO}_3 + \text{S} \rightarrow \dots$ |
| д) $\text{F}_2 + \text{S} \rightarrow \dots$ | л) $\text{KNO}_3 + \text{S} \rightarrow \dots$ |
| е) $\text{P} + \text{S} \rightarrow \dots$ | |

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям. Укажите условия их протекания; назовите продукты реакций. В каких из этих реакций сера является восстановителем, в каких — окислителем?

- а) $\overset{0}{\text{S}} \rightarrow \overset{-2}{\text{S}}$; в) $\overset{0}{\text{S}} \rightarrow \overset{+4}{\text{S}}$;
б) $\overset{0}{\text{S}} \rightarrow \overset{+2}{\text{S}}$; г) $\overset{0}{\text{S}} \rightarrow \overset{+6}{\text{S}}$.

3. Закончите схемы реакций, характеризующих химические свойства сероводорода. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- | | |
|--|---|
| а) $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ | д) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ | е) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ | ж) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ | з) $\text{HClO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$ |

4. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

- а) $\overset{-2}{\text{S}} \rightarrow \overset{0}{\text{S}}$;
б) $\overset{-2}{\text{S}} \rightarrow \overset{+4}{\text{S}}$;
в) $\overset{-2}{\text{S}} \rightarrow \overset{+6}{\text{S}}$.

Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

5. Произойдет ли реакция при пропускании сероводорода в водные растворы следующих солей: хлорида калия, сульфата меди(II), сульфата железа(II), нитрата бария, силиката натрия? Напишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной форме.

6. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих солей:
а) сульфид калия; б) сульфид цинка; в) гидросульфид натрия.

7. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие соли: а) сульфид натрия; б) сульфид меди(II).

8. С какими из предложенных веществ может реагировать сульфид натрия: водород, кислород, сера, гидроксид меди(II), серная кислота, азотная кислота, сероводородная кислота, хлорид калия, хлорид цинка? Напишите уравнения возможных реакций.

9. Закончите схемы реакций. Укажите условия протекания этих процессов; расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



10. Определите реакцию среды в водных растворах: а) сульфида калия; б) сульфида бария.

Подтвердите ответ уравнениями реакций гидролиза в молекулярной и ионной форме. Что необходимо сделать для подавления гидролиза этих солей?

11. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

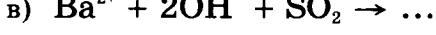
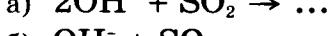
а) сульфид железа(II) → сероводород → гидросульфид натрия →

→ сульфид натрия → гидросульфид натрия → сульфид свинца(II);

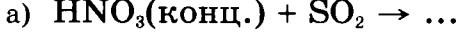
б) гидроксид бария → сульфид бария → гидросульфид бария →

→ сульфид бария → сероводород.

12. Закончите ионные уравнения реакций. Напишите молекулярные уравнения соответствующих реакций.



13. Закончите схемы реакций, характеризующих окислительно-восстановительную двойственность диоксида серы. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



14. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, характеризующих химические свойства: а) сульфита натрия; б) сульфита свинца(II).

15. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реак-

ций, с помощью которых можно получить: а) сульфит стронция; б) сульфит калия; в) сульфит меди(II).

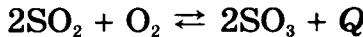
16. Закончите схемы реакций, характеризующих окислительно-восстановительную двойственность сернистой кислоты и ее солей. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций. В каких из приведенных реакций атомы S⁺⁴ являются окислителями, в каких — восстановителями?

- а) Na₂SO₃ + Br₂ + NaOH → ...
- б) H₂SO₃ + H₂O₂ → ...
- в) H₂SO₃ + H₂S → ...
- г) Na₂SO₃ \xrightarrow{t} ...
- д) K₂SO₃ + KMnO₄ + H₂O → ...
- е) K₂SO₃ + KMnO₄ + KOH → ...
- ж) K₂SO₃ + KMnO₄ + H₂SO₄ → ...

17. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



18. Как влияет на химическое равновесие в реакции



а) повышение температуры; б) увеличение давления; в) использование катализатора?

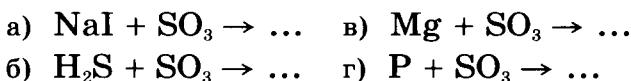
19. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

- а) $\overset{+4}{\text{S}} \rightarrow \overset{+6}{\text{S}}$;
- б) $\overset{+4}{\text{S}} \rightarrow \overset{0}{\text{S}}$;
- в) $\overset{+4}{\text{S}} \rightarrow \overset{+2}{\text{S}}$;
- г) $\overset{+4}{\text{S}} \rightarrow \overset{-2}{\text{S}}$.

20. Закончите ионные уравнения реакций. Напишите молекулярные уравнения соответствующих реакций.

- а) 2OH⁻ + SO₃ → ...
- б) OH⁻ + SO₃ → ...
- в) Ca²⁺ + 2OH⁻ + SO₃ → ...

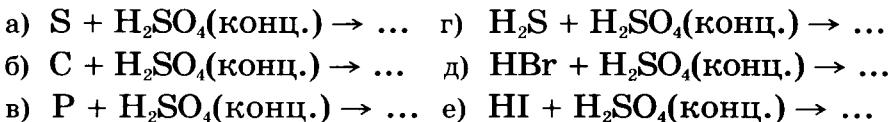
21. Закончите схемы окислительно-восстановительных реакций, характеризующих свойства триоксида серы. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



22. С какими из перечисленных веществ взаимодействует разбавленная серная кислота: магний, свинец, железо, ртуть, оксид хрома(II), оксид хрома(III), оксид хрома(VI), гидроксид алюминия, хлорид натрия, силикат калия, сульфид железа(II), сульфид меди(II)? Напишите уравнения возможных реакций.

23. С какими из перечисленных металлов взаимодействует концентрированная серная кислота: натрий, свинец, медь, алюминий, серебро, золото? Напишите уравнения возможных реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

24. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



25. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии избытка концентрированной серной кислоты на следующие твердые соли: а) хлорид натрия; б) бромид натрия; в) иодид натрия; г) нитрат натрия; д) перхлорат натрия. Какие из этих реакций протекают без изменения степеней окисления элементов, какие являются окислительно-восстановительными? Почему взаимодействие концентрированной серной кислоты с данными солями протекает по-разному?

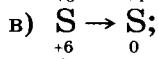
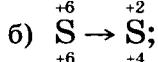
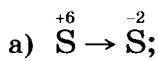
26. Напишите уравнения реакций, с помощью которых возможно: а) очистить сульфат бария от примеси карбоната бария; б) очистить карбонат бария от примеси сульфата бария.

27. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций, характеризующих химические свойства: а) сульфата меди(II); б) сульфата натрия.

28. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие соли: а) сульфат калия; б) сульфат бария; в) сульфат серебра.

29. Определите реакцию среды в водных растворах: а) сульфата цинка; б) сульфата алюминия. Подтвердите ответ уравнениями реакций гидролиза в молекулярной и ионной форме. Что необходимо сделать для усиления гидролиза этих солей?

30. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



31. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения:

а) сульфид натрия \rightarrow сульфит натрия \rightarrow сульфат натрия;

б) диоксид серы \rightarrow сероводород \rightarrow триоксид серы;

в) сульфат меди(II) \rightarrow сера \rightarrow сульфат меди(II) \rightarrow гексафторид серы;

г) диоксид серы \rightarrow гидросульфид калия \rightarrow сульфид меди(II) \rightarrow серная кислота;

д) дисульфид железа \rightarrow бензолсульфокислота \rightarrow фенол;

е) диоксид серы \rightarrow гидросульфид натрия \rightarrow диоксид серы \rightarrow сульфат бария.

Задачи

1. Относительная молекулярная масса соли равна 158. Массовая доля натрия в этом веществе равна 29,11%, массовая доля серы — 40,51%, массовая доля кислорода — 30,38%. Выведите молекулярную формулу соли.

2. Определите степень окисления серы в ее оксиде, если массовые доли элементов в этом оксиде равны.

3. Выведите простейшую формулу кислоты, массовые доли водорода, серы и кислорода в которой равны соответственно 1,75, 56,14 и 42,11%.

4. Относительная плотность фторида серы по водороду равна 73. Массовая доля серы в этом соединении равна 21,92%. Определите степень окисления серы в ее фториде.

5. Образец сульфида железа массой 62,4 г содержит 28,8 г серы. Выведите простейшую формулу этого соединения.

6. Образец сульфида меди массой 112 г содержит серу массой 22,4 г. Выведите простейшую формулу этого соединения.

7. В соединении серы с углеродом массы элементов углерода и серы относятся как 3 : 16. Выведите простейшую формулу этого соединения.

8. При обжиге 36 кг сульфида железа получены железная окалина Fe_3O_4 массой 23,2 кг и диоксид серы объемом 13,44 м³ (н. у.). Выведите простейшую формулу этого сульфида.

9. К 300 г 10%-ного раствора серной кислоты добавили 200 г 20%-ного раствора серной кислоты. Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

10. В 1 л воды растворили 2 л сероводорода (н. у.). Найдите массовую долю сероводорода в полученном растворе, считая плотность воды равной 1 г/см³.

11. Найдите массы серной кислоты и воды, которые потребуются для приготовления 250 г 20%-ного раствора кислоты.

12. Найдите массы 50%-ного раствора серной кислоты и воды, необходимых для приготовления 1 кг 10%-ного раствора серной кислоты.

13. 100 г триоксида серы растворили в 100 г воды. Найдите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

14. К 200 г 10%-ного раствора серной кислоты добавили 20 г оксида серы(VI). Найдите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

15. Какой объем кислорода (н. у.) потребуется для обжига сульфида цинка массой 29,1 г?

16. Найдите массу соли, образующейся при нагревании смеси, состоящей из 10 г алюминия и 15 г серы.

17. Термохимическое уравнение образования серной кислоты



Какое количество теплоты выделится при растворении 160 г триоксида серы в 40 г воды?

18. Какой максимальный объем сероводорода (н. у.) может поглотиться при пропускании сероводорода через 800 г 10%-ного раствора гидроксида натрия? (Растворимостью сероводорода в воде можно пренебречь.)

- 19.** 1,12 л диоксида серы (н. у.) поглотили раствором гидроксида калия массой 50 г и получили раствор средней соли. Найдите массовую долю гидроксида калия в использованном растворе.
- 20.** Найдите массу 20%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации 50 г 98%-ного раствора серной кислоты.
- 21.** При действии избытка концентрированной серной кислоты на 1 г сплава серебра с золотом выделился газ, объем которого равен 89,6 мл (н. у.). Найдите массовую долю золота в сплаве.
- 22.** На цинк массой 9,75 г подействовали 20%-ным раствором серной кислоты массой 58,8 г. Найдите объем выделившегося водорода (н. у.).
- 23.** Найдите массу осадка, выпавшего при смешивании 180 г 5%-ного раствора сульфата меди(II) с 120 г 10%-ного раствора хлорида бария.
- 24.** При обжиге пирита массой 3,6 кг получен диоксид серы массой 2,88 кг. Найдите выход продукта этой реакции.
- 25.** Объем кислорода, образовавшегося при разложении 39,5 г перманганата калия, равен 2,52 л (н. у.). Найдите выход продукта реакции.
- 26.** Какой объем кислорода можно получить, разложив 49 г бериллиевой соли KClO_3 , если выход продукта реакции составляет 65% от теоретически возможного?
- 27.** При электролизе воды получен кислород, объем которого при нормальных условиях равен 1 м³. Найдите массу использованной воды, если известно, что выход продуктов электролиза составляет 95% от теоретически возможного.
- 28.** Какой объем газа (н. у.) выделится при действии 100 г 95%-ного раствора серной кислоты на 6,03 г ртути, если выход продуктов реакции составляет 70% от теоретически возможного.
- 29.** Найдите массу серной кислоты, которую можно получить из 112 л сероводорода (н. у.).
- 30.** На 10 г смеси сульфита и сульфата бария подействовали избытком соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора гидроксида бария и получили осадок массой 5 г. Найдите массовую долю сульфата бария в исходной смеси.

31. На сульфид натрия массой 31,2 г подействовали 140 г 30%-ного раствора серной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора сульфата меди(II). Найдите массу выпавшего осадка, если известно, что выход продуктов описанных реакций составляет соответственно 80 и 70% от теоретически возможного.

32. Найдите массу пирита, который требуется для получения 1 кг 98%-ного раствора серной кислоты, если выход продуктов в каждой из необходимых реакций составляет 90% от теоретически возможного.

33. Найдите массы 10%-ного раствора серной кислоты и 50%-ного раствора серной кислоты, которые необходимо смешать, чтобы получить 1 кг 40%-ного раствора этой кислоты.

34. В каком массовом отношении нужно смешать 40%-ный и 80%-ный растворы серной кислоты для получения 50%-ного раствора этой кислоты?

35. При смешивании триоксида серы с 20%-ным раствором серной кислоты получен 50%-ный раствор серной кислоты массой 200 г. Найдите массы использованных триоксида серы и раствора кислоты.

36. При смешивании оксида серы(VI) и 50%-ного раствора серной кислоты получен 80%-ный раствор серной кислоты. В каком массовом отношении были взяты оксид и раствор?

37. При смешивании медного купороса с 5%-ным раствором сульфата меди(II) получен 20%-ный раствор сульфата меди(II) массой 200 г. Найдите массы использованных купороса и раствора.

38. 200 г оксида серы(VI) смешали с 36 г воды. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.

39. К 200 г 91%-ного раствора серной кислоты добавили 100 г оксида серы(VI). Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.

40. При добавлении оксида серы(VI) к 300 г 82%-ного раствора серной кислоты получен олеум, в котором массовая доля оксида серы(VI) равна 10%. Найдите массу использованного оксида серы(VI).

41. При добавлении 400 г триоксида серы к 720 г водного раствора серной кислоты получен олеум с массовой долей триоксида серы 7,14%. Найдите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

42. Найдите массу 64%-ного раствора серной кислоты, если при добавлении к этому раствору 100 г триоксида серы получается олеум, содержащий 20% триоксида серы.

43. Какие массы триоксида серы и 91%-ного раствора серной кислоты необходимо смешать, чтобы получить 1 кг олеума с массовой долей триоксида серы 20%?

44. В каком массовом отношении необходимо смешать оксид серы(VI) и 64%-ный раствор серной кислоты для получения 10%-ного олеума?

45. К 400 г олеума, содержащего 20% оксида серы(VI), добавили 100 г 91%-ного раствора серной кислоты. Найдите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

46. Найдите массовую долю серной кислоты в растворе, полученным при смешивании 200 г 20%-ного олеума и 200 г 10%-ного раствора серной кислоты.

47. Какую массу 50%-ного раствора серной кислоты необходимо добавить к 400 г 10%-ного олеума, чтобы получился 80%-ный раствор серной кислоты?

48. К 10%-ному олеуму добавили 200 г 20%-ного раствора серной кислоты и получили 50%-ный раствор серной кислоты. Найдите массу использованного олеума.

49. Для полной нейтрализации 138 г олеума потребовалось 600 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массы триоксида серы и 98%-ного раствора серной кислоты, необходимых для приготовления такой порции олеума.

50. При обжиге сульфида железа образуются железная окалина и диоксид серы. Объем кислорода, необходимого для обжига, в 1,333 раза больше, чем объем образующегося диоксида серы. Выведите простейшую формулу сульфида железа.

51. При термическом разложении оксида серы(VI) образовалась газовая смесь, плотность которой по воздуху равна 2. Какая часть оксида серы(VI) разложилась?

52. При нагревании оксида серы(VI) 40% этого вещества разложилось. Найдите объемные доли веществ в образовавшейся смеси газов.

53. Газ, полученный при обжиге 33 г сульфида железа(II), пропустили через 200 г раствора гидроксида кальция с массовой долей щелочи 0,04. Найдите массу образовавшейся соли, если выход продуктов обжига составляет 66,67% от теоретически возможного.

54. Диоксид серы, образовавшийся при сгорании 6,8 г сероводорода,

пропустили через 120 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовую долю соли в полученном растворе.

55. 100 г концентрированной серной кислоты разделили на две равные части. К одной добавили избыток магния, к другой — избыток меди. Выделившиеся газы растворили в воде и смешали полученные растворы, в результате чего выпал осадок массой 4,8 г. Найдите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

56. Для взаимодействия со сплавом магния и меди массой 160 г требуется 700 г 98%-ного раствора серной кислоты. Найдите объем газа (н. у.), который выделится при действии на такое же количество сплава 700 г 9,8%-ного раствора серной кислоты.

57. Через 50 г 10%-ного раствора сульфата натрия в течение некоторого времени пропускали ток. Когда процесс прервали, объем выделившегося на аноде газа был равен 10 л (давление 1 атм, температура 20 °C). Найдите массовую долю сульфата натрия в растворе после прекращения электролиза.

58. 80 г триоксида серы смешали с 20 г воды и полученным раствором обработали избыток меди; масса образовавшегося сульфата меди(II) составила 25,6 г. Найдите выход продуктов этих реакций, если известно, что отношение выхода первой реакции к выходу второй реакции составляет 2 : 1.

Тема 25

Азот и его соединения

Вопросы

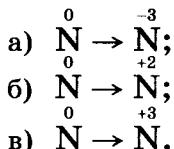
- Почему азот — элемент VA группы не бывает пятивалентным?
- Чем объясняется высокая электроотрицательность элемента азота?
- Чем объясняется низкая химическая активность свободного азота?
- Какие свойства в большей степени характерны для свободного азота — окислительные или восстановительные? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.

5. Какие неметаллы могут быть окислены азотом? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.
6. Какие неметаллы могут быть восстановлены азотом? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.
7. Как осуществляется круговорот азота в природе? Проиллюстрируйте ответ уравнениями соответствующих реакций.
8. Почему азот очень плохо растворим в воде, а аммиак очень хорошо?
9. Почему температура кипения аммиака, обладающего меньшей молекулярной массой, выше, чем температура кипения азота?
10. Какие сходства в свойствах аммиака и воды обусловлены сходством в строении молекул этих веществ?
11. Почему проблему связывания атмосферного азота не решают путем синтезаmonoоксида азота из азота и кислорода?
12. Чем объясняется высокая реакционная активность monoоксида азота по отношению к кислороду?
13. Почему формула NH_4OH и название «гидроксид аммония» не являются химически корректными?
14. Можно ли реакции получения из аммиака амидов, имидов и нитридов металлов рассматривать как проявление кислотных свойств аммиака?
15. Почему соединение NF_3 называют фторидом азота, а соединение NCl_3 — нитридом хлора?
16. Чем объясняется способность молекул аммиака выступать в качестве лигандов при образовании комплексных соединений?
17. Почему валентный угол $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ в молекуле аммиака равен 107° , а в катионе аммония — $109^\circ 28'$?
18. Почему соли аммония больше похожи на соли калия, чем на соли натрия?
19. Какие из перечисленных газов нельзя осушить гидроксидом калия: азот, аммиак, оксид азота(I), оксид азота(II), оксид азота(IV)? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.
20. Какие из перечисленных газов нельзя осушить концентрированной серной кислотой: азот, аммиак, оксид азота(I), оксид азота(II), оксид азота(IV)? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.
21. Почему азотная кислота является сильной кислотой, а азотистая кислота — слабой?
22. Почему чистая азотная кислота окрашена в бурый цвет, а водные растворы азотной кислоты бесцветны?

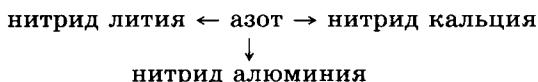
23. Как очистить азотную кислоту от примеси: а) соляной кислоты; б) серной кислоты?
24. От чего и как зависит глубина восстановления азотной кислоты при ее взаимодействии с металлами?
25. Какие металлы не растворяются в разбавленной азотной кислоте? Почему?
26. Какие металлы не растворяются в концентрированной азотной кислоте? Почему?
27. Можно ли сказать, что при действии царской водки на золото этот металл окисляется азотной кислотой? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями соответствующих реакций.

Упражнения

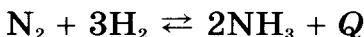
1. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



2. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

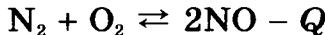


3. Как влияет на химическое равновесие в реакции



- а) увеличение давления; б) повышение температуры; в) использование платинового катализатора?

4. Как влияет на химическое равновесие в реакции



- а) увеличение давления; б) повышение температуры; в) использование платинового катализатора?

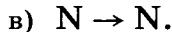
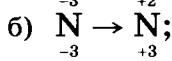
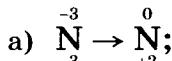
5. Напишите уравнение реакции, характеризующей химическое равновесие в водном растворе аммиака. Как влияют на данное равновесие следующие факторы: а) повышение температуры; б) увеличение давления; в) добавление щелочи; г) добавление кислоты?

6. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

- а) аммиак \rightarrow дигидрофосфат аммония \rightarrow гидрофосфат аммония \rightarrow аммиак;

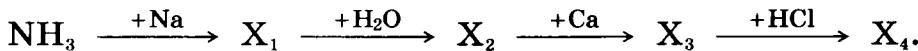
б) аммиак \rightarrow сульфат аммония \rightarrow гидросульфат аммония \rightarrow сульфат аммония \rightarrow сульфат бария.

7. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

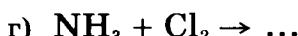
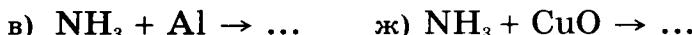


Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

8. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, соответствующих данным превращениям соединений азота:



9. Закончите схемы реакций, характеризующих окислительно-восстановительные свойства аммиака. Укажите условия протекания данных реакций. (Если реакция в зависимости от условий и количественного отношения реагентов может протекать по-разному, приведите несколько вариантов взаимодействий.) Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить: а) нитрат аммония; б) сульфид аммония.

11. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, характеризующих химические свойства: а) хлорида аммония; б) карбоната аммония.

12. С какими из предложенных веществ реагирует сульфат аммония: фосфорная кислота, гидроксид железа(II), нитрат бария, гидроксид калия, хлорид натрия, сульфид цинка? Напишите уравнения возможных реакций.

13. Напишите уравнения реакций термического разложения следующих солей: а) бромид аммония; б) сульфат аммония; в) сульфид аммония; г) нитрат аммония; д) гидрокарбонат аммония; е) нитрит аммония; ж) ацетат аммония. Какие из рассмотренных реакций являются окислительно-восстановительными? К какому типу окислительно-восстановительных реакций их относят?

14. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) аммиак \rightarrow гидрофосфат аммония \rightarrow дигидрофосфат аммония \rightarrow гидрофосфат аммония \rightarrow аммиак;
б) нитрат аммония \rightarrow хлорид аммония \rightarrow сульфат аммония \rightarrow нитрат аммония.

15. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства оксида азота(I).

- а) $N_2O + H_2 \rightarrow \dots$ г) $N_2O + C \rightarrow \dots$
б) $N_2O + Mg \rightarrow \dots$ д) $N_2O + NH_3 \rightarrow \dots$
в) $N_2O + Cu \rightarrow \dots$ е) $N_2O + P_4 \rightarrow \dots$

16. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства оксида азота(II). В каких из рассмотренных реакцийmonoоксид азота является окислителем, в каких — восстановителем?

- а) $NO + O_2 \rightarrow \dots$ д) $NO + H_2S \rightarrow \dots$
б) $NO + O_3 \rightarrow \dots$ е) $NO + Cl_2 \rightarrow \dots$
в) $NO + H_2 \rightarrow \dots$ ж) $NO + NH_3 \rightarrow \dots$
г) $NO + C \rightarrow \dots$ з) $NO + Mg \rightarrow \dots$

17. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства оксида азота(IV). В каких реакциях диоксид азота является окислителем, в каких — восстановителем?

- а) $NO_2 + H_2O \rightarrow \dots$ ж) $NO_2 + S \rightarrow \dots$
б) $NO_2 + KOH \rightarrow \dots$ з) $NO_2 + P \rightarrow \dots$
в) $NO_2 + H_2O + O_2 \rightarrow \dots$ и) $NO_2 + HI \rightarrow \dots$
г) $NO_2 + NO \rightarrow \dots$ к) $NO_2 + NH_3 \rightarrow \dots$
д) $NO_2 + O_3 \rightarrow \dots$ л) $NO_2 + C \rightarrow \dots$
е) $NO_2 + H_2 \rightarrow \dots$

18. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства оксида азота(V). Охарактеризуйте эти реакции на основе известных вам классификаций химических реакций.

- а) $N_2O_5 + H_2O \rightarrow \dots$ д) $N_2O_5 + S \rightarrow \dots$
б) $N_2O_5 + NaOH \rightarrow \dots$ е) $N_2O_5 + Cu \rightarrow \dots$
в) $N_2O_5 + Ba(OH)_2 \rightarrow \dots$ ж) $N_2O_5 + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow \dots$
г) $N_2O_5 + Al_2O_3 \rightarrow \dots$

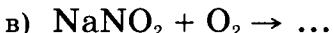
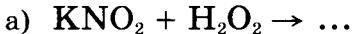
19. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) азот \rightarrow оксид азота(I) \rightarrow оксид азота(II) \rightarrow оксид азота(III) \rightarrow оксид азота(IV) \rightarrow оксид азота(V) \rightarrow оксид азота(IV) \rightarrow оксид азота(III) \rightarrow оксид азота(II) \rightarrow оксид азота(I) \rightarrow азот;

б) оксид азота(IV) → оксид азота(I) → оксид азота(V) → оксид азота(II);

в) оксид азота(I) → оксид азота(III) → оксид азота(V) → оксид азота(I).

20. Закончите схемы реакций окисления солей азотистой кислоты. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



21. С какими из предложенных веществ азотная кислота вступает в реакции ионного обмена: оксид хрома(II), оксид хрома(III), оксид хрома(VI), гидроксид железа(II), гидроксид железа(III), хлорид натрия, иодид натрия, сульфид натрия, сульфит натрия, сульфат натрия, карбонат натрия, глюкоза? Напишите уравнения реакций ионного обмена в молекулярной и ионной форме.

22. С какими из предложенных веществ азотная кислота вступает в окислительно-восстановительные реакции: оксид хрома(II), оксид хрома(III), оксид хрома(VI), гидроксид железа(II), гидроксид железа(III), хлорид натрия, иодид натрия, сульфид натрия, сульфит натрия, сульфат натрия, карбонат натрия, глюкоза? Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций; расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

23. С какими из перечисленных металлов вступает в реакцию холодная концентрированная азотная кислота: магний, алюминий, цинк, железо, хром, медь, серебро, золото? Напишите уравнения реакций; расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

24. С какими из перечисленных металлов вступает в реакцию разбавленная азотная кислота: магний, алюминий, цинк, железо, хром, медь, серебро, золото? Напишите уравнения реакций; расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

25. Закончите схемы реакций азотной кислоты с неметаллами.



Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

26. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



27. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих солей: а) нитрат бария; б) нитрат цинка; в) нитрат серебра; г) нитрат аммония.

28. С какими из перечисленных веществ может реагировать нитрат железа(III): магний, никель, гидроксид бария, гидроксид меди(II), серная кислота, уксусная кислота, сульфат натрия, сульфид калия, фосфат аммония? Напишите уравнения возможных реакций.

29. Определите реакцию среды в растворах следующих солей: а) нитрат калия; б) нитрат хрома(III); в) нитрат аммония. Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.

30. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) азот \rightarrow оксид азота(III) \rightarrow оксид азота(V) \rightarrow аммиак;

б) нитрат аммония \rightarrow азот \rightarrow нитрат аммония;

в) нитрид магния \rightarrow диоксид азота \rightarrow аммиак \rightarrow monoоксид диазота;

г) нитрат кальция \rightarrow амид натрия \rightarrow нитрит калия;

д) нитрит натрия \rightarrow азотная кислота \rightarrow триоксид диазота;

е) азот \rightarrow пикриновая кислота;

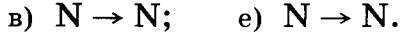
ж) нитрат магния \rightarrow метиламин;

з) оксид азота(I) \rightarrow динитрат этиленгликоля.

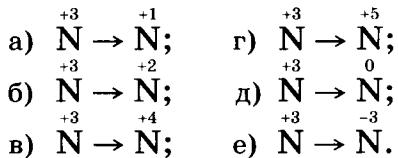
31. Напишите уравнения реакций или цепочки превращений, соответствующих данным переходам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



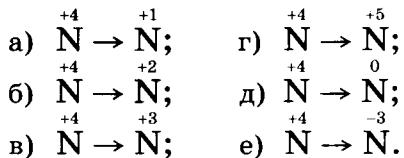
32. Напишите уравнения реакций или цепочки превращений, соответствующих данным переходам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



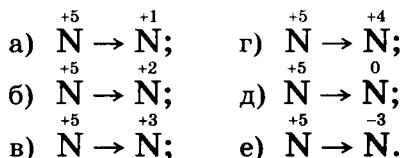
33. Напишите уравнения реакций или цепочки превращений, соответствующих данным переходам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



34. Напишите уравнения реакций или цепочки превращений, соответствующих данным переходам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



35. Напишите уравнения реакций или цепочки превращений, соответствующих данным переходам. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



36. Какие химические соединения можно получить, имея в качестве исходных веществ азот и воду и используя продукты реакций? Напишите уравнения необходимых реакций; назовите полученные вещества.

Задачи

1. Относительная молекулярная масса соли равна 69. Массовая доля натрия равна 33,33%, массовая доля азота — 20,29%, массовая доля кислорода — 46,38%. Выведите формулу соли.

2. Массовая доля кислорода в оксиде азота равна 74,07%. Выведите простейшую формулу этого оксида.

3. Относительная плотность паров соединения азота с водородом по кислороду равна 1. Массовая доля азота в этом веществе равна 87,5%. Выведите формулу этого соединения.

- 4.** Чему равна степень окисления азота в его оксиде, если массовое отношение азота и кислорода в этом веществе $7 : 12$?
- 5.** Образец соединения азота с кремнием массой 42 г содержит 16,8 г азота. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 6.** В результате разложения соединения азота с водородом массой 25,8 г образовался азот, занимающий при нормальных условиях объем 20,16 л. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 7.** Массовые доли азота и водорода в их смеси равны соответственно 42 и 58%. Найдите объемные доли газов в смеси.
- 8.** Массовые доли азота и кислорода в их смеси равны. Найдите объемные доли газов в смеси.
- 9.** Найдите массовые доли газов в смеси, состоящей из 100 л азота и 100 л аммиака (н. у.). Чему равна относительная плотность этой смеси по воздуху?
- 10.** Объемные доли оксида азота(I) и оксида азота(II) в смеси равны соответственно 30 и 70%. Найдите массовые доли газов в смеси. Чему равна относительная плотность этой смеси по водороду?
- 11.** Объемные доли оксида азота(II) и аммиака в их смеси равны соответственно 20 и 80%. Найдите массовые доли газов в смеси. Чему равна плотность этой смеси при нормальных условиях?
- 12.** Относительная плотность по водороду газовой смеси азота с водородом равна 6,5. Найдите объемные доли газов в смеси.
- 13.** Плотность смеси азота с диоксидом азота равна 1,5 г/л (н. у.). Найдите объемные доли газов в смеси.
- 14.** Смесь аммиака с кислородом массой 100 г при нормальных условиях занимает объем 89,6 л. Найдите объемные доли газов в смеси. Чему равна относительная плотность этой смеси по водороду?
- 15.** Найдите массовую долю аммиака в растворе, полученном при растворении 20 г аммиака в 200 г 5%-ного водного раствора аммиака.
- 16.** Найдите массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном при смешивании 400 г 50%-ного раствора и 800 г 25%-ного раствора азотной кислоты.
- 17.** При добавлении некоторого количества нитрата калия к 80 г 4%-ного раствора этой соли был получен раствор с массовой долей нитрата калия 10%. Найдите массу добавленной соли.

- 18.** 400 г 50%-ного раствора азотной кислоты разбавили водой и получили 20%-ный раствор азотной кислоты. Найдите массу добавленной к раствору воды.
- 19.** Найдите объем кислорода, необходимого для каталитического окисления 100 м³ аммиака (н. у.).
- 20.** 3 л аммиака (н. у.) пропустили через раствор, содержащий 4,9 г серной кислоты. Найдите массу образовавшейся соли.
- 21.** Аммиак объемом 15,68 л (н. у.) полностью взаимодействует с 200 г соляной кислоты. Найдите массовую долю хлороводорода в этой кислоте.
- 22.** Для нейтрализации 400 г 63%-ного раствора азотной кислоты потребовалось 800 г раствора гидроксида натрия. Найдите массовую долю гидроксида натрия в этом растворе.
- 23.** Какой объем аммиака (н. у.) может прореагировать с 500 г 49%-ного раствора фосфорной кислоты, если в результате реакции образуется средняя соль?
- 24.** При действии избытка щелочи на 22 г сульфата аммония выделилось 5,6 г газа (н. у.). Найдите выход продукта данной реакции.
- 25.** При обработке 68 г нитрата натрия избытком концентрированной серной кислоты была получена азотная кислота массой 45,36 г. Найдите выход продукта реакции.
- 26.** Какой объем аммиака (н. у.) можно получить из 10,7 г хлорида аммония, если выход аммиака составляет 80% от теоретически возможного?
- 27.** Найдите массу аммиачной селитры, полученной из 100 м³ аммиака (н. у.), учитывая, что выход продукта реакции составляет 70% от теоретически возможного.
- 28.** Какая масса 98%-ного раствора серной кислоты необходима для получения 1 т сульфата аммония, если выход продукта реакции составляет 75% от теоретически возможного?
- 29.** Какой объем азота (н. у.) потребуется для получения аммиака, из которого можно приготовить 1 кг 25%-ного раствора, если выход продукта синтеза аммиака составляет 90% от теоретически возможного?
- 30.** Образец цинка растворили в избытке концентрированной азотной кислоты. Полученную соль выделили из раствора и прокалили

до постоянной массы. Масса сухого остатка после прокаливания равна 3,24 г. Найдите массу образца цинка.

31. Газ, полученный при действии концентрированной азотной кислоты на 12,8 г меди, смешали с избытком кислорода. Получившуюся газовую смесь растворили в воде. Найдите массу азотной кислоты, образовавшейся в растворе.

32. Для промышленного синтеза азотной кислоты использован аммиак объемом 1000 м³ (н. у.). Найдите массу полученной кислоты, учитывая, что выход продуктов реакции на каждой стадии процесса составлял 80% от теоретически возможного.

33. В колбе смешали 50 г оксида азота(V), 50 г воды и 50 г 50%-ного раствора азотной кислоты. Найдите массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

34. Газ, выделившийся при действии 125 г 65%-ного раствора азотной кислоты на 19,2 г меди, пропустили через 150 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

35. При прокаливании до постоянной массы смеси нитратов калия и натрия оказалось, что сухой остаток весит в 1,2 раза меньше исходной смеси. Найдите массовые доли веществ в исходной смеси.

36. Некоторое количество аммиака подвергли термическому разложению. Объем полученной газовой смеси, приведенной к первоначальным условиям, в 1,5 раза больше, чем объем исходного аммиака. Найдите массовые доли газов в образовавшейся смеси и плотность этой смеси при нормальных условиях.

37. Относительная плотность по водороду смеси азота и водорода равна 3,6. Порцию такой смеси массой 180 г нагрели и пропустили над катализатором. Найдите объем кислорода (н. у.), необходимого для сжигания образовавшейся газовой смеси. (Выход продуктов реакции азота с водородом считать равным 100%).

38. Плотность смеси аммиака с кислородом при нормальных условиях равна 1,161 г/л. 195 г такой смеси пропустили над нагретым платиновым катализатором (выход продуктов реакции количественный) и охладили продукты до первоначальной температуры. Найдите относительную плотность полученной газовой смеси по водороду.

39. Смесь нитрата натрия и нитрита аммония массой 46,8 г прокалили до постоянной массы. Объем полученной газовой смеси, изме-

ренный при давлении 1,2 атм и температуре 54,6 °С, равен 8,96 л.
Найдите массовую долю нитрата натрия в исходной смеси.

40. Нитрат меди(II) массой 40 г прокаливали в течение некоторого времени. Масса сухого остатка после прокаливания составляет 46% от массы использованного нитрата меди(II). Смесь газов, выделившуюся при прокаливании, поглотили 200 г воды. Найдите массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

41. При прокаливании порции нитрата натрия масса твердого вещества уменьшилась на 16%. Какая часть соли осталась неразложившейся?

42. При действии на 9,6 г соли избытка кислоты выделяется 2,24 л газа (н. у.). При действии на такую же порцию этой соли избытка щелочи выделяется 4,48 л газа. Какой объем занимают продукты термического разложения такой же порции соли при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 200 °С?

43. Смесь нитрата меди(II) и нитрата натрия прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка в 1,719 раза меньше массы исходной смеси. Найдите массовую долю нитрата натрия в исходной смеси.

44. Для растворения 53,6 г смеси оксида железа(II) и оксида железа(III) потребовалось 2200 мл 1 М раствора азотной кислоты. Найдите массу 80%-ного раствора азотной кислоты, необходимого для растворения такой же порции смеси этих оксидов.

Тема 26

Фосфор и его соединения

Вопросы

1. Чем обусловлены различия валентных возможностей азота и фосфора?
2. Однаковы ли валентности азота и фосфора в высших оксидах этих элементов?
3. Почему фосфор образует ортофосфорную кислоту состава H_3PO_4 , а азот кислоту состава H_3NO_4 не образует?
4. Чем обусловлена разная плотность белого и красного фосфора?
5. Почему белый фосфор растворяется в сероуглероде, а красный фосфор в этом веществе не растворяется?

6. Чем обусловлена способность белого фосфора к хемилюминесценции? Почему это явление не присуще другим аллотропным модификациям фосфора?
7. Какая из аллотропных модификаций фосфора является самой реакционно-способной? Почему?
8. Почему белый фосфор хранят под слоем воды?
9. Какова роль соединений фосфора в жизни растительных и животных организмов?
10. В чем сходство и различие поведения азота и фосфора в окислительно-восстановительных реакциях? Чем обусловлены это сходство и различие?
11. Почему при взаимодействии фосфора с хлором образуются трихлорид и пентахлорид фосфора, а при взаимодействии фосфора с иодом образуется лишь триiodид фосфора?
12. Какое соединение обладает более сильными основными свойствами — фосфин или аммиак? Ответ мотивируйте.
13. Почему ортофосфорная H_3PO_4 , фосфористая H_3PO_3 и фосфорноватистая H_3PO_2 кислоты имеют разную основность?
14. Можно ли фосфит натрия Na_2HPO_3 и гипофосфит натрия NaH_2PO_2 назвать кислыми солями? Мотивируйте ответ и подтвердите его уравнениями электролитической диссоциации этих солей.
15. У какого водородного соединения температура кипения выше — у фосфина или аммиака? Ответ мотивируйте.
16. У какого водородного соединения растворимость в воде выше — у фосфина или аммиака? Ответ мотивируйте.
17. Почему фосфин в отличие от аммиака практически не образуется при синтезе из простых веществ?
18. Почему фосфорная кислота не проявляет, подобно азотной кислоте, окислительных свойств за счет аниона?
19. Какая из степеней электролитической диссоциации ортофосфорной кислоты протекает в большей степени? Почему?
20. Почему дифосфорная кислота является более сильной кислотой, чем ортофосфорная?
21. Почему природные соединения фосфора, как правило, не применяют непосредственно в качестве фосфорных удобрений, а подвергают предварительной химической переработке?

Упражнения

1. Закончите уравнения реакций, характеризующих отношение фосфора к простым веществам. Укажите условия протекания данных реакций. В каких из предложенных реакций фосфор является окислителем, в каких — восстановителем? Какие свойства в большей степени характерны для фосфора?

- а) $O_2 + P \rightarrow \dots$ д) $Na + P \rightarrow \dots$
 б) $F_2 + P \rightarrow \dots$ е) $Ca + P \rightarrow \dots$
 в) $I_2 + P \rightarrow \dots$ ж) $S + P \rightarrow \dots$
 г) $H_2 + P \rightarrow \dots$

2. Закончите уравнения реакций, характеризующих отношение фосфора к сложным веществам. Укажите условия протекания данных реакций. В каких из предложенных реакций фосфор является окислителем, в каких — восстановителем?

- а) $KClO_3 + P \rightarrow \dots$ д) $AgNO_3 + H_2O + P \rightarrow \dots$
 б) $H_2SO_4(\text{конц.}) + P \rightarrow \dots$ е) $H_2O + P \rightarrow \dots$
 в) $HNO_3(\text{конц.}) + P \rightarrow \dots$ ж) $KOH + H_2O + P \rightarrow \dots$
 г) $CuSO_4 + H_2O + P \rightarrow \dots$

3. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих данным превращениям:

- а) $\overset{0}{P} \rightarrow \overset{-3}{P};$
 б) $\overset{0}{P} \rightarrow \overset{+3}{P};$
 в) $\overset{0}{P} \rightarrow \overset{+5}{P}.$

4. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства фосфина. Какие из этих реакций характеризуют основные свойства фосфина, какие — окислительно-восстановительные?

- а) $O_2 + PH_3 \rightarrow \dots$
 б) $HNO_3(\text{конц.}) + PH_3 \rightarrow \dots$
 в) $H_2SO_4(\text{конц.}) + PH_3 \rightarrow \dots$
 г) $HBr + PH_3 \rightarrow \dots$

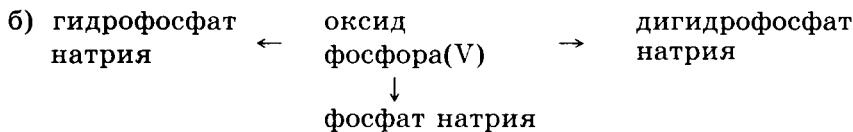
5. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

фосфор \rightarrow фосфид натрия \rightarrow фосфин \rightarrow хлорид фосфония \rightarrow фосфин \rightarrow оксид фосфора(V) \rightarrow фосфор \rightarrow трихлорид фосфора \rightarrow пентахлорид фосфора \rightarrow фосфорная кислота.

6. С какими из предложенных веществ может реагировать оксид фосфора(V): кислород, водород, соляная кислота, азотная кислота, уксусная кислота, оксид бария, оксид хрома(VI), гидроксид меди(II), гидроксид кальция? Напишите уравнения возможных реакций.

7. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) оксид фосфора(V) → метафосфорная кислота → пирофосфорная кислота → ортофосфорная кислота → пирофосфорная кислота → → метафосфорная кислота;



8. С какими из предложенных веществ может реагировать фосфорная кислота: ртуть, магний, оксид калия, оксид марганца(II), оксид марганца(VII), гидроксид стронция, гидрокарбонат натрия, фосфат кальция, сульфат натрия, сульфид натрия? Напишите уравнения возможных реакций.

9. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить: а) фосфат натрия; б) фосфат аммония; в) фосфат цинка.

10. С какими из предложенных веществ может реагировать фосфат натрия: хлорид бария, нитрат аммония, карбонат магния, фосфорная кислота, кремниевая кислота, гидроксид калия, гидроксид бария, гидроксид цинка? Напишите уравнения возможных реакций.

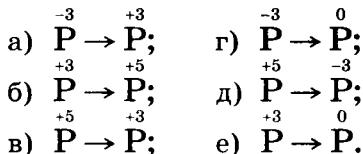
11. Определите реакцию среды в водных растворах следующих солей: а) фосфат калия; б) гидрофосфат калия; в) дигидрофосфат калия. Подтвердите ответ уравнениями соответствующих химических реакций.

12. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) фосфорная кислота → фосфат кальция → гидрофосфат кальция → дигидрофосфат кальция → гидрофосфат кальция → фосфат кальция → фосфорная кислота;

б) гидрофосфат аммония → фосфат кальция → фосфор → фосфорная кислота.

13. Напишите уравнения реакций или цепочки превращений, соответствующих данным превращениям. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуreakций.



14. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) фосфат натрия → фосфид натрия → гидрофосфат натрия;

б) фосфин → метафосфорная кислота → дигидрофосфат аммония;

- в) фосфат кальция → фосфат калия → фосфорный ангидрид;
г) гидрофосфат аммония → фосфин → пентафторид фосфора.

15. Как с помощью одного реагента можно отличить раствор дигидрофосфата калия от раствора гидрофосфата натрия? Напиши те уравнения соответствующих химических реакций.

Задачи

1. Определите степень окисления фосфора в его бромиде, если массовая доля фосфора в этом соединении равна 11,44%.
2. Выведите простейшую формулу оксида фосфора, в котором масса фосфора в 1,29 раза больше массы кислорода.
3. Оксид фосфора(V) массой 2,84 г полностью прореагировал с 1,08 г воды. Определите формулу образовавшейся кислоты.
4. Образец красного фосфора массой 2 г сожгли в избытке кислорода, образовавшийся оксид растворили в воде, получив раствор, содержащий 4,9 г фосфорной кислоты. Найдите массовую долю примесей в исходном образце фосфора.
5. Найдите массу 20%-ного раствора фосфорной кислоты, необходимого для превращения 41 г фосфата натрия в дигидрофосфат натрия.
6. При действии 50 г раствора гидроксида калия на 300 г 10%-ного раствора гидрофосфата калия половина кислой соли превратилась в среднюю соль. Найдите массовую долю гидроксида калия в использованном растворе.
7. Найдите массу 4%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для полной нейтрализации ортофосфорной кислоты, полученной из 7,1 г оксида фосфора(V).
8. 28,4 г оксида фосфора(V) растворили в 200 г воды при нагревании. Найдите массовую долю ортофосфорной кислоты в полученном растворе.
9. На 33 г гидрофосфата аммония подействовали избытком гидроксида натрия. Найдите объем кислорода (н. у.), необходимого для сжигания выделившегося аммиака.
10. Фосфор массой 21,7 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся оксид нагрели с избытком воды. Найдите массу ортофосфорной кислоты, содержащейся в полученном растворе, учитывая, что выход продуктов описанных реакций составляет соответственно 90 и 70% от теоретически возможного.

11. Какой объем газа (н. у.) выделится при действии 30 г гидроксида калия на 30 г фосфата аммония, если выход продукта реакции составляет 75% от теоретически возможного?

12. После добавления 50 мл фосфорной кислоты к 200 г 10%-ного раствора фосфата натрия получен раствор, в котором массовые доли фосфата и гидрофосфата натрия относятся как 2 : 1. Найдите концентрацию фосфорной кислоты в добавленном растворе.

13. К 120 г 10%-ного раствора фосфорной кислоты добавили 14,2 г оксида фосфора(V) и прокипятили. Найдите массовую долю фосфорной кислоты в полученном растворе. (Потерей воды при кипчении можно пренебречь.)

14. К 200 г 20%-ного раствора фосфорной кислоты добавили оксид фосфора(V) и прокиптили. Массовая доля фосфорной кислоты в полученном растворе составила 80%. Найдите массу добавленного оксида фосфора(V). (Потерей воды при кипчении можно пренебречь.)

15. При нагревании 7,1 г оксида фосфора(V) с 20%-ным раствором фосфорной кислоты получен 40%-ный раствор фосфорной кислоты. Найдите массу исходного раствора фосфорной кислоты.

16. Найдите массы оксида фосфора(V) и воды, необходимых для получения 200 г 50%-ного раствора фосфорной кислоты.

17. Газ, выделившийся при действии избытка щелочи на 25 г фосфата аммония (выход продуктов реакции равен 59,6%), пропустили через 80 г 49%-ного раствора фосфорной кислоты. Найдите массовую долю соли в полученном растворе.

18. Красный фосфор массой 6,2 г сожгли в избытке кислорода. Полученный продукт растворили в 200 г 3%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовую долю соли в образовавшемся растворе.

19. При давлении 1 атм и температуре 20 °С через 862,5 г 20%-ного раствора дигидрофосфата аммония пропустили аммиак. В полученном растворе содержатся дигидрофосфат аммония и гидрофосфат аммония, концентрации которых относятся как 1 : 2. Какой объем аммиака пропустили через раствор?

20. Смесь фосфатов натрия и аммония растворили в 500 г воды. При действии избытка нитрата серебра на одну половину раствора выпадает осадок массой 251,4 г. При действии избытка щелочи на другую половину раствора выделяется 26,88 л газа (н. у.). Найдите массовые доли солей в исходном растворе.

Тема 27

Углерод и его соединения

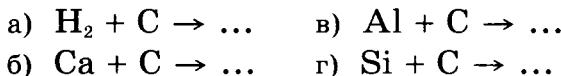
Вопросы

1. Чем обусловлена способность атомов углерода соединяться в углеродные цепочки?
2. В чем причина тугоплавкости всех аллотропных модификаций углерода?
3. Чем обусловлено различие в электропроводности алмаза и графита?
4. Почему для превращения графита в алмаз необходимо высокое давление?
5. На чем основано применение активированного угля в качестве лекарственного препарата?
6. В чем причины низкой химической активности всех аллотропных модификаций углерода? В каком виде углерод проявляет наибольшую реакционную способность?
7. Какие свойства в большей степени характерны для углерода — окислительные или восстановительные? Почему?
8. Почему при гидролизе карбида алюминия образуется метан, а при гидролизе карбида кальция — ацетилен?
9. Почему в монооксиде углерода валентность и степень окисления углерода численно не равны?
10. Почему молекулы монооксида углерода и азота называют изоэлектронными?
11. Почему при более низких температурах практически единственным продуктом горения углерода является углекислый газ, а при более высоких температурах в продуктах горения возрастает доля угарного газа?
12. Монооксид углерода относят к несолеобразующим оксидам, однако иногда его называют ангидридом муравьиной кислоты. На чем основана такая точка зрения? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
13. Чем обусловлена способность молекул монооксида углерода соединяться с *d*-элементами, образуя карбонилы металлов?
14. Чем обусловлена токсичность угарного газа?
15. Почему «сухой лед» не плавится, а возгоняется?
16. На каком свойстве питьевой соды основано ее применение в медицине в качестве антацидного препарата?
17. Как очистить карбонат натрия от примеси гидрокарбоната натрия?

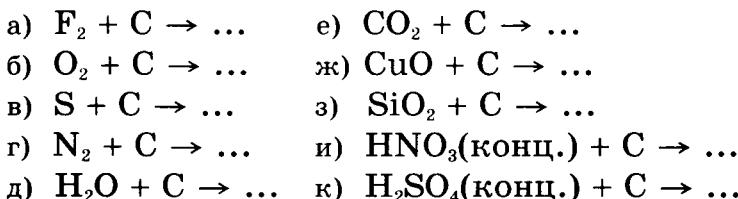
18. Как очистить гидрокарбонат натрия от примеси карбоната натрия?
19. Как очистить угарный газ от примеси углекислого газа?
20. Как очистить углекислый газ от примеси угарного газа?

Упражнения

1. Закончите схемы реакций, характеризующих окислительные свойства углерода. Укажите условия протекания реакций; расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



2. Закончите схемы реакций, характеризующих восстановительные свойства углерода. Укажите условия протекания реакций; расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

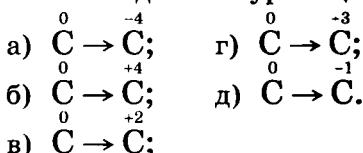


3. Как влияет на химическое равновесие в реакции

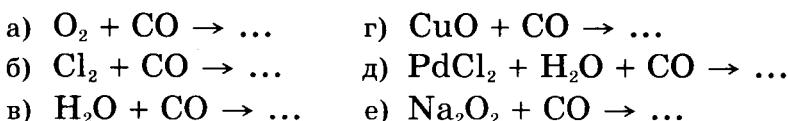


а) увеличение давления; б) повышение температуры?

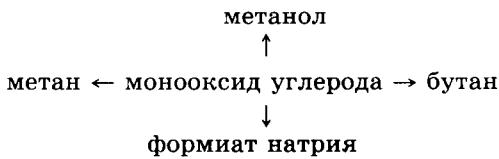
4. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



5. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойстваmonoоксида углерода. В каких из предложенных реакцийmonoоксид углерода является окислителем, в каких — восстановителем?



6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



7. Закончите уравнения реакций, характеризующих химические свойства диоксида углерода.

- а) $\text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{C}$; г) $\text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{CaC}_2$;
б) $\text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{CO}$; д) $\text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{O}_2$;
в) $\text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{CH}_4$; е) $\text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$.

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:

- а) $\overset{+4}{\text{C}} \rightarrow \overset{0}{\text{C}}$; в) $\overset{+4}{\text{C}} \rightarrow \overset{-4}{\text{C}}$;
б) $\overset{+4}{\text{C}} \rightarrow \overset{+2}{\text{C}}$; г) $\overset{+4}{\text{C}} \rightarrow \overset{-1}{\text{C}}$.

9. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства: а) карбоната калия; б) карбоната магния; в) гидрокарбоната натрия.

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить: а) карбонат аммония; б) карбонат бария; в) гидрокарбонат кальция.

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

- а) диоксид углерода \rightarrow карбонат кальция \rightarrow гидрокарбонат кальция \rightarrow карбонат кальция \rightarrow диоксид углерода;
б) гидрокарбонат натрия \rightarrow диоксид углерода \rightarrow гидрокарбонат натрия.

12. В немаркированных пробирках находятся карбонаты натрия, магния и аммония. Предложите план распознавания этих веществ; напишите уравнения необходимых для этого реакций.

13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) углерод \rightarrow гидрокарбонат натрия \rightarrow монооксид углерода \rightarrow муравьиная кислота \rightarrow фосген;
б) угарный газ \rightarrow гидрокарбонат кальция \rightarrow карбид кальция \rightarrow угарный газ;
в) диоксид углерода \rightarrow карбид алюминия \rightarrow тетрахлорид углерода.

Задачи

- 1.** Относительная плотность паров соединения углерода с хлором по воздуху равна 5,31. Массовая доля углерода в этом веществе равна 7,79%. Чему равна степень окисления углерода в этом соединении?
- 2.** Образец карбида бериллия массой 19,5 г содержит 7,8 г углерода. Выведите простейшую формулу этого карбида.
- 3.** В оксиде углерода, занимающем при нормальных условиях объем 29,12 л, содержится 41,6 г кислорода. Определите степень окисления углерода в этом оксиде.
- 4.** В соединении алюминия с углеродом массы элементов относятся как 3 : 1. Выведите простейшую формулу этого соединения.
- 5.** Найдите объемные доли газов в смеси, состоящей из 39,2 г угарного газа и 61,6 г углекислого газа. Чему равна плотность этой смеси при нормальных условиях?
- 6.** Найдите объемные доли газов в смеси оксида углерода(II) и оксида углерода(IV), если массовая доля оксида углерода(II) в смеси равна 56%.
- 7.** Найдите массовые доли газов в смеси оксида углерода(II) и оксида углерода(IV), если объемная доля оксида углерода(IV) в смеси равна 75%. Чему равна плотность этой смеси при нормальных условиях?
- 8.** Какой объем углекислого газа образуется при сжигании 84 г угарного газа в 26,88 л кислорода (н. у.)?
- 9.** Найдите объем газа (н. у.), выделившегося при действии избытка кислоты на 25 г мрамора, содержащего 10% инертных примесей.
- 10.** При действии 100 г раствора гидроксида натрия на 200 г 5%-ного раствора гидрокарбоната натрия кислая соль полностью превратилась в среднюю соль. Найдите массовую долю гидроксида натрия в использованном растворе.
- 11.** При добавлении 10%-ного раствора гидроксида калия к 80 г 25%-ного раствора гидрокарбоната калия половина кислой соли, содержащейся в растворе, превратилась в среднюю соль. Найдите массу использованного раствора щелочи.
- 12.** К 60 г 12%-ного раствора карбоната натрия добавили 24,5 г 16%-ного раствора ортофосфорной кислоты. Найдите объем выделившегося газа (н. у.).

13. Через 285 г 3%-ного раствора гидроксида бария пропустили 896 мл углекислого газа (н. у.). Найдите массу образовавшегося осадка.

14. При действии избытка оксида углерода(II) на оксид меди(II) массой 28 г получена медь массой 16,8 г. Найдите выход продукта реакции.

15. При действии избытка кислоты на 50 г мрамора, содержащего 20% инертных примесей, выделилось 7,616 л газа (н. у.). Найдите выход продукта реакции.

16. Какой объем оксида углерода(II) (н. у.) необходим для восстановления 8,4 г железа из оксида железа(III), если выход продукта этой реакции составляет 75% от теоретически возможного?

17. Углекислый газ, полученный из 200 г карбоната кальция, пропустили через избыток раскаленного угля. Образовавшимся угарным газом подействовали на нагретый оксид цинка. Найдите массу полученного цинка.

18. На 10%-ный раствор карбоната натрия подействовали избытком серной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора гидроксида бария и получили осадок массой 9,85 г. Найдите массу исходного раствора карбоната натрия.

19. При прокаливании до постоянной массы 50 г смеси карбоната калия и гидрокарбоната калия масса смеси уменьшилась на 4,96 г. Найдите массовую долю карбоната калия в смеси, учитывая, что выход продукта реакции составляет 80% от теоретически возможного.

20. Смесь гидрокарбонатов магния и аммония прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка в 7,6 раза меньше массы исходной смеси. Найдите массовые доли солей в исходной смеси.

21. Масса сухого остатка, полученного при прокаливании гидрокарбоната двухвалентного металла до постоянной массы, составляет 34,57% от массы исходной соли. Какой это металл? Найдите массу его гидроксида, необходимого для превращения 10 г гидрокарбоната в среднюю соль.

22. При действии избытка раствора кислоты на 31 г смеси карбонатов магния и кальция выделилось 7,84 л газа (н. у.). Найдите массовые доли веществ в смеси. Вычислите, во сколько раз уменьшился масса твердых веществ при прокаливании образца такой смеси до постоянной массы.

23. Относительная плотность смеси оксида углерода(II) с оксидом углерода(IV) по водороду равна 18. 17,19 л этой смеси (н. у.) пропустили через 200 г 10%-ного раствора гидроксида калия. Найдите массовую долю соли, образовавшейся в растворе. (Растворимостью газов можно пренебречь.)

24. 8 г смеси угарного и углекислого газов занимают объем 5,656 л при температуре 10 °С и давлении 780 мм рт. ст. Найдите минимальную массу 3%-ного раствора гидроксида бария, необходимого для поглощения этой смеси. Какой объем газа останется непоглощенным?

25. К 15 л смеси оксида углерода(II) и оксида углерода(IV) добавили 15 л кислорода и подожгли образовавшуюся смесь. Объем продуктов горения, приведенных к первоначальным условиям, равен 25 л. Найдите плотность исходной смеси оксидов при температуре 0 °С и давлении 5 атм.

26. Смесь угарного газа, углекислого газа и кислорода подожгли. После окончания реакции и приведения продуктов к первоначальным условиям объем смеси уменьшился на 20%, причем кислород и угарный газ прореагировали полностью. Найдите относительную плотность исходной газовой смеси по водороду.

27. Объем кислорода, необходимого для сжигания смеси метана с оксидом углерода(II), в 1,5 раза больше, чем объем смеси этих газов. Найдите плотность смеси при нормальных условиях.

28. 672 мл смеси метана с диоксидом углерода пропустили через слой раскаленного угля. Полученную газовую смесь сожгли, а продукты горения поглотили избытком известковой воды, в результате чего выпал осадок массой 5 г. Найдите относительную плотность исходной смеси по воздуху.

29. Углекислый газ, полученный при обработке 300 г карбоната кальция избытком соляной кислоты, пропустили через 300 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовую долю образовавшейся в растворе соли.

30. Образец карбоната кальция прокалили. Масса полученного сухого остатка составляет 78% от массы исходного образца. Найдите массовые доли веществ в сухом остатке.

31. При прокаливании некоторого количества карбоната бария 40% образца разложилось. Найдите массовые доли веществ в сухом остатке после прокаливания.

32. В колбе смешали 50 г 10%-ного раствора карбоната натрия и 50 г 20%-ного раствора хлорида алюминия. Найдите массовые доли веществ в растворе, находящемся в колбе после окончания реакции.

33. При нагревании 10%-ного раствора гидрокарбоната натрия кислая соль полностью превратилась в среднюю соль. Найдите массовую долю карбоната натрия в полученном растворе.

34. Углекислый газ, полученный при действии 146 г 10%-ной соляной кислоты на 25 г мрамора, содержащего 10% некарбонатных примесей, пропустили через 300 г 2%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массовую долю образовавшейся в растворе соли. (Растворимостью углекислого газа можно пренебречь.)

35. Углекислый газ, полученный при сгорании 12,27 л угарного газа (объем измерен при температуре 20 °С и давлении 1,2 атм), пропустили через 399 г 10%-ного раствора гидроксида калия. Найдите массовые доли веществ, находящихся в полученном растворе.

Тема 28

Кремний и его соединения

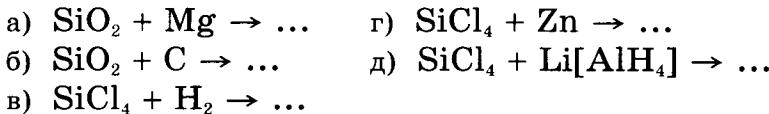
Вопросы

- Почему для кремния нехарактерно образование кратных связей?
- Чем обусловлена низкая химическая активность кристаллического кремния?
- Какие свойства более характерны для кремния — окислительные или восстановительные? Почему?
- В чем причина различного отношения углерода и кремния к галогенам? (Углерод реагирует только с фтором, а кремний — с фтором, хлором, бромом и иодом.)
- Чем обусловлена высокая твердость карбида кремния?
- Какое соединение более устойчиво — дисилан или этан? В чем причина различной устойчивости кремневодородов и углеводородов?
- Как очистить тетрахлорид углерода от примеси тетрахлорида кремния?
- Чем обусловлены резкие различия в физических свойствах высших оксидов кремния и углерода?

- Чем обусловлена высокая химическая устойчивость диоксида кремния?
- Какими преимуществами обладает кварцевое стекло по сравнению с обычным? Чем обусловлены эти преимущества?

Упражнения

1. Закончите уравнения реакций получения кремния, соответствующих данным схемам:

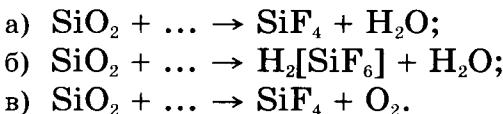


2. С какими из перечисленных простых веществ соединяется кремний: водород, кислород, азот, хлор, сера, магний, медь? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия их протекания.

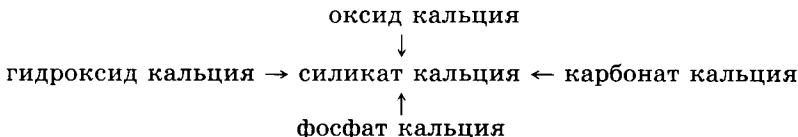
3. С какими из перечисленных химических соединений реагирует кремний: вода, серная кислота, плавиковая кислота, гидроксид калия, гидроксид меди(II)? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия их протекания.

4. С какими из перечисленных веществ реагирует оксид кремния(IV): водород, кислород, вода, оксид кальция, оксид азота(I), гидроксид натрия, гидроксид цинка, бромоводородная кислота, фтороводородная кислота, хлорид кальция, фосфат кальция, карбонат кальция? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия их протекания.

5. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным схемам. Укажите условия протекания этих реакций.



6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения:

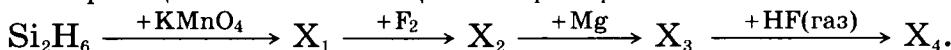


7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения:

а) кремний → силицид магния → силан → оксид кремния(IV) → → силикат натрия → кремниевая кислота → оксид кремния(IV) → → кремний;

б) кремний \rightarrow хлорид кремния(IV) \rightarrow силан \rightarrow кремний.

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих данной цепочке превращений соединений кремния. Укажите условия протекания реакций. Назовите вещества X_1 — X_4 .



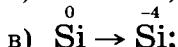
9. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения:

а) кремний \rightarrow кремниевая кислота \rightarrow кремний;

б) силицид магния \rightarrow силикат магния;

в) силикат калия \rightarrow оксид кремния(IV) \rightarrow силан.

10. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих следующим превращениям:



Задачи

1. Относительная плотность соединения кремния с фтором по водороду равна 52. Массовая доля кремния в этом веществе равна 26,92%. Выведите формулу этого соединения.

2. В соединении кремния с водородом масса кремния в 10,5 раза больше массы водорода. Выведите простейшую формулу этого соединения.

3. Для восстановления кремния из 21 г диоксида кремния использовали магний массой 19,2 г. Найдите массу полученного кремния.

4. При сплавлении диоксида кремния с карбонатом натрия был получен силикат натрия массой 43,92 г. Найдите массы использованных в реакции веществ, учитывая, что выход продуктов реакции составляет 90%.

5. На 244 г 10%-ного раствора силиката натрия подействовали избытком соляной кислоты. Найдите массу образовавшейся кремниевой кислоты, учитывая, что выход продукта реакции составляет 80%.

6. Найдите массу кремния, образующегося при прокаливании смеси 45 г диоксида кремния с 30 г алюминия, учитывая, что выход продукта реакции составляет 70%.

7. 10 г карбоната кальция смешали с 8 г диоксида кремния и сильно нагрели. Найдите массовые доли веществ в полученной смеси.

8. Кремний, восстановленный из 200 г диоксида кремния, сожгли в кислороде и получили 108 г диоксида кремния. Выход продукта первой реакции в 1,5 раза меньше, чем выход продукта второй реакции. Найдите выход продукта первой реакции.

9. При действии 40%-ного раствора гидроксида натрия на смесь кремния с оксидом кремния(IV) массой 20 г смесь полностью растворилась и выделился газ объемом 15,68 л. Найдите массовую долю оксида кремния(IV) в смеси и массу использованного раствора щелочи.

Тема 29

Химия s-элементов металлов

Вопросы

- Почему водород, в атоме которого на валентном уровне один электрон, не является металлом?
- Как изменяется энергия ионизации в подгруппе щелочных металлов с увеличением порядкового номера элемента?
- Почему из всех щелочных металлов только рубидий и цезий можно использовать в фотоэлементах?
- Чем обусловлены легкоплавкость и малая плотность щелочных металлов?
- Как изменяется температура плавления в подгруппе щелочных металлов с увеличением порядкового номера элемента?
- Металлическая активность калия выше, чем металлическая активность лития, однако в ряду напряжений литий стоит левее калия. В чем причина такого «несоответствия»?
- Чем обусловлена низкая окислительная способность катионов s-элементов?
- Какие виды химических связей наиболее характерны для соединений щелочных и щелочно-земельных металлов?
- Как изменяется степень электролитической диссоциации гидроксидов щелочных металлов с увеличением порядкового номера элемента? Каковы причины такой закономерности?
- Почему твердые щелочи необходимо хранить в тщательно закупоренных сосудах?

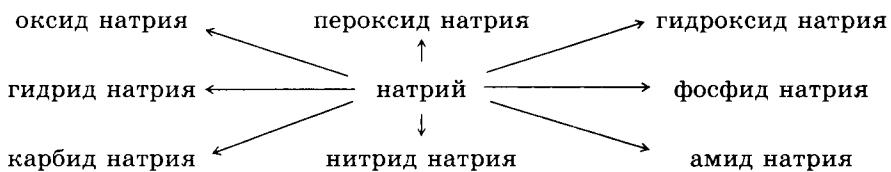
11. Как можно обнаружить в водных растворах соединения щелочных металлов?
12. Почему при получении гидроксида натрия путем электролиза водного раствора хлорида натрия в электролизере устанавливают вертикальную диафрагму?
13. Какова роль ионов натрия и калия в физиологических и биохимических процессах?
14. Почему бериллий и магний не относят к семейству щелочноzemельных металлов?
15. Чем обусловлено «диагональное сходство» бериллия с алюминием?
16. Как изменяются основные свойства в ряду: оксид бериллия — оксид магния — оксид кальция? Каковы причины такой закономерности?
17. Какая соль гидролизуется в большей степени — хлорид бериллия или хлорид магния? Ответ мотивируйте.
18. Как, не используя химические реактивы, обнаружить в растворе гидрокарбонат магния?
19. Чем обусловлена жесткость воды? Почему карбонатную жесткость воды называют временной, а некарбонатную — постоянной?

Упражнения

1. Дайте сравнительную характеристику химических элементов лития и бериллия на основании их положения в периодической системе элементов и строения их атомов.
2. Дайте сравнительную характеристику химических элементов натрия и магния на основании их положения в периодической системе элементов и строения их атомов.
3. Дайте сравнительную характеристику химических элементов калия и кальция на основании их положения в периодической системе элементов и строения их атомов.
4. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

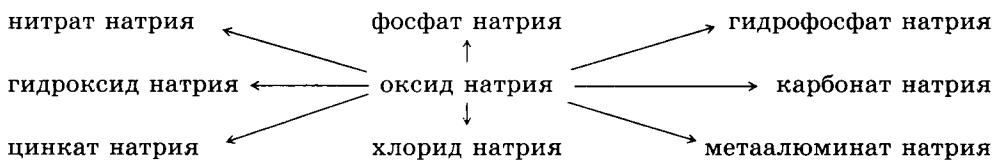
- | | |
|---|--|
| а) $\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow \dots$ | е) $\text{Li} + \text{NH}_3 \rightarrow \dots$ |
| б) $\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow \dots$ | ж) $\text{Li} + \text{HCl} \rightarrow \dots$ |
| в) $\text{Li} + \text{Si} \rightarrow \dots$ | з) $\text{Li} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \dots$ |
| г) $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ | и) $\text{Li} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow \dots$ |
| д) $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ | |

5. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:



6. С какими из перечисленных веществ вступает в реакцию оксид калия: водород, вода, оксид железа(II), оксид бериллия, оксид азота(II), оксид азота(IV), оксид фосфора(V), кремниевая кислота, уксусная кислота, соляная кислота? Напишите уравнения возможных реакций.

7. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:



8. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:

натрий \rightarrow пероксид натрия \rightarrow надпероксид натрия \rightarrow пероксид натрия \rightarrow оксид натрия \rightarrow гидроксид натрия \rightarrow оксид натрия \rightarrow пероксид натрия \rightarrow гидроксид натрия.

9. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций. Укажите условия протекания реакций.

- a) $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
- б) $\text{Na} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
- в) $\text{P}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
- г) $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$

10. С какими из перечисленных веществ вступает в реакцию гидроксид калия: магний, алюминий, углерод, кремний, хлор, оксид хрома(II), оксид хрома(III), оксид хрома(VI), оксид азота(II), оксид азота(IV), оксид азота(V), гидроксид железа(II), гидроксид цинка, хлороводород, сульфат бария, нитрат кальция, хлорид железа(III)? Напишите уравнения возможных реакций. В окислительно-восстановительных реакциях расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций; реакции ионного обмена напишите в молекулярной и ионной форме.

11. Закончите схемы реакций. Укажите условия протекания этих реакций, назовите их продукты.

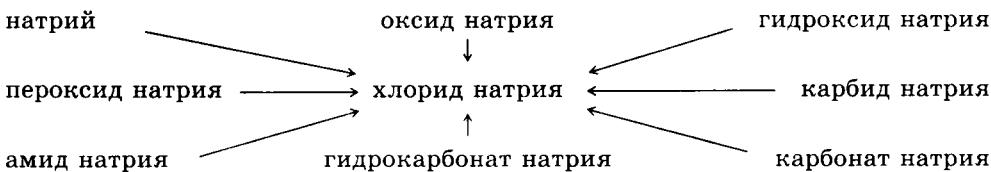
- а) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
 б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH}$ (спирт. р-р) $\rightarrow \dots$
 в) $\text{CH}_3\text{—CHCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
 г) $\text{CH}_3\text{—CHCl}_2 + \text{NaOH}$ (спирт. р-р) $\rightarrow \dots$
 д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
 е) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
 ж) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
 з) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$

12. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих солей: а) хлорид лития; б) фосфат натрия; в) сульфат калия; г) карбонат натрия.

13. Определите реакцию среды в растворах следующих солей:
а) нитрат лития; б) силикат калия; в) гидрофосфат натрия; г) ди-гидрофосфат натрия; д) ацетат калия.

Ответ подтвердите уравнениями реакций в молекулярной и ионной форме.

14. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:



15. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:

а) натрий \rightarrow гидроксид натрия \rightarrow гидрокарбонат натрия \rightarrow хлорид натрия \rightarrow гидроксид натрия \rightarrow натрий;

б) литий \rightarrow нитрид лития \rightarrow гидроксид лития \rightarrow хлорид лития \rightarrow фосфат лития;

в) натрий \rightarrow гидрид натрия \rightarrow хлорид натрия \rightarrow натрий \rightarrow карбид натрия \rightarrow гидроксид натрия \rightarrow формиат натрия;

г) пероксид натрия \rightarrow гидроксид натрия \rightarrow хлорат натрия \rightarrow хлорид натрия.

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

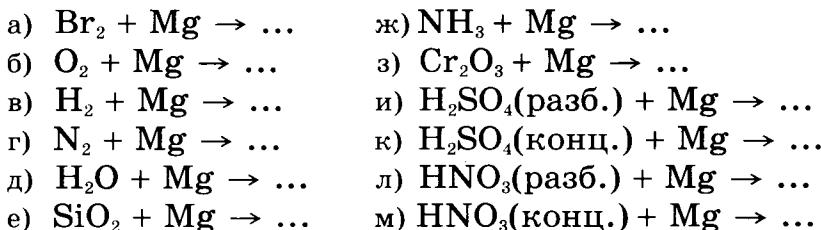
а) карбонат натрия \rightarrow оксид натрия \rightarrow пероксид натрия \rightarrow гидрокарбонат натрия \rightarrow натрий \rightarrow карбонат натрия;

б) литий \rightarrow силикат лития \rightarrow литий;

в) пероксид натрия \rightarrow гидросульфит натрия \rightarrow пероксид натрия;

- г) натрий → тетрагидроксоциникат натрия → нитрид натрия;
 д) нитрат натрия → гидроксид натрия → карбид натрия → пероксид натрия;
 е) сульфид калия → тетрагидроксоалюминат калия → гидроксид калия;
 ж) карбонат натрия → силикат натрия → гидроксид натрия → фосфид натрия → фосфат натрия → цинкнат калия.

17. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



18. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:



Укажите условия протекания этих реакций.

19. Растворится ли полностью образец сплава магния с бериллием при обработке его: а) избытком концентрированной соляной кислоты; б) избытком концентрированной азотной кислоты; в) избытком концентрированного раствора гидроксида натрия? Подтвердите ответ уравнениями происходящих реакций.

20. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих веществ: а) оксид бериллия; б) оксид магния; в) оксид кальция. Напишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной форме.

21. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:



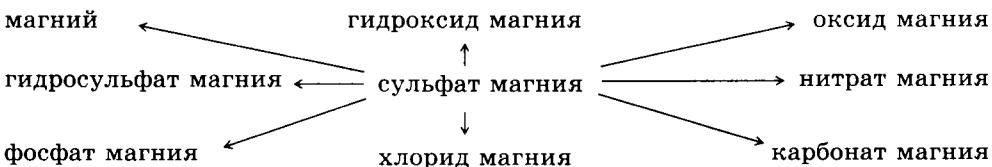
22. С какими из предложенных веществ реагирует гидроксид бария: оксид железа(II), оксид азота(V), оксид цинка, гидроксид

магния, гидроксид алюминия, серная кислота, карбонат кальция, сульфат аммония?

23. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие соли: а) фосфат магния; б) бромид кальция; в) карбонат стронция; г) сульфат бария.

24. С какими из предложенных веществ реагирует хлорид бария: гидроксид натрия, гидроксид железа(II), серная кислота, уксусная кислота, карбонат калия, карбонат кальция, сульфат железа(III), нитрат магния? Напишите уравнения возможных реакций.

25. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:



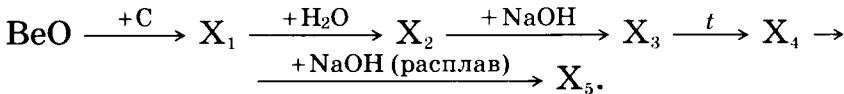
26. Определите реакцию среди в растворах следующих солей: а) нитрат бария; б) хлорид бериллия; в) сульфат магния; г) сульфид бария; д) гидрофосфат кальция. Ответ подтвердите уравнениями реакций в молекулярной и ионной форме.

27. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:

а) бериллий \rightarrow хлорид бериллия \rightarrow гидроксид бериллия \rightarrow тетрагидроксобериллат натрия \rightarrow гидроксид бериллия \rightarrow оксид бериллия \rightarrow бериллий;

б) нитрат бериллия \rightarrow оксид бериллия \rightarrow тетрагидроксобериллат калия \rightarrow нитрат бериллия.

28. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям соединений бериллия:



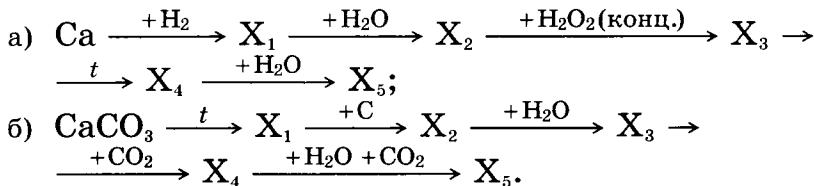
29. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям:

а) кальций \rightarrow гидроксид кальция \rightarrow карбонат кальция \rightarrow гидрокарбонат кальция \rightarrow карбонат кальция \rightarrow бромид кальция \rightarrow сульфат кальция;

б) хлорид бария \rightarrow гидроксид бария \rightarrow гидрофосфат бария \rightarrow фосфат бария;

в) стронций \rightarrow гидрид стронция \rightarrow гидроксид стронция \rightarrow хлорид стронция \rightarrow стронций.

30. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям соединений кальция:



31. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) карбонат бериллия \rightarrow тетрагидроксобериллат натрия \rightarrow оксид бериллия \rightarrow гидроксид бериллия \rightarrow бериллий;
- б) бромид магния \rightarrow оксид магния \rightarrow нитрид магния \rightarrow гидрид магния;
- в) карбонат бария \rightarrow гидроксид бария \rightarrow барий \rightarrow силикат бария;
- г) хлорид кальция \rightarrow фосфид кальция \rightarrow гидрокарбонат кальция \rightarrow кальций \rightarrow гидрокарбонат кальция \rightarrow пероксид кальция;
- д) кальций \rightarrow карбонат кальция \rightarrow карбид кальция \rightarrow карбонат кальция;
- е) гидросульфит бария \rightarrow барий \rightarrow гидрокарбонат бария \rightarrow карбид бария.

32. В трех немаркированных сосудах находятся оксиды калия, магния и бериллия. Как распознать эти вещества, не используя никаких реагентов, кроме воды? Предложите план распознавания; напишите уравнения используемых реакций.

33. В трех немаркированных сосудах находятся бромид магния, сульфат магния и нитрат магния. Как распознать эти вещества? Предложите план распознавания; напишите уравнения используемых реакций.

Задачи

1. В соединении магния с углеродом массы элементов относятся как 4 : 3. Выведите простейшую формулу этого соединения.

2. Образец бинарного соединения натрия с элементом V группы содержит 4,14 г натрия и 4,5 г данного элемента V группы. Назовите это соединение.

3. В соединении кальция с фосфором масса фосфора составляет 51,67% от массы кальция. Выведите простейшую формулу этого соединения.

4. Отношение масс элементов в нитриде щелочно-земельного металла составляет 30 : 7. Какой это металл?

5. В гидриде металла II группы периодической системы масса металла в 12 раз больше массы водорода. Какой это металл?

6. Оксид щелочного металла массой 5 г полностью реагирует с 3 г воды. Назовите этот оксид.

7. Щелочной металл массой 4,68 г полностью сгорает в 1,344 л хлора (н. у.). Определите, какой это металл.

8. При действии избытка воды на щелочной металл массой 1,38 г выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 672 мл. Определите, какой металл был взят для реакции с водой.

9. При действии избытка соляной кислоты на 9,35 г оксида щелочного металла был получен хлорид этого металла массой 12,1 г. Определите, оксид какого металла был взят для реакции.

10. При действии избытка серной кислоты на 11,1 г карбоната щелочного металла выделился газ, объем которого равен 3,36 л (н. у.). Определите, карбонат какого металла был использован.

11. Для нейтрализации 224 г гидроксида калия требуется 40 г 36,5%-ной соляной кислоты. Найдите массовую долю гидроксида калия в растворе.

12. Через склянку, содержащую раствор гидроксида натрия массой 80 г, пропустили избыток углекислого газа, в результате чего масса раствора увеличилась на 8,8 г. Найдите массовую долю гидроксида натрия в исходном растворе. (Растворимостью углекислого газа в воде можно пренебречь.)

13. Найдите массу 20%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для полной нейтрализации 400 г 49%-ного раствора ортофосфорной кислоты.

14. При действии избытка воды на 10 г амальгамы натрия выделился водород, занимающий при нормальных условиях объем 336 мл. Найдите массовую долю ртути в амальгаме.

15. Через 280 г 10%-ного раствора гидроксида калия пропустили 4,48 г диоксида углерода (н. у.). Найдите массу образовавшейся в растворе соли.

16. Найдите массу осадка, выпавшего при действии 150 г 20%-ного раствора гидроксида натрия на 400 г 20%-ного раствора сульфата меди(II).

- 17.** К 200 г 20%-ного раствора гидроксида калия добавили 200 г 10%-ного раствора серной кислоты. Найдите массовую долю соли в полученном растворе.
- 18.** Какой объем газа (н. у.) выделится при действии 80 г 40%-ного раствора гидроксида натрия на 50 г хлорида аммония?
- 19.** При электролизе 29,25 г расплава хлорида натрия получен натрий массой 9,775 г. Найдите выход продукта реакции.
- 20.** При электролизе 149 г 20%-ного раствора хлорида калия получен гидроксид калия массой 20,16 г. Найдите выход продукта реакции.
- 21.** Найдите массу натрия и объем кислорода (н. у.), которые потребуются для получения 13,26 г пероксида натрия, если выход продукта реакции составляет 85%.
- 22.** Какая масса 40%-ного раствора гидроксида натрия необходима для получения 212 г карбоната натрия, если выход продукта реакции составляет 80%?
- 23.** Натрий, полученный электролизом расплава хлорида натрия массой 46,8 г, обработали избытком воды. Найдите массу 10%-ного раствора серной кислоты, необходимой для нейтрализации образавшегося раствора щелочи.
- 24.** Через 280 г 25%-ного раствора гидроксида калия пропустили избыток углекислого газа. Полученный раствор прокипятили. Найдите массу карбоната калия, образовавшегося в растворе при кипячении.
- 25.** Оксид щелочного металла массой 3,76 г растворили в соляной кислоте. При добавлении к полученному раствору избытка раствора нитрата серебра выпал осадок массой 11,48 г. Определите, какой оксид был использован.
- 26.** Образец щелочного металла массой 3,15 г обработали избытком воды. Для нейтрализации полученного раствора потребовалось 44,1 г 50%-ного раствора серной кислоты. Определите, какой металл был использован.
- 27.** Некоторое количество оксида натрия растворили в серной кислоте. При добавлении к полученному раствору избытка раствора хлорида бария выпал осадок массой 9,32 г. Найдите массу исходного оксида натрия.

28. При действии серной кислоты на 20 г раствора карбоната натрия получен раствор сульфата натрия. При добавлении к этому раствору избытка раствора нитрата бария выпал осадок массой 4,66 г. Найдите массовую долю карбоната натрия в исходном растворе.

29. При электролизе 400 г 20%-ного раствора хлорида калия получен раствор гидроксида калия. Через этот раствор пропустили избыток углекислого газа. Найдите массу соли, образовавшейся в растворе, если выход продуктов описанных реакций составляет соответственно 80 и 75%.

30. Объем хлора, необходимого для сжигания сплава лития с натрием, в 1,2 раза больше, чем объем кислорода, в котором полностью сгорает такая же порция сплава. Найдите массовую долю лития в сплаве.

31. К 14 г смеси оксида и пероксида натрия добавили 50 г воды и прокипятили получившийся раствор. При этом выделился газ, занимающий при температуре 100 °С и давлении 1 атм объем 1,53 л. Найдите массовую долю растворенного вещества в растворе после кипячения. (Потерей воды при кипячении можно пренебречь.)

32. В колбу с 50 г раствора гидроксида натрия опустили кусочек натрия массой 2,3 г. После окончания реакции в колбе образовался 20%-ный раствор гидроксида натрия. Найдите массовую долю гидроксида натрия в исходном растворе.

33. При добавлении 9,4 г оксида калия к 200 г раствора гидроксида калия получен 10%-ный раствор гидроксида калия. Найдите массовую долю гидроксида калия в исходном растворе.

34. Образец натрия массой 2,3 г опустили в 5%-ный раствор гидроксида натрия. После окончания реакции массовая доля гидроксида натрия в растворе стала равна 10%. Найдите массу исходного раствора гидроксида натрия.

35. Чему равны массы натрия и воды, необходимых для получения 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия?

36. В каком массовом отношении требуется смешать оксид калия и 10%-ный раствор гидроксида калия, чтобы получился 20%-ный раствор гидроксида калия?

37. Углекислый газ, полученный при действии 100 г 65%-ного раствора азотной кислоты на 143 кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, пропустили через 300 г 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Найдите массовые доли растворенных веществ в образовавшемся растворе.

38. При действии избытка соляной кислоты на смесь гидрида натрия и карбоната натрия получена смесь газов, относительная плотность которой по водороду равна 18. Найдите массовые доли соединений натрия в исходной смеси.

39. При прокаливании смеси нитрата калия и гидрокарбоната калия выделилась смесь газов, плотность которой при давлении 1 атм и температуре 136,5 °С равна 928,6 мг/л. Найдите массовую долю нитрата калия в исходной смеси.

40. На смесь гидрида и пероксида натрия осторожно подействовали избытком горячей концентрированной соляной кислоты. Выделившиеся газы могут прореагировать друг с другом без остатка. Найдите массу натрия, необходимого для получения 37,8 г исходной смеси.

41. Некоторое количество нитрида натрия обработали избытком воды и получили газ А. Оставшееся в растворе вещество выделили и электролизовали в расплаве, получив газ В на аноде. Смесь газов А и В пропустили над нагретой платиной, и газы вступили в реакцию без остатка. Найдите выход вещества А. (Выход вещества В считать количественным.)

42. Смесь фторида натрия и хлорида натрия растворили в 80 г воды. При действии на одну половину раствора избытка раствора нитрата серебра выпадает осадок массой 11,48 г. При добавлении к другой половине избытка раствора нитрата кальция выпадает осадок массой 4,68 г. Найдите массовые доли солей в исходном растворе.

43. Смесь содержит натрий, оксид натрия и гидрид натрия в молярном отношении 1 : 2 : 3. При действии 100 г воды на порцию такой смеси выделилось 7,84 л газа (н. у.). Найдите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

44. Концентрации карбонатов лития, натрия и калия в растворе смеси этих солей относятся как 1 : 3 : 5. Для взаимодействия с порцией такого раствора потребовалось 180 г 36,5%-ной соляной кислоты. Найдите массовые доли карбонатов в их сухой смеси. Найдите массовую долю хлорида натрия в растворе, полученном в результате реакции.

45. Масса щелочного металла, необходимого для получения его бромида, в 1,395 раза больше, чем масса этого металла, необходи-

мого для получения его иодида. Определите, какой это металл, если известно, что массы полученных галогенидов одинаковы.

46. Смесь натрия с оксидом натрия (молярное отношение 2 : 1) смешали с 60 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. В результате произошедших реакций получился раствор гидроксида натрия с массовой долей растворенного вещества 31,16%. Найдите массу этого раствора.

47. При добавлении смеси лития с гидридом лития к 200 г 5%-ного раствора гидроксида лития образовался 10%-ный раствор гидроксида лития. Найдите массу смеси лития с гидридом лития, если известно, что количества веществ ее компонентов одинаковы.

48. Образец кристаллогидрата гидроксида стронция массой 53,2 г содержит 28,8 г кристаллизационной воды. Выберите простейшую формулу этого кристаллогидрата.

49. Какой объем водорода (н. у.) выделится при действии избытка соляной кислоты на 19,2 г магния?

50. При действии избытка воды на 91,8 г оксида щелочно-земельного металла образовался гидроксид этого металла массой 102,6 г. Какой это металл?

51. Найдите объем газа (н. у.), выделяющегося при действии на избыток магния 80 г соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 20%.

52. На смесь порошков магния и меди массой 20 г подействовали избытком соляной кислоты и получили 4,48 л водорода (н. у.). Найдите массовую долю меди в смеси.

53. При действии избытка раствора серной кислоты на 265 г 8%-ного раствора нитрата щелочно-земельного металла выпал осадок массой 18,4 г. Нитрат какого металла был взят для реакции?

54. К 120 г 2%-ного раствора гидроксида бария добавили 30 г 10%-ного раствора азотной кислоты. Найдите массовые доли веществ в получившемся растворе.

55. Какой объем водорода (н. у.) выделится при действии избытка соляной кислоты на магний, полученный при электролизе расплава хлорида магния массой 142,5 г?

56. Осадок, выпавший при длительном кипячении раствора гидрокарбоната кальция, отфильтровали и растворили в избытке азотной

кислоты. Объем выделившегося при этом газа равен 896 мл (н. у.). Найдите массу гидрокарбоната кальция, содержащегося в исходном растворе.

57. Образец магния растворили в соляной кислоте. К полученному раствору добавили избыток раствора щелочи, выпавший осадок отфильтровали и прокалили. Масса сухого остатка равна 2 г. Найдите массу исходного образца магния.

58. На 25 г известняка, содержащего 20% некарбонатных примесей, подействовали 40 г 63%-ного раствора азотной кислоты. К полученному раствору добавили избыток раствора фосфата калия. Найдите массу выпавшего осадка.

59. Найдите массы негашеной извести и воды, которые потребуются для получения 111 кг гашеной извести, если выход продукта реакции составляет 60% от теоретически возможного.

60. Найдите массу карбоната кальция, полученного из 4 г кальция, если выход продукта в каждой из необходимых реакций составляет 80% от теоретически возможного.

61. Из 200 кг известняка, содержащего 10% инертных примесей, получили 89,91 кг гашеной извести. Найдите выход продуктов в использованных реакциях, если отношение выхода продукта первой реакции к выходу продукта второй реакции составляет 5 : 6.

62. На смесь оксида бария, сульфата бария и карбоната бария массой 10 г подействовали избытком соляной кислоты. 80% смеси растворилось, и выделился газ объемом 448 мл (н. у.). Найдите массовые доли соединений бария в смеси и массу 10%-ной соляной кислоты, вступившей в реакцию.

63. Смесь бериллия, магния и кальция разделили на три равные части. При действии на одну из них избытка воды выделилось 11,2 л газа (н. у.). При действии на другую часть избытка раствора гидроксида натрия выделилось 11,2 л газа (н. у.). При действии на третью часть избытка соляной кислоты выделилось 33,6 л газа (н. у.). Найдите массовые доли металлов в смеси.

64. К раствору, полученному при действии 219 г 10%-ной соляной кислоты на 20 г карбоната кальция, добавили избыток раствора нитрата серебра. Найдите массу 10%-ного раствора аммиака, необходимого для растворения выпавшего осадка.

65. Пластиночку из двухвалентного металла опустили в 10%-ный раствор сульфата железа(II) массой 200 г. Через некоторое время

пластинку извлекли. Масса пластиинки увеличилась на 1,6 г, а массовая доля сульфата железа(II) в растворе уменьшилась в 1,6 раза. Из какого металла сделана пластиинка?

66. Магниевую пластиинку массой 16 г опустили в 16%-ный раствор сульфата меди(II) массой 350 г. Когда пластиинку извлекли, массовые доли содерявшихся в растворе солей оказались одинаковы. Во сколько раз увеличилась масса пластиинки?

67. Магниевую пластиинку опустили в раствор хлорида неизвестного металла. Масса металла, выделяющегося на поверхности пластиинки, составляет 75% от массы магния, переходящего в раствор. Какой металл выделяется на поверхности пластиинки?

68. При действии избытка кислоты на смесь карбонатов магния и кальция массой 36,8 г выделяется газ, занимающий при температуре 0 °С и давлении 0,1 атм объем 89,6 л. Найдите массовые доли солей в исходной смеси.

69. При действии избытка воды на 27,6 г смеси нитрида и карбида щелочно-земельного металла выделилась смесь газов объемом 8,96 л (н. у.). Относительная плотность этой смеси по водороду равна 10,75. Соединения какого металла были использованы? Найдите их массовые доли в смеси.

70. 83,6 г смеси карбоната и гидрокарбоната двухвалентного металла обработали избытком кислоты и получили газ, занимающий при температуре 27 °С и давлении 1 атм объем 27,08 л. Определите, соли какого металла были использованы, если мольная доля гидрокарбоната в смеси равна 0,5714.

71. Смесь карбоната и гидрокарбоната щелочно-земельного металла прокалили до постоянной массы, в результате чего масса смеси уменьшилась на 60,38%. Определите, соли какого металла находились в смеси, если количество вещества кислой соли было в 2 раза больше, чем количество вещества средней соли.

72. В колбу поместили 5,6 г оксида кальция и 28,4 г оксида фосфора(V), добавили 500 г воды и нагрели, перемешивая содержимое колбы. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.

73. Растворимость гидроксида стронция в воде при 100 °С равна 28 г на 100 г воды, а при 25 °С — 1 г на 100 г воды. 200 г раствора гидроксида стронция, насыщенного при 100 °С, охладили до 25 °С. Найдите массу кристаллогидрата $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, выпавшего в осадок при охлаждении раствора.

74. При действии на 200 г раствора, содержащего хлориды бария и магния, избытка раствора карбоната натрия выпал осадок массой 36,5 г. При действии на такую же порцию раствора избытка раствора сульфата натрия выпал осадок массой 23,3 г. Найдите массовые доли солей в растворе.

75. При действии на смесь магния, кальция и бериллия массой 18,5 г избытка щелочи выделяется 11,2 л газа (н. у.). При действии на такую же порцию смеси избытка соляной кислоты выделяется 21,28 л газа (н. у.). Найдите массовые доли металлов в смеси.

76. Образец магния массой 4,8 г сожгли в кислороде. Образовавшийся оксид растворили в соляной кислоте и получили хлорид магния массой 10,26 г. Доли выхода продуктов в описанных реакциях относятся как 2 : 3. Найдите выход хлорида магния во второй реакции.

77. При прокаливании образца карбоната магния потеря массы составила 22%. Чему равна массовая доля соли, не разложившейся при прокаливании?

78. При прокаливании карбоната кальция 40% соли разложилось. Найдите массовые доли веществ в полученном сухом остатке.

79. Сплав магния с бериллием растворили в соляной кислоте. К образовавшемуся раствору добавили избыток раствора гидроксида калия и получили осадок, масса которого в 2 раза больше массы исходного сплава. Найдите массовую долю бериллия в сплаве.

Тема 30

Алюминий и его соединения

Вопросы

- Почему среди *p*-элементов второго и третьего периодов металлом является только алюминий?
- Почему, несмотря на широкую распространенность в природе, алюминий до конца XIX в. принадлежал к числу редких металлов?
- Почему координационное число алюминия в его соединениях может быть равно не только четырем (как у бора), но и шести?

4. Для чего при промышленном получении алюминия к оксиду алюминия добавляют криолит?
5. Почему алюминий способен растворяться в растворах некоторых солей? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих химических реакций.
6. Почему активный металл алюминий не взаимодействует с концентрированной азотной кислотой?
7. Почему реакция алюминия с разбавленной серной кислотой сначала идет очень медленно, но затем начинается бурное выделение водорода?
8. Почему галогениды алюминия при контакте с влажным воздухом дымят?
9. Почему хлорид алюминия нельзя получить при выпаривании водного раствора этой соли?
10. Почему расплав хлорида алюминия нельзя использовать для электролитического получения алюминия?
11. Почему алюминиевую посуду не рекомендуется мыть содой?
12. Чем обусловлено широкое применение сплавов алюминия? Приведите примеры сплавов, охарактеризуйте их свойства.

Упражнения

1. Закончите уравнения реакций, протекающих по данным схемам. Укажите условия протекания этих реакций; назовите их продукты.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| a) $C + Al \rightarrow \dots$ | e) $HBr + Al \rightarrow \dots$ |
| b) $S + Al \rightarrow \dots$ | ж) $H_2SO_4 + Al \rightarrow \dots$ |
| в) $I_2 + Al \rightarrow \dots$ | з) $HNO_3 + Al \rightarrow \dots$ |
| г) $NH_3 + Al \rightarrow \dots$ | и) $NaOH(\text{раств.}) + Al \rightarrow \dots$ |
| д) $Fe_3O_4 + Al \rightarrow \dots$ | к) $NaOH(\text{распл.}) + Al \rightarrow \dots$ |

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



3. Как очистить порошок магния от примеси порошка алюминия? Подтвердите свой ответ уравнениями необходимых реакций.

4. Как очистить порошок алюминия от примеси порошка магния? Подтвердите ответ уравнениями необходимых реакций.

5. С какими из перечисленных веществ будет взаимодействовать оксид алюминия: водород, вода, оксид углерода(II), оксид азота(V), гидроксид натрия, гидроксид цинка, серная кислота, карбонат натрия? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия их протекания.

6. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



7. Закончите уравнения реакций, протекающих по данным схемам. Укажите условия протекания реакций.

- a) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$ b) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
 б) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ г) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



9. С какими из перечисленных веществ будет взаимодействовать гидроксид алюминия: вода, гидроксид калия, гидроксид магния, азотная кислота, кремниевая кислота, плавиковая кислота, сульфат натрия? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия их протекания.

10. Как очистить оксид алюминия от примеси гидроксида алюминия? Подтвердите ответ уравнениями необходимых реакций.

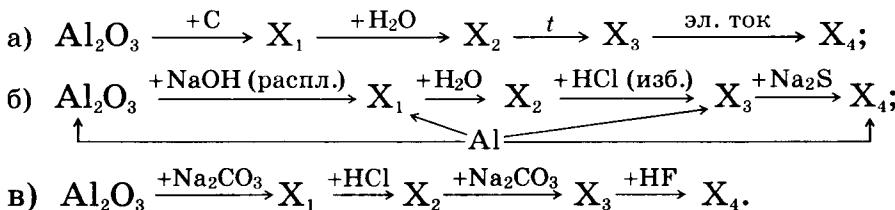
11. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие соли: а) бромид алюминия; б) сульфат алюминия; в) сульфид алюминия; г) нитрат алюминия.

12. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих солей: а) бромид алюминия; б) сульфат алюминия; в) сульфид алюминия; г) нитрат алюминия.

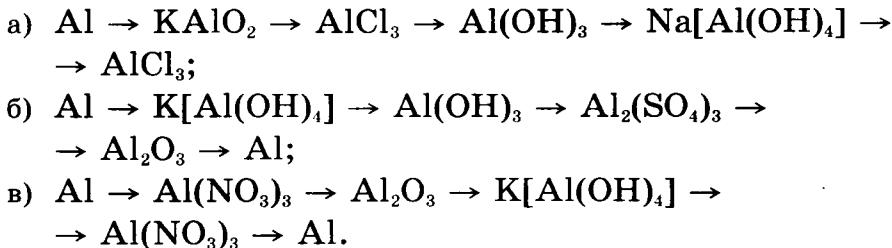
13. Определите реакцию среды в растворах следующих солей:
 а) иодид алюминия; б) нитрат алюминия; в) сульфат алюминия. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций в молекулярной и ионной форме.

14. Напишите уравнения электролиза расплавов и водных растворов следующих солей: а) фторид алюминия; б) хлорид алюминия. Рассмотрите процессы, протекающие на катоде и аноде.

15. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям соединений алюминия:



16. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

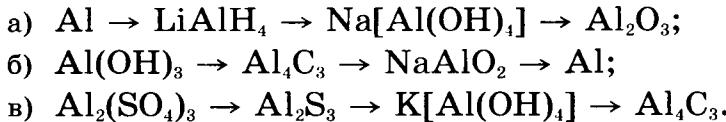


17. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

а) алюминий \rightarrow сульфат алюминия \rightarrow нитрат алюминия \rightarrow фосфат алюминия;

б) гидроксид алюминия \rightarrow метагидроксид алюминия \rightarrow хлорид алюминия \rightarrow тетрагидроксоалюминат натрия \rightarrow метаалюминат натрия.

18. Напишите уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:



19. Как очистить оксид алюминия от примеси сульфида алюминия? Подтвердите ответ уравнениями необходимых реакций.

20. В трех немаркированных сосудах находятся фосфат, гидроксид и хлорид алюминия. Предложите план распознавания этих веществ; напишите уравнения необходимых реакций.

21. В двух немаркированных сосудах находятся водные растворы сульфата алюминия и гидроксида калия. Как определить содержимое сосудов при отсутствии приборов, реагентов и индикаторов? Подтвердите ответ уравнениями необходимых реакций.

Задачи

- 1.** Массовая доля алюминия в его галогениде равна 10,11%. Назовите этот галогенид.
- 2.** Отношение масс элементов в галогениде алюминия составляет 9 : 19. Назовите этот галогенид.
- 3.** Выведите простейшую формулу химического соединения, в котором массовая доля калия равна 39,8%, массовая доля алюминия равна 27,55%, массовая доля кислорода равна 32,65%.
- 4.** Образец кристаллогидрата хлорида алюминия массой 19,32 г содержит 8,64 г кристаллизационной воды. Выведите простейшую формулу этого кристаллогидрата.
- 5.** Найдите массу алюминия, полученного при электролизе расплава оксида алюминия массой 40,8 кг.
- 6.** Какой объем водорода выделится при нормальных условиях, если на 10,8 г алюминия подействовать избытком соляной кислоты?
- 7.** Порошок алюминия массой 32,4 г полностью сгорел в кислороде. Найдите объем кислорода (н. у.), вступившего в реакцию.
- 8.** Порошок алюминия массой 29,7 г смешали с порошком серы массой 67,2 г и нагрели без доступа воздуха. Найдите массу образовавшейся соли.
- 9.** Алюминиевую фольгу массой 5,4 г опустили в бром массой 50 г. Найдите массу образовавшейся соли.
- 10.** Найдите массу хлорида алюминия, образовавшегося при сжигании 16,2 г алюминия в 26,88 л хлора (н. у.).
- 11.** На 10 г смеси алюминия с оксидом алюминия подействовали избытком раствора серной кислоты. Выделившийся газ занимает при нормальных условиях объем 11,2 л. Найдите массовую долю оксида алюминия в исходной смеси.
- 12.** При действии 20%-ной соляной кислоты на образец алюминия массой 8,1 г произошло полное растворение образца. Найдите массу использованной соляной кислоты.
- 13.** При добавлении избытка раствора фосфата калия к 50 г раствора хлорида алюминия выпал осадок массой 12,2 г. Найдите массовую долю растворенного вещества в растворе хлорида алюминия.

14. При действии избытка соляной кислоты на 25 г смеси оксида алюминия с сульфидом алюминия выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 6,72 л. Найдите массовую долю сульфида алюминия в смеси.

15. Какой объем водорода (н. у.) выделится, если на 4,32 г алюминия подействовать 150 г 20%-ного раствора серной кислоты?

16. К 70 г 12%-ного раствора сульфата алюминия добавили 36 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массу выпавшего осадка.

17. При электролизе 81,6 г оксида алюминия получен алюминий массой 32,4 г. Найдите выход продукта реакции.

18. Объем водорода, выделившегося при действии избытка соляной кислоты на 21,6 г алюминия, равен 21,5 л (н. у.). Найдите выход продукта реакции.

19. Из хлорида алюминия получен алюминий массой 6,75 г, причем выход продукта реакции составляет 70% от теоретически возможного. Найдите массу хлорида алюминия.

20. Расплав оксида алюминия массой 200 г подвергли электролизу, выход продукта которого составляет 85% от теоретически возможного. Найдите массу полученного при электролизе алюминия.

21. При сплавлении 12 г оксида алюминия с 8 г гидроксида натрия получен метаалюминат натрия массой 11,48 г. Найдите выход продукта реакции.

22. Образец алюминия массой 2,7 г растворили в соляной кислоте и к полученному раствору добавили избыток раствора фосфата натрия. Найдите массу выпавшего осадка.

23. Гидроксид алюминия массой 15,6 г прокалили до постоянной массы. Найдите массу 25%-ного раствора серной кислоты, который потребуется для растворения сухого остатка.

24. Для растворения образца алюминия необходимо 365 г 10%-ной соляной кислоты. Найдите массу 20%-ного раствора серной кислоты, который потребуется для растворения такого же образца алюминия.

25. Найдите массу 63%-ного раствора азотной кислоты, необходимого для нейтрализации гидроксида алюминия, полученного из 8,1 г алюминия.

- 26.** Во сколько раз масса брома, реагирующего с образцом алюминия массой m , больше массы серы, реагирующей с таким же образцом?
- 27.** При действии избытка кислоты на алюминий, полученный при электролизе 51 г оксида алюминия, выделилось 20,16 л водорода. Выход продуктов реакции алюминия с кислотой составляет 80% от теоретического. Найдите выход продуктов электролиза.
- 28.** Алюминий массой 10,8 г сожгли в кислороде. К полученному оксиду добавили избыток соляной кислоты и к образовавшемуся раствору прилили избыток раствора карбоната натрия. Найдите массу выпавшего осадка, если известно, что в каждой из реакций выход продуктов составляет 90% от теоретически возможного.
- 29.** Алюминий, полученный при электролизе 100 г оксида алюминия, сожгли в кислороде и получили 81 г оксида алюминия. Найдите выходы продуктов этих реакций, если известно, что они одинаковы.
- 30.** К 68,4 г 10%-ного раствора сульфата алюминия добавили 127,2 г 10%-ного раствора карбоната натрия. Найдите массовые доли веществ, содержащихся в растворе после окончания реакции.
- 31.** К 85,5 г 20%-ного раствора сульфата алюминия постепенно добавляли 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массу выпавшего осадка. Какую массу 10%-ного раствора гидроксида натрия требуется добавить, чтобы осадок полностью растворился?
- 32.** Для растворения образца алюминия потребовалось 100 г 10%-ного раствора азотной кислоты. Найдите массу 10%-ного раствора серной кислоты, необходимого для растворения такого же образца алюминия.
- 33.** На смесь порошков цинка и алюминия подействовали избытком азотной кислоты. К полученному раствору добавили избыток раствора карбоната натрия, выпавший осадок отфильтровали, высушили и прокалили до постоянной массы. Масса исходной смеси металлов составляет 73,71% от массы сухого остатка после прокаливания. Найдите массовую долю алюминия в исходной смеси.
- 34.** Для растворения смеси алюминия с оксидом алюминия требуется в 1,3 раза больше раствора гидроксида калия, чем для растворения такой же массы смеси алюминия с гидроксидом алюминия. Массовые доли алюминия в этих смесях одинаковы. Найдите массовую долю алюминия в смесях.

35. При действии избытка концентрированной азотной кислоты на смесь алюминия, магния и меди масса смеси уменьшилась в 5 раз. Во сколько раз уменьшится масса такой смеси, если на нее подействовать избытком раствора щелочи?

36. Для растворения 21 г смеси алюминия с оксидом алюминия потребовалось 262,8 г 25%-ной соляной кислоты. Найдите объем выделившегося при этом газа (н. у.).

37. К смеси алюминия с магнием добавляли раствор гидроксида натрия до прекращения выделения газа. К полученной смеси добавили избыток азотной кислоты, образовавшийся раствор выпарили, а остаток прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка после прокаливания в 1,82 раза больше, чем масса исходной смеси металлов. Найдите массовую долю алюминия в исходной смеси.

38. В 500 г раствора серной кислоты полностью растворился алюминий массой 8,1 г. После этого в раствор внесли магниевые опилки, часть которых растворилась, а массовая доля сульфата алюминия в образовавшемся растворе стала равной 9,9%. Найдите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

39. К 171 г 10%-ного раствора сульфата алюминия добавили 249,6 г 10%-ного раствора хлорида бария. К полученной смеси добавили избыток раствора сульфида натрия, осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Найдите массу остатка после прокаливания.

40. Смесь порошка алюминия массой 32,4 г и порошка серы массой 48 г сильно нагрели в тигле без доступа воздуха. После этого к остывшему содержимому тигля добавили избыток соляной кислоты. Какой объем кислорода (н. у.) потребуется для сжигания выделившегося газа?

41. Масса водорода, выделившегося при действии избытка соляной кислоты на металл, в 13,5 раза меньше массы прореагировавшего металла. Определите, какой это металл, если выход продуктов реакции составляет 66,67% от теоретического.

42. При прокаливании в кислороде смеси алюминия с оксидом алюминия масса смеси увеличилась в 1,48 раза. Найдите массовую долю оксида алюминия в смеси.

43. Масса продуктов, полученных при сжигании в кислороде смеси алюминия с цинком, в 1,68 раза больше массы сгорающей смеси. Найдите массовую долю алюминия в смеси металлов.

44. К 213,6 г 25%-ного раствора хлорида алюминия добавили 280 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Найдите массу выпавшего осадка и массовые доли веществ в полученном растворе.

45. Нитрат алюминия массой 42,6 г в течение некоторого времени прокаливали. Масса сухого остатка составила 26,4 г. К сухому остатку добавили воды, и некоторая его часть растворилась. К образовавшейся смеси раствора с осадком постепенно добавляли 10%-ный раствор гидроксида натрия до полного растворения осадка. Найдите массу использованного раствора щелочи.

46. 75 г кристаллогидрата нитрата алюминия растворили в воде. К раствору добавили избыток сульфита натрия, выпавший осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка составила 6,528 г. Определите формулу кристаллогидрата, если известно, что в каждой из реакций выход продуктов составляет 80% от теоретического.

47. Алюминиевую проволоку опустили в 10%-ный раствор сульфата цинка массой 402,5 г. Через некоторое время проволоку извлекли из раствора, и ее масса изменилась на 7,05 г. После извлечения проволоки к раствору добавили избыток раствора хлорида бария. Найдите массу выпавшего осадка.

48. Алюминий, полученный при электролизе 100 г оксида алюминия, растворили в азотной кислоте. К образовавшемуся раствору добавили избыток раствора карбоната натрия, выпавший осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка после прокаливания составила 45,56 г. Выходы продуктов в этих четырех реакциях относятся как 5 : 6 : 5 : 6. Найдите выход продуктов последней реакции.

Тема 31

Химия *d*-элементов на примере железа

Вопросы

- Почему среди элементов побочных подгрупп не встречаются элементы-неметаллы?
- Каковы особенности строения электронных оболочек у атомов элементов побочных подгрупп?

3. Чем обусловлена склонность металлов побочных подгрупп к комплексообразованию?
4. Почему ионы *d*-металлов являются парамагнитными, а ионы *s*-металлов — диамагнитными?
5. Как меняется характер оксидов и гидроксидов *d*-металлов с увеличением степени окисления элемента? Подтвердите ответ примерами соответствующих соединений.
6. Почему большинство *d*-металлов характеризуется высокими температурами плавления?
7. Какой из изотопов железа наиболее распространен — ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe или ^{58}Fe ? Мотивируйте причины своего выбора.
8. Какие аллотропные модификации железа вам известны? Как изменяются физические свойства железа при нагревании?
9. Какие степени окисления возможны для железа? Соединения с какой степенью окисления наиболее характерны для этого элемента?
10. Почему железо высокой степени чистоты более устойчиво к коррозии, чем его сплавы?
11. Почему разбавленная серная кислота окисляет железо менее глубоко, чем концентрированная (горячая) серная кислота?
12. Почему оксид железа(II) не получают окислением железа кислородом?
13. Почему при действии на оксид железа(II,III) раствора серной кислоты образуются две соли, а при действии раствора азотной кислоты образуется одна соль? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
14. Чем обусловлено быстрое изменение окраски свежеосажденного гидроксида железа(II)?
15. Почему пирит, встречающийся в природе в больших количествах, не используют для получения чугуна?
16. Какова биологическая роль соединений железа? Приведите примеры биологически активных соединений этого элемента.

Упражнения

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



2. С какими из предложенных веществ реагирует оксид железа(II): водород, углерод, кислород, железо, вода, оксид магния, ок-

сид углерода(II), гидроксид натрия, соляная кислота, азотная кислота, сульфат магния? Напишите уравнения возможных реакций.

3. С какими из предложенных веществ реагирует оксид железа(III): водород, кислород, железо, вода, оксид углерода(II), гидроксид натрия, соляная кислота, азотная кислота, карбонат натрия, хлорид кальция? Напишите уравнения возможных реакций.

4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



5. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства следующих солей: а) хлорид железа(III); б) хлорид железа(II).

6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить следующие соли: а) сульфат железа(III); б) сульфат железа(II); в) сульфид железа(II); г) нитрат железа(III).

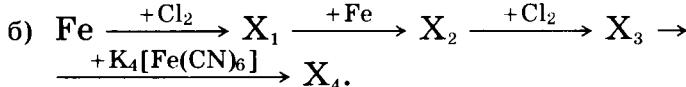
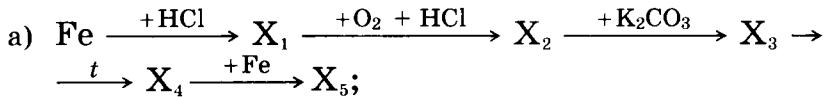
7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) оксид железа(II) \rightarrow гидроксид железа(II) \rightarrow сульфат железа(II) \rightarrow гидроксид железа(II) \rightarrow оксид железа(II) \rightarrow оксид железа(III);

б) сульфат железа(III) \rightarrow гидроксид железа(III) \rightarrow оксид железа(III) \rightarrow феррат натрия
 \downarrow
 фосфат железа(III) \rightarrow нитрат железа(III) \rightarrow оксид железа(II) \rightarrow хлорид железа(III)

в) сульфат железа(II) \leftarrow сульфид железа(II) \rightarrow сульфат железа(III)
 \downarrow
 хлорид железа(II) \leftarrow сульфид железа(II) \rightarrow нитрат железа(III)

8. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим превращениям железа и его соединений:



9. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций, соответствующих данным схемам. Расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

- а) $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- б) $\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$
- в) $\text{FeO} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$
- г) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- д) $\text{FeCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
- е) $\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- ж) $\text{NaFeO}_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- з) $\text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6];$
- б) $\text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{NaFeO}_2 \rightarrow \text{FeO(OH)} \rightarrow \text{Na}_2\text{FeO}_4 \rightarrow \text{FeCl}_3.$

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

- а) железо \rightarrow гидроксид железа(III) \rightarrow хлорид железа(II) \rightarrow оксид железа(III) \rightarrow хлорид железа(II);
- б) оксид железа(II) \rightarrow гидроксид железа(III) \rightarrow сульфат железа(II) \rightarrow оксид железа(III) \rightarrow карбонат железа(II) \rightarrow железо;
- в) хлорид железа(II) \rightarrow феррат калия \rightarrow сульфат железа(II) \rightarrow фосфат железа(III);
- г) железо \rightarrow сульфат железа(III) \rightarrow оксид железа(II) \rightarrow нитрат железа(III) \rightarrow сульфат железа(II);
- д) хлорид железа(III) \rightarrow сульфид железа(II) \rightarrow гидроксид железа(III) \rightarrow карбонат железа(II) \rightarrow гидроксид железа(III) \rightarrow железо.

Задачи

- 1.** В сульфиде железа массой 24 г содержится 11,2 г железа. Выведите простейшую формулу этого сульфида.
- 2.** При прокаливании 69,5 г кристаллогидрата сульфата железа(II) образуется безводная соль массой 38 г. Выведите формулу этого кристаллогидрата.

- 3.** При сжигании в хлоре 33,6 г железа образовался хлорид железа массой 97,5 г. Выведите формулу этого хлорида.
- 4.** Для восстановления железа из 23,2 г оксида железа потребовалось 8,96 л оксида углерода(II) (н. у.). Выведите формулу исходного оксида железа.
- 5.** Для получения железа алюминотермическим способом приготовили термитную смесь, состоящую из 192 г оксида железа(III) и 67,5 г алюминия. Найдите массу железа, образовавшегося при поджигании этой термитной смеси.
- 6.** Найдите массу 10%-ного раствора серной кислоты, необходимого для растворения 28 г смеси железа с оксидом железа(III), если массовая доля железа в смеси равна 20%.
- 7.** При действии избытка раствора гидроксида калия на 200 г раствора сульфата железа(III) выпал осадок массой 10,7 г. Найдите массовую долю сульфата железа(III) в его растворе.
- 8.** Оксид железа(III) массой 8 г обработали 80 г 25%-ной соляной кислоты. Найдите массу образовавшейся соли.
- 9.** Найдите массу осадка, выпавшего при слиянии 120 г 10%-ного раствора сульфата железа(III) и 50 г 20%-ного раствора гидроксида натрия.
- 10.** На железо, полученное из 96 г оксида железа(III), действовали избытком соляной кислоты. Найдите объем выделившегося газа (н. у.).
- 11.** 39,2 г железа сожгли в избытке кислорода и получили железную окалину. Найдите массу алюминия, необходимого для восстановления всего железа из образовавшейся окалины.
- 12.** Оксид железа(III) массой 32 г обработали при нагревании избытком оксида углерода(II). Найдите массу 10%-ной соляной кислоты, необходимой для растворения образовавшегося железа.
- 13.** Гидроксид железа(II) массой 36 г прокалили на воздухе до постоянной массы. Найдите массу 20%-ного раствора серной кислоты, необходимой для растворения сухого остатка.
- 14.** Осадок, выпавший при действии избытка щелочи на 200 г раствора хлорида железа(III), отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Над нагретым сухим остатком пропустили избыток водорода и получили железо массой 11,2 г. Найдите массовую долю хлорида железа(III) в исходном растворе.

15. К 10%-ному раствору сульфата железа(II) добавили избыток раствора сульфида натрия. Выпавший осадок отфильтровали и добавили к нему избыток соляной кислоты. Объем выделившегося при этом газа равен 3,36 л (н. у.). Найдите массу исходного раствора сульфата железа(II).

16. Масса соли, образовавшейся при действии 48 г брома на 20 г железа, равна 44,4 г. Найдите выход продукта реакции.

17. Объем газа, выделившегося при действии 294 г 30%-ного раствора серной кислоты на 70,4 г сульфида железа(II), равен 15 л (н. у.). Найдите выход продукта реакции.

18. При алюминотермическом восстановлении из оксида железа(III) получено железо массой 672 г. Найдите массы использованных алюминия и оксида железа(III), если выход продукта реакции составляет 60% от теоретически возможного.

19. На оксид железа(III), полученный при обжиге 132 кг сульфида железа(II), подействовали избытком оксида углерода(II). Найдите массу образовавшегося железа, если выход продуктов реакций составляет соответственно 75 и 85% от теоретически возможного.

20. Железный порошок массой 28 г нагрели с избытком серы. На полученный сульфид железа(II) подействовали избытком соляной кислоты и получили 7,56 л газа (н. у.). Найдите выходы продуктов реакций, если известно, что они относятся как 5 : 6.

21. Некоторое количество железа растворили в избытке 20%-ного раствора серной кислоты. После окончания реакции массовая доля образовавшейся в растворе соли была в 2 раза больше массовой доли оставшейся в растворе серной кислоты. Найдите массовую долю кислоты в этом растворе.

22. Сульфид железа массой 24 г разделили на две равные части. Одну часть подвергли обжигу в кислороде, другую растворили в соляной кислоте. Полученные в результате этих процессов газы растворили в воде и смешали растворы. Масса выпавшего при этом осадка составила 9,6 г. Определите формулу сульфида железа.

23. 139 г железного купороса растворили в воде при 20 °C и получили насыщенный раствор. При охлаждении этого раствора до 10 °C выпал осадок железного купороса. Найдите массу выпавшего осадка и массовую долю сульфата железа(II) в оставшемся растворе. (Растворимость сульфата железа(II) при 20 °C равна 26 г на 100 г воды, а при 10 °C равна 20 г на 100 г воды.)

Тема 32

Химия

некоторых других *d*-элементов

Вопросы

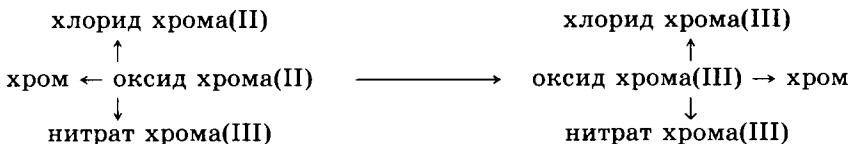
1. Почему в декаде *d*-элементов четвертого периода у восьми элементов конфигурация четвертого электронного уровня $4s^2$, а у хрома и меди — $4s^1$?
2. Почему элементы VIIB группы — хром, молибден и вольфрам — имеют более высокую электропроводность, чем соседние элементы VIIIB группы: марганец, технеций и рений?
3. Можно ли растворить медь в соляной кислоте?
4. При прокаливании порошка медного купороса окраска из голубой переходит в белую, а затем порошок чернеет. Чем обусловлены такие изменения цвета?
5. Почему концентрированный раствор хлорида меди(II) окрашен в зеленый цвет, а разбавленный — в голубой?
6. На каком свойстве соединений меди основано их использование в пиротехнике?
7. Почему цинк в отличие от других *d*-металлов проявляет в соединениях постоянную степень окисления?
8. Почему хлорид цинка практически невозможно выделить из водного раствора выпариванием?
9. Как очистить порошок меди от примеси цинка?
10. Кристаллогидрат хлорида хрома(III) известен в трех изомерных формах. Каково строение этих изомерных комплексных соединений? Как можно экспериментально определить строение этих веществ?
11. Как изменяется окраска раствора хромата натрия при его подкислении? Чем обусловлено это явление? Что необходимо сделать, чтобы вернуть первоначальную окраску раствора?
12. Оксид хрома(VI) — кислотный оксид, однако он может взаимодействовать с соляной кислотой. Объясните причины этого явления. Подтвердите свой ответ уравнением соответствующей химической реакции.
13. Почему нельзя получить хлорид марганца(IV), действуя соляной кислотой на амфотерный оксид марганца(IV)?

Упражнения

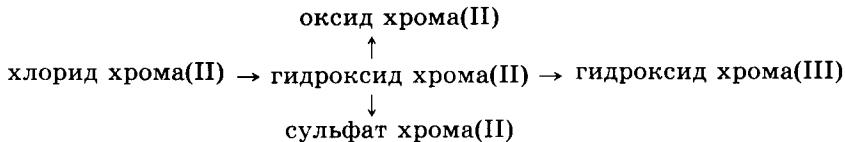
ХРОМ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

1. С какими из предложенных веществ реагирует хром: водород, кислород, азот, хлор, сера, вода, разбавленная серная кислота, концентрированная серная кислота, разбавленная азотная кислота, концентрированная азотная кислота, соляная кислота, гидроксид натрия, хлорат калия, нитрат натрия? Напишите уравнения возможных реакций; укажите условия их протекания.

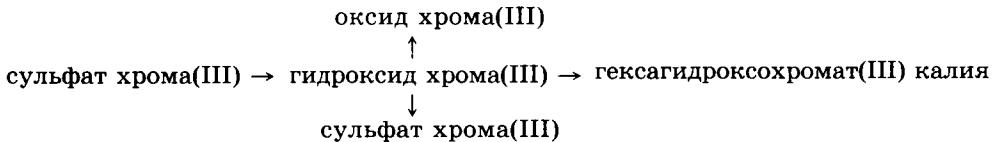
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) оксид хрома(VI) → хромат натрия → дихромат натрия → хромат натрия → оксид хрома(VI) → хлорид хрома(III);

б) оксид хрома(VI) → дихромат аммония → хромат аммония
 \downarrow
 оксид хрома(III).

6. Закончите схемы окислительно-восстановительных реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



- в) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NaClO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$
 г) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{HCl}$ (конц.) $\rightarrow \dots$
 д) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 е) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 ж) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \dots$
 з) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 и) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$

7. Расставьте коэффициенты в следующих ионных схемах окислительно-восстановительных реакций:

- а) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{S} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O};$
 б) $\text{Cl}^- + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O};$
 в) $\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O};$
 г) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 + \text{S} + \text{OH}^-.$

8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

- а) $\text{Cr}^0 \rightarrow \text{Cr}^{+2};$ д) $\text{Cr}^{-3} \rightarrow \text{Cr}^0;$
 б) $\text{Cr}^0 \rightarrow \text{Cr}^{+3};$ е) $\text{Cr}^{+3} \rightarrow \text{Cr}^{+6};$
 в) $\text{Cr}^{+2} \rightarrow \text{Cr}^{+3};$ ж) $\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}.$
 г) $\text{Cr}^{+2} \rightarrow \text{Cr}^0;$

9. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2;$
 б) $\text{CrS} \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr};$
 в) $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3.$

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

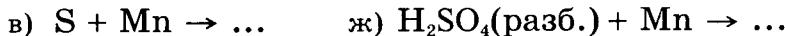
- а) хром \rightarrow гидроксид хрома(III) \rightarrow хромат калия \rightarrow сульфат хрома(III) \rightarrow гексагидроксохромат(III) калия;

б) дихромат калия → хлорид хрома(III) → метахромит натрия → → хлорид хрома(III) → оксид хрома(III) → гидроксид хрома(III) → → гидроксид хрома(II) → сульфат хрома(III);

в) оксид хрома(II) → хлорид хрома(III) → гексагидроксохромат(III) калия → хромат калия → оксид хрома(VI) → сульфат хрома(III) → оксид хрома(II).

МАРГАНЕЦ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

1. Закончите схемы реакций. Укажите условия протекания этих реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.



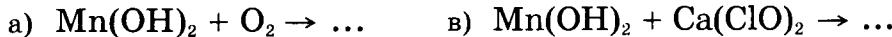
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



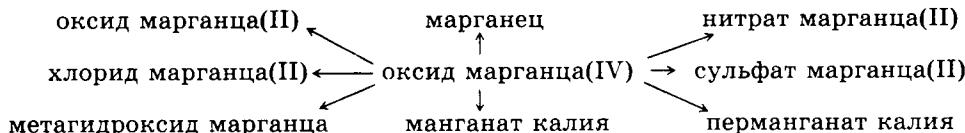
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

сульфид марганца(II) → хлорид марганца(II) → гидроксид марганца(II) → оксид марганца(II) → хлорид марганца(II) → гидроксид марганца(II) → оксид марганца(IV).

4. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



6. Закончите схемы реакций. Расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

- а) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
 б) $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 в) $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
 г) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 д) $\text{KMnO}_4 + \text{SnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 е) $\text{KMnO}_4 + \text{KIO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
 ж) $\text{KMnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
 з) $\text{KMnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$

7. Определите коэффициенты и составьте уравнения реакций, соответствующих данным ионным схемам:

- а) $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow \dots$
 б) $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$
 в) $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
 г) $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$
 д) $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \dots$
 е) $\text{MnO}_4^- + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$
 ж) $\text{MnO}_4^- + \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а) хлорид марганца(II) \rightarrow оксид марганца(IV) \rightarrow перманганат калия \rightarrow оксид марганца(II);
 б) калий \leftarrow перманганат калия \rightarrow марганец;
 в) оксид марганца(II) \rightarrow перманганат калия \rightarrow хлорид марганца(II) \rightarrow мanganat калия \rightarrow оксид марганца(II);
 г) сульфат марганца(II) \rightarrow перманганат калия \rightarrow гидроксид марганца(II) \rightarrow мanganat калия.

9. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения. Расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

- а) $\begin{matrix} 0 \\ +2 \end{matrix} \text{Mn} \rightarrow \begin{matrix} +6 \\ +7 \end{matrix} \text{Mn};$ г) $\begin{matrix} +7 \\ +6 \end{matrix} \text{Mn} \rightarrow \begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \text{Mn};$
 б) $\begin{matrix} +6 \\ +2 \end{matrix} \text{Mn} \rightarrow \begin{matrix} +4 \\ +7 \end{matrix} \text{Mn};$ д) $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \text{Mn} \rightarrow \begin{matrix} +6 \\ +7 \end{matrix} \text{Mn};$
 в) $\begin{matrix} +6 \\ +6 \end{matrix} \text{Mn} \rightarrow \begin{matrix} +4 \\ 0 \end{matrix} \text{Mn};$ е) $\begin{matrix} +7 \\ +7 \end{matrix} \text{Mn} \rightarrow \begin{matrix} 0 \\ +7 \end{matrix} \text{Mn}.$

Задачи

- 1.** Массовая доля хрома в его оксида равна 52%. Выведите простейшую формулу оксида.
- 2.** Массовая доля марганца в его оксида равна 49,55%. Определите степень окисления марганца в этом оксиде.
- 3.** При обжиге в кислороде сульфида меди массой 16 г образовался оксид меди(II) массой 16 г и диоксид серы объемом 2,24 л (н. у.). Выведите формулу сульфида меди.
- 4.** При действии избытка соляной кислоты на 20 г смеси порошков меди и железа выделился газ, занимающий при нормальных условиях объем 3,36 л. Найдите массовые доли металлов в смеси.
- 5.** Через 100 мл раствора, содержащего дихромат калия и серную кислоту, концентрации которых относятся как 1 : 2, пропустили избыток диоксида серы. К полученному раствору добавили избыток раствора хлорида бария, и выпал осадок массой 11,65 г. Найдите концентрацию дихромата калия в исходном растворе.
- 6.** К дихромату калия добавляли концентрированную соляную кислоту до прекращения выделения газа. К полученному раствору добавили такое же количество кислоты, а затем избыток раствора нитрата серебра. Масса выпавшего осадка составила 63,14 г. Найдите объем газа (н. у.), выделившегося при действии соляной кислоты на дихромат калия.
- 7.** Смесь порошков алюминия и оксида хрома(III), в которой массовые доли веществ равны, подожгли. После окончания реакции полученную смесь охладили и растворили в 30%-ной соляной кислоте. Масса использованной кислоты равна 254,16 г. Найдите объем выделившегося газа (н. у.).
- 8.** При прокаливании перманганата калия потеря массы составила 6,4%. Определите, какая часть перманганата калия подверглась разложению.
- 9.** 12,8 г порошка меди положили в тигель и в течение некоторого времени прокаливали на воздухе. После этого содержимое тигеля растворили в 40%-ном растворе азотной кислоты. Масса затраченного раствора равна 94,5 г. Найдите массовую долю нитрата меди в полученном растворе. (Растворимостью выделившегося газа можно пренебречь.)
- 10.** Смесь железа и цинка массой 12,1 г обработали избытком раствора серной кислоты. Для сжигания полученного водорода необходимо

димо 2,24 л кислорода (давление 135,06 кПа, температура 364 К). Найдите массовую долю железа в смеси.

11. При действии на 22,4 г смеси железа, хрома и меди избытка концентрированной серной кислоты выделилось 2,24 л газа (н. у.). При действии на такую же порцию смеси избытка разбавленной серной кислоты выделилось 6,72 л газа (н. у.). Найдите массовые доли металлов в смеси.

12. Газ, полученный при действии избытка разбавленной азотной кислоты на 1,92 г меди, смешали с газом, образовавшимся при разложении 7,9 г перманганата калия. Объем полученной смеси газов равен 672 мл (н. у.). Найдите выход продуктов разложения перманганата калия, учитывая, что выход продуктов реакции меди с азотной кислотой количественный.

13. Смесь железа с хромом полностью сгорает в хлоре. Такое же количество этой смеси полностью сгорает в кислороде, объем которого в 2,1 раза меньше объема хлора. Найдите массовую долю железа в смеси, считая, что единственным продуктом реакции железа с кислородом является железная окалина.

14. Смесь хлорида железа(II) с дихроматом калия растворили в воде и подкислили раствор соляной кислотой. Через некоторое время к раствору добавили избыток раствора гидроксида калия, выпавший осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка составила 4,8 г. Найдите массу исходной смеси солей, учитывая, что массовые доли хлорида железа(II) и дихромата калия в этой смеси относятся как 3 : 2.

15. Растворимость хлорида марганца(II) при 60 °С равна 108,6 г на 100 г воды, а при 25 °С равна 77,2 г на 100 г воды. Некоторое количество хлорида марганца(II) растворили в 20%-ном растворе этой соли при 60 °С и получили насыщенный раствор. Этот раствор охладили до 25 °С, и выпал осадок кристаллогидрата $MnCl_2 \cdot 4H_2O$. Найдите массовую долю хлорида марганца(II) в оставшемся растворе.

16. Кристаллогидрат сульфата хрома(III) смешали с сульфидом калия и смесь обработали избытком горячей воды. Выпавший осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Масса сухого остатка оказалась в 6,882 раза меньше, чем масса исходной смеси. Определите формулу кристаллогидрата, считая, что исходные соли полностью вступили в реакцию.

Ответы

Тема 1

1. $3 \cdot 10^{23}$.
2. $3 \cdot 10^{23}$.
3. 8 : 1.
4. В 2 раза.
5. 28.
6. $3 \cdot 10^{-17}$ г.
7. $3,33 \cdot 10^{-24}$ г.
8. В воде; в 2,44 раза.
9. 60%; 40%.
10. 19,75%.
11. 82,21%.
12. Р₄.
13. $9,6 \cdot 10^{23}$.
14. 0,972 г/л.
15. 1,5.
16. 0,9655.
17. $12 \cdot 10^{22}$.
18. 14,15.
19. 0,53355 г/л.
20. 1,862.
21. 1,82.
22. 33,33% SO₂; 66,67% O₂.
23. 50%.
24. 75% O₃; 25% O₂.
25. 83,53% Cl₂; 16,47% N₂.
26. 43,27% N₂; 56,73% O₂.
27. 98,28% H₂; 1,72% N₂.
28. 33,33% O₂; 66,67% SO₂.
29. 11,6% N₂; 88,4% Cl₂.
30. 20 л.
31. 50%.
32. 70% CO₂; 30% O₂.
33. 50%.
34. 4,58% O₂; 95,42% CO₂.
35. 40% O₂; 60% O₃.
36. 50%;
37. 1 : 3,39.
38. AlPO₄.
39. CH₂O.
40. CaSO₄.
41. HSO₄.
42. H₄SiO₄.
43. 22.
44. Уменьшился на 90 л.
45. 60 л.
46. 40%.
47. 72,2%.
48. Железо.
49. C₆H₈.
50. HI.
51. CO.

Тема 5

1. 20,15%.
2. 24%.
3. 37,1%.
4. 50%.
5. 12%.
6. 35%.
7. 23,33%.
8. 24%.
9. 12,5%.
10. 166,67 г.
11. 33,18 л.
12. 25 г.
13. 7,11 г.
14. 141,62 л.
15. 55,11 л.
16. 700 г.
17. 60 г.
18. 52,5 г.
19. 500 г.
20. 159,7 г.
21. 20 г.
22. 113,64 г.
23. 333,33 г.
24. 133,33 г.
25. 1200 г.
26. 450 г.
27. 1600 г.
28. 34%.
29. 18,8%.
30. 17,225%.
31. 34%.
32. 13,33%.
33. 84%.
34. 50 г; 150 г.
35. 8,96 л HCl; 131,4 мл H₂O.
36. 27,78 г KNO₃; 472,22 г раствора.
37. 28,42 г Al₂(SO₄)₃; 151,58 г раствора.
38. 11,32 л.
39. 88,89 г;
40. 11,11 г.
41. 266,67 г.
42. 294,12 г;
43. 705,88 г.
44. 42. 68,45%.
45. 37,5%.
46. 21,6%.
47. 45. 27,7%.
48. 46. 16%.
49. 47. 16,5%.
50. 48. 3 : 16.
51. 49. 21 : 100.
52. 50. 3 : 5.
53. 51. 52. 2 : 1.
54. 53. 55. 55. 111,2 г.
55. NaBr · 2H₂O.
56. 56. 630 мл.
57. 57. 26,58%.
58. 58. 52,38%.
59. 59. 45 г.
60. 60. 33 г.
61. 61. 427,13 л.
62. 62. 45,16 г.
63. 63. 83,68 л.
64. 64. 872 г.
65. 65. 523,8 г;
66. 66. 476,2 г.
67. 67. 5,35 л H₂O;
68. 68. 6127 л NH₃.
69. 69. 357 г.
70. 70. 103,1 г.
71. 71. 45,86 г.
72. 72. 70. 84,76 г.
73. 73. 60 г.
74. 74. 159 г.
75. 75. 60 г.
76. 76. 34,4 г.
77. 77. 76. 38 г.
78. 77. NaIO₃ · 5H₂O.
79. 78. 58,75 г.

Тема 7

1. 800 кДж.
2. 44 кДж.
3. 327 кДж.
4. 307 кДж.
5. 86,36 кДж.
6. 15,89 МДж.
7. 35,68 м³.
8. 38 кДж/моль.
9. 143,1 кДж/моль.
10. 2,3 кДж/моль.
11. 143,1 кДж/моль.
12. 0,38 кДж/моль.
13. -53 кДж/моль.
14. 26,74 кДж.
15. -316,57 кДж.
16. -317,6 кДж.
17. 204 кДж/моль.
18. 36%.
19. 83,35%.

Тема 8

1. 0,02 моль/л · с. 2. Увеличилась в 4 раза. 3. Увеличилась в 8 раз. 4. Увеличилась в 2,4 раза. 5. Увеличилась в 8 раз. 6. Увеличилась в 216 раз. 7. Увеличилась в 64 раза. 8. 2. 9. 0,02 моль/л · с. 10. В 13,824 раза. 11. Уменьшилась в 104,86 раза. 12. 10 мин. 13. На 30°. 14. 2,5. 15. 30 с. 16. В 80,2 раза. 17. Увеличилась в 42,28 раза. 18. 4 мин 16 с. 19. 40°.

Тема 9

1. В 1,5 раза. 2. 1770 кПа. 3. 0,5 моль/л; 0,25 моль/л. 4. 1,6 моль/л; 0,75 моль/л. 5. 0,5 моль/л; 1,1 моль/л. 6. 0,8235 моль/л CO; 1,1765 моль/л CO₂. 7. 0,366. 8. 19,17. 9. 50%. 10. 40% C₂H₄; 40% H₂; 20% C₂H₆. 11. 9.

Тема 10

1. 0,045 моль/л. 2. $1,626 \cdot 10^{22}$. 3. 9%. 4. $4 \cdot 10^{-11}$ моль/л. 5. 10^{-10} моль/л. 6. $1,67 \cdot 10^{-3}$. 7. $9,69 \cdot 10^{-3}$. 8. $9,13 \cdot 10^{-4}$ моль/л. 9. $1,7 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

Тема 13

1. 5,64%. 2. 80%. 3. 40 г. 4. 37,6%. 5. 327 °С. 6. 0,093 г H₂; 3,31 г Cl₂; 2,7 г Ca(OH)₂. 7. 0,52 л. 8. 40 мин. 9. 5,36 А. 10. 3,6 г. 11. 8%. 12. 4,35% CuSO₄; 10,65% H₂SO₄. 13. 3,91% KCl; 4,81% KOH. 14. 6,1%. 15. 32,1%. 16. 1,02%. 17. CaH₂.

Тема 15

1. WS₃. 2. +3. 3. Pb₃O₄. 4. +3. 5. 6,72 л. 6. 38,4 г. 7. 1,12 л. 8. 18,75%. 9. 71,25%. 10. 314,35 г; 7,185 г. 11. 80%. 12. 90%. 13. 20 г. 14. 4,48 л. 15. 1095 г. 16. 7,28 г. 17. 4,032 л. 18. 12,8%. 19. Sn. 20. Cu. 21. 2,24 л. 22. 4,48 л. 23. 126 г. 24. 19,18%. 25. Mg. 26. 32,32%. 27. Zn. 28. Ni. 29. Mg. 30. Zn. 31. 22,22% Cu; 77,78% Fe. 32. 21,45%. 33. 54,62% Zn; 45,38% Al. 34. 42,48% Mg; 57,52% Zn; 294 г. 35. 29,1 л. 36. 51,8%. 37. 44,45% Zn; 16,78% Mg; 37,77% Al. 38. 90%. 39. CuS; Cu₂S. 40. Al.

Тема 16

1. ClO₂. 2. N₂O₅. 3. N₂O₃. 4. Cu₂O. 5. Al₂O₃. 6. NiO. 7. Fe₃O₄. 8. 0,405 г. 9. 60,61%. 10. 68,96%. 11. 72%. 12. 9,65%. 13. 19,6%. 14. 28,61%. 15. 68,96 г. 16. 728,8 г. 17. 13,21 г. 18. 42,5 г. 19. 5%. 20. 15,15 г CaO; 984,85 г H₂O. 21. 4,59 г. 22. 3 : 32. 23. 1 : 5. 24. 34,51%. 25. 19,92%. 26. 36,28%. 27. 75 г. 28. 102 г. 29. 228,4 г. 30. 8,89 г. 31. 7,83 г. 32. 1 : 131. 33. 1 : 1. 34. 20,42%. 35. 36,87%. 36. 66%. 37. 33,33%. 38. 23,875 Na₂CO₃; 4,5% NaOH. 39. 9,95% NaHCO₃. 40. 8,23%

Na₂CO₃; 6,52% NaHCO₃. 41. 11,2% NaH₂PO₄. 42. 4,48 л. 43. 47,9% NaHCO₃; 52,1% Na₂CO₃. 44. 69,23%. 45. 19,8%. 46. 40%. 47. 55,48%. 48. 86,32%. 49. 54,05%. 50. 3,2 г. 51. 59,1%.

Тема 17

1. H₅IO₆. 2. H₂SO₅. 3. C₃H₆O₂. 4. C₄H₆O₄. 5. 6,1%. 6. 3,15%. 7. 400 мл. 8. 19,6 г. 9. 17,9%. 10. 40 г. 11. 44,52%. 12. 13 г. 13. 135 г. 14. 39,47%. 15. 11,875 кг. 16. C₂H₅COOH. 17. 74,35 г. 18. 91%. 19. 5,26 г. 20. 12,8%. 21. 98,4 г Na₃PO₄; 28,4 г Na₂HPO₄. 22. 5,24 г. 23. 14,7%.

Тема 18

1. 25%. 2. 140 г. 3. 0,5 моль/л. 4. 100 мл. 5. 6,125 г. 6. 33,1 г. 7. 3,83 г. 8. Ba(OH)₂. 9. 48,27%. 10. 68,18%. 11. 66,47%. 12. 33,33%. 13. 26,5 г. 14. 67,2%. 15. 10,21% Cu(OH)₂; 89,79% CuO. 16. 50%. 17. 44,95%. 18. 20,9%. 19. 1,345.

Тема 19

1. 20%. 2. 40%. 3. 55,25%. 4. 42,55%. 5. 44,26%. 6. 4,8 г. 7. Осадок не выпадает. 8. 7,4 г. 9. 36,75 г. 10. 134,75 г. 11. 32,85 г. 12. 49,275 г. 13. 57,3%. 14. 103,4 г. 15. 55,93% Zn(OH)₂; 44,07% Al(OH)₃. 16. 5,79% NaCl. 17. 5,18% NaCl; 3,96% Na₂[Zn(OH)₄]. 18. 48 г.

Тема 20

1. 10%. 2. 181,82 г. 3. 9,75 г. 4. 438 г. 5. 336 г. 6. 14 г. 7. 2 г. 8. 19,035 г. 9. 218,75 г. 10. 102 г. 11. 320 г. 12. 135 г. 13. Пропановая кислота. 14. Бутанол-1. 15. 37,44 г. 16. 10 г.

Тема 21

1. 46,67%. 2. Уменьшится в 4 раза. 3. 17 770 Кл. 4. Li. 5. 80%. 6. 80%. 7. 40%. 8. 11,04%. 9. 0,062 г. 10. 876,5 мл. 11. 50%. 12. 21,43%. 13. 50%. 14. 50%. 15. 1,532 г/л. 16. 15. 17. 0,8 моль/л. 18. 30,6%.

Тема 22

1. NaBrO₃. 2. +1. 3. H₅IO₆. 4. FeF₃. 5. +3. 6. BrO₃. 7. +4. 8. 2,678 г/л. 9. 31,375. 10. 65% F₂; 35% Cl₂; 1,72. 11. 34,86% F₂; 65,14% Cl₂. 12. 32,7%. 13. 16%. 14. 160 г H₂O; 24,548 л HCl. 15. 4,48 л. 16. 28,5 г. 17. 10% H₂; 90% HCl. 18. 4 кг. 19. 2964 г. 20. 2%. 21. 1,26 г. 22. 75%. 23. 18,28 г NaCl; 456,25 г раствора. 24. 12%. 25. 61,2 г. 26. 51,67 л. 27. 48 г. 28. 8,34% NaCl; 1,09% NaOH. 29. 61 г AgBr; 98,12 г AgCl. 30. 33,33% HCl; 66,67% HBr. 31. 5,34% NaCl; 3,4% KCl. 32. 36,16% CaCl₂; 63,84% CaI₂. 33. 17%. 34. 8,34% NaCl; 3,04% NaClO₃. 35. 20,07%. 36. 50,65 г AgCl; 0,6% BaCl₂; 8,38% Ba(NO₃)₂.

Тема 23

1. 95,2 л. 2. 32 г. 3. 50%; 1,786 г/л. 4. 50%; 24. 5. 20,99%; 79,01%; 16,79. 6. 30,69%; 69,31%; 1,43. 7. 8,736 л. 8. 1,692 кг. 9. 97,5%. 10. 59,6 л. 11. 7,62 г. 12. 4,95 л. 13. Увеличилась на 1,2 г. 14. 60,48 л. 15. 296,8 л. 16. 4.

Тема 24

1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. 2. +4. 3. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$. 4. +6. 5. Fe_2S_3 . 6. Cu_2S . 7. CS_2 . 8. FeS_2 . 9. 14%. 10. 0,3%. 11. 50 г H_2SO_4 ; 200 г H_2O . 12. 200 г раствора; 800 г H_2O . 13. 61,25%. 14. 20,23%. 15. 10,08 л. 16. 23,44 г. 17. 260 кДж. 18. 44,8 л. 19. 11,2%. 20. 200 г. 21. 13,6%. 22. 2,688 л. 23. 13,1 г. 24. 75%. 25. 90%. 26. 8,736 л. 27. 1,692 кг. 28. 0,47 л. 29. 490 г. 30. 50%. 31. 21,5 г. 32. 823 г. 33. 250 г 10%-ного раствора; 750 г 50%-ного раствора. 34. 3 : 1. 35. 58,54 г SO_3 ; 141,46 г раствора. 36. 1 : 1,416. 37. 50,85 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 149,15 г раствора. 38. 83% H_2SO_4 ; 17% SO_3 . 39. 93,33% H_2SO_4 ; 6,67% SO_3 . 40. 300 г. 41. 90%. 42. 44,4 г. 43. 428,6 г SO_3 ; 571,4 г раствора. 44. 1,89 : 1. 45. 92%. 46. 57,25%. 47. 296,67 г. 48. 114,83 г. 49. 48 г SO_3 ; 90 г раствора. 50. FeS_2 . 51. 75,8%. 52. 50% SO_3 ; 33,33% SO_2 ; 16,67% O_2 . 53. 14,56 г $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$. 54. 19% Na_2SO_3 . 55. 98%. 56. 15,68 л. 57. 14,28%. 58. 80%; 40%.

Тема 25

1. NaNO_2 . 2. N_2O_5 . 3. N_2H_4 . 4. +3. 5. Si_3N_4 . 6. HN_3 . 7. 4,92% N_2 ; 95,08% H_2 . 8. 53,34% N_2 ; 46,66% O_2 . 9. 62,22% N_2 ; 37,78% NH_3 ; 0,776. 10. 38,6% N_2O ; 61,4% NO ; 17,1. 11. 30,6% NO ; 69,4% NH_3 ; 0,875 г/л. 12. 42,3% N_2 ; 57,7% H_2 . 13. 68,89% N_2 ; 31,11% NO_2 . 14. 46,67% NH_3 ; 53,33% O_2 ; 12,5. 15. 13,64%. 16. 33,33%. 17. 5,33 г. 18. 600 г. 19. 125 м³. 20. 6,6 г $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. 21. 12,77%. 22. 20%. 23. 168 л. 24. 75%. 25. 90%. 26. 3,584 л. 27. 250 кг. 28. 1010,1 кг. 29. 183 л. 30. 2,6 г. 31. 25,2 г. 32. 1440 кг. 33. 55,55%. 34. 3,38% NaOH ; 14,36% NaNO_3 ; 11,65% NaNO_2 . 35. 27,67% NaNO_3 ; 72,33% KNO_3 . 36. 50% NH_3 ; 41,18% N_2 ; 8,82% H_2 . 37. 224 л. 38. 15,2. 39. 72,65%. 40. 11,37%. 41. 15%. 42. 15,52 л. 43. 40,4%. 44. 189 г.

Тема 26

1. +3. 2. P_2O_3 . 3. H_3PO_4 . 4. 22,5%. 5. 245 г. 6. 9,655%. 7. 300 г. 8. 17,16%. 9. 8,4 л. 10. 43,22 г. 11. 9 л. 12. 0,34 моль/л. 13. 23,5%. 14. 206,9 г. 15. 34,8 г. 16. 72,45 г P_2O_5 ; 127,55 г H_2O . 17. 40,5% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. 18. 8,4% NaH_2PO_4 . 19. 24,04 л. 20. 9,58% Na_3PO_4 ; 17,4% $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.

Тема 27

1. +4. 2. Be_2C . 3. +4. 4. Al_4C_3 . 5. 50% CO ; 50% CO_2 . 6. 33,33% CO_2 ; 66,67% CO . 7. 17,5% CO ; 82,5% CO_2 . 8. 53,8 л. 9. 5,04 л. 10. 4,76%. 11. 56 г. 12. 1,344 л. 13. 7,88 л. 14. 75%. 15. 85%. 16. 6,72 л. 17. 260 г. 18. 53 г. 19. 60%. 20. 48% $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$; 52% NH_4HCO_3 . 21. Ca ; 4,568 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$. 22. 67,74% MgCO_3 ; 32,26% CaCO_3 ; в 1,987 раза. 23. 16,55% KHCO_3 . 24. 178,125 г; 4,242 л. 25. 7,44 г/л. 26. 17,6. 27. 0,893 г/л. 28. 1,195. 29. 34,4% NaHCO_3 . 30. 64,1% CaCO_3 ; 35,9% CaO . 31. 65,89% BaCO_3 ; 34,11% BaO . 32. 5,8% NaCl ; 6,07% AlCl_3 . 33. 6,48%. 34. 4,11%. 35. 3,24% K_2CO_3 ; 12% KHCO_3 .

Тема 28

1. SiF_4 . 2. Si_3H_8 . 3. 9,8 г. 4. 24 г SiO_2 ; 42,4 г Na_2SiO_3 . 5. 12,48 г. 6. 14,7 г. 7. 85,3% CaSiO_3 ; 14,7% SiO_2 . 8. 60%. 9. 51%; 104 г.

Тема 29

1. Mg_2C_3 . 2. Арсенид натрия. 3. Ca_3P_2 . 4. Ca . 5. Mg . 6. Оксид лития. 7. K . 8. Na . 9. Rb_2O . 10. Li_2CO_3 . 11. 10%. 12. 10%. 13. 1200 г. 14. 93,1%. 15. 27,6 г. 16. 36,75 г. 17. 8,88 г. 18. 17,92 л. 19. 85%. 20. 90%. 21. 9,2 г; 4,48 л. 22. 500 г. 23. 392 г. 24. 86,25 г. 25. K_2O . 26. Li . 27. 2,48 г. 28. 10,6%. 29. 64,43 г KHCO_3 . 30. 13,21%. 31. 25,64%. 32. 12,88%. 33. 4,87%. 34. 75,6 г. 35. 4,6 г Na ; 75,6 г H_2O . 36. 10 : 99. 37. 6,52% NaHCO_3 ; 8,23% Na_2CO_3 . 38. 5,05% NaH ; 94,95% Na_2CO_3 . 39. 33,55%. 40. 25,57 г. 41. 60%. 42. 10,14% NaF ; 9,41% NaCl . 43. 26,4%. 44. 6,84% Li_2CO_3 ; 23,39% Na_2CO_3 ; 63,77% K_2CO_3 ; 14,11% NaCl . 45. K . 46. 70,6 г. 47. 3,2 г. 48. $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. 49. 17,92 л. 50. Ba . 51. 4,91 л. 52. 76%. 53. Sr . 54. 0,82% HNO_3 ; 2,44% $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. 55. 33,6 л. 56. 6,48 г. 57. 1,2 г. 58. 20,67 г. 59. 140 кг CaO ; 45 кг H_2O . 60. 6,4 г. 61. 75%; 90%. 62. 40,6% BaO ; 20% BaSO_4 ; 39,4% BaCO_3 ; 33,97 г. 63. 12,33% Be ; 54,79% Ca ; 32,88% Mg . 64. 204 г. 65. Mg . 66. В 1,5 раза. 67. Al . 68. 54,35% CaCO_3 ; 45,65% MgCO_3 . 69. 53,62% Ca_3N_2 ; 46,38% CaC_2 . 70. Mg . 71. Ca . 72. 3,67% H_3PO_4 ; 4,38% $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. 73. 93,06 г. 74. 9,5% MgCl_2 ; 10,4% BaCl_2 . 75. 43,24% Ca ; 32,43% Mg ; 24,33% Be . 76. 90%. 77. 58%. 78. 72,8% CaCO_3 ; 27,2% CaO . 79. 17,24%.

Тема 30

1. Бромид алюминия. 2. Фторид алюминия. 3. KAlO_2 . 4. $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. 5. 21,6 кг. 6. 13,44 л. 7. 20,16 л. 8. 82,5 г. 9. 53,4 г. 10. 80,1 г. 11. 10%. 12. 164,25 г. 13. 26,7%. 14. 60%. 15. 5,376 л. 16. 2,34 г. 17. 75%. 18. 80%. 19. 47,68 г. 20. 90 г. 21. 70%. 22. 12,2 г. 23. 117,6 г. 24. 245 г. 25. 90 г. 26. В 5 раз. 27. 75%. 28. 22,74 г. 29. 90%. 30. 3,35% Na_2CO_3 ; 4,49% Na_2SO_4 . 31. 5,2 г осадка; 80 г раствора. 32. 62,22 г. 33. 17,2 г.

- 34.** 20,86%. **35.** В 1,25 раза. **36.** 13,44 л. **37.** 5,5%. **38.** 18,62%.
39. 33,06 г. **40.** 53,76 л. **41.** Al. **42.** 46%. **43.** 67,5%. **44.** 15,6 г осадка; 14,69% NaCl; 4,94% Na[Al(OH)₄]. **45.** 200 г. **46.** Al(NO₃)₃ · 9H₂O. **47.** 58,25 г. **48.** 90%.

Тема 31

- 1.** FeS₂. **2.** FeSO₄ · 7H₂O. **3.** FeCl₃. **4.** Fe₃O₄. **5.** 134,4 г.
6. 509,6 г. **7.** 10%. **8.** 16,25 г. **9.** 6,42 г. **10.** 26,88 л. **11.** 16,8 г.
12. 292 г. **13.** 294 г. **14.** 16,25%. **15.** 228 г. **16.** 75%. **17.** 83,7%.
18. 1600 г Fe₂O₃; 540 г Al. **19.** 53,55 кг. **20.** 75%; 90%.
21. 8,225%. **22.** FeS₂.

Тема 32

- 1.** CrO₃. **2.** +7. **3.** Cu₂S. **4.** 42% Fe; 58% Cu. **5.** 0,1 моль/л.
6. 1,344 л. **7.** 16,68 л. **8.** 63,2%. **9.** 37,7%. **10.** 46,28%. **11.** 25% Fe; 46,43% Cr; 28,57% Cu. **12.** 80%. **13.** 44,68%. **14.** 12,7 г.
15. 43,57%. **16.** Cr₂(SO₄)₃ · 18H₂O.

Содержание

Тема 1. Основные понятия и законы химии. Измерение веществ	3
Тема 2. Периодический закон и строение атома	7
Тема 3. Химическая связь	12
Тема 4. Комплексные соединения	16
Тема 5. Растворы	18
Тема 6. Классификация химических реакций	26
Тема 7. Термодинамика химических реакций	30
Тема 8. Скорость химических реакций	33
Тема 9. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие	36
Тема 10. Электролитическая диссоциация	42
Тема 11. Гидролиз	46
Тема 12. Окислительно-восстановительные реакции	50
Тема 13. Электрохимические процессы	57
Тема 14. Классификация неорганических и органических веществ .	61
Тема 15. Получение и свойства металлов	63
Тема 16. Получение и свойства оксидов	71
Тема 17. Кислоты неорганические и органические	78
Тема 18. Основания неорганические и органические	84
Тема 19. Амфотерные неорганические и органические соединения .	89
Тема 20. Генетическая связь между классами неорганических и органических веществ	93
Тема 21. Водород	98
Тема 22. Галогены	103
Тема 23. Кислород	111
Тема 24. Сера и ее соединения	113
Тема 25. Азот и его соединения	124
Тема 26. Фосфор и его соединения	135
Тема 27. Углерод и его соединения	141
Тема 28. Кремний и его соединения	147
Тема 29. Химия <i>s</i> -элементов металлов	150
Тема 30. Алюминий и его соединения	164
Тема 31. Химия <i>d</i> -элементов на примере железа	172
Тема 32. Химия некоторых других <i>d</i> -элементов	178
Ответы	185

Учебное издание

**Габриелян Олег Сергеевич
Воловик Владимир Борисович**

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Задачи и упражнения

Пособие для учащихся 11 класса
общеобразовательных учреждений
с углубленным изучением химии

Зав. редакцией *Е. К. Липкина*. Редактор *Л. Н. Кузнецова*.

Художественный редактор *Е. А. Михайлова*.

Технический редактор *Г. М. Матвеева*.

Корректоры *И. П. Ткаченко, В. М. Гончар*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93 — 953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать с оригинал-макета 18.08.05. Формат 70×90^{1/16}. Бумага писчая. Гарнитура Школьная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,04.

Усл. кр.-отт. 14,78. Уч.-изд. л. 11,15. Тираж 5000 экз. Заказ № 2327.

Федеральное государственное унитарное предприятие ордена Трудового Красного Знамени «Издательство «Просвещение» Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям. 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР». 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.





ПРОСВЕЩЕНИЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО



ПРОФИЛЬНЫЙ
УРОВЕНЬ

**О.С. Габриелян,
В.Б. Воловик
Общая химия.
Задачи и упражнения. 11 класс**

- профильный уровень содержания образования
- вопросы и задачи ко всем разделам курса
- рекомендуется для подготовки к ЕГЭ
и к вступительным экзаменам в вузы