

VI

VII

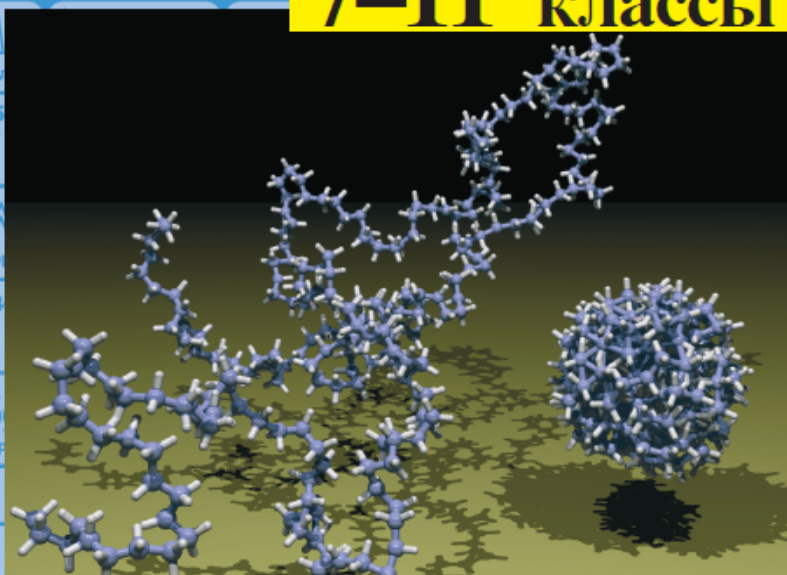
VIII

А. В. Григорович, А. В. Виценцик

ХИМИЯ

Сборник задач
и упражнений

7–11 классы



65 Tb Тербий	66 Dy Диспрозий	67 Ho Гольмий	68 Er Ербий	69 Tm Тулий	12-летняя школа новая программа
97 Bk Берклий	99 Es Эйнштейний	100 Fm Фермий	101 Md Менделевий	102 No Нобелий	103 Lr Лоуренсий

УДК 372.8:93/99
ББК 74.226.3

Г83

Серия «Библиотека творческого учителя»

Рецензенты:

Ю. В. Исаенко, канд. хим. наук,
доцент Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина
Д. А. Свечкарев, преподаватель химии
ЦДО Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина

Григорович А. В.

Г83 Химия. 7—11 классы. Сборник задач и упражнений /
А. В. Григорович, А. В. Виценцик — Х.: Изд-во «Ранок»,
2009. — 192 с.

ISBN 978-966-672-293-8.

Пособие содержит вопросы, задачи и упражнения по химии для 7—9 допрофильных классов и для 10—11 классов нехимического профиля общеобразовательных школ с 12-летним сроком обучения. Задания сгруппированы по отдельным темам, которые изучаются в школе, и разделены на три уровня сложности. Кроме того, перед заданиями каждой темы кратко изложены основные вопросы, которые изучаются в этой теме: основные понятия, определения и формулы. Приведенные задания можно использовать как для работы на уроках, так и для самостоятельной работы, в частности, для подготовки к урокам тематического оценивания. Пособие предлагается учителям химии общеобразовательных учебных заведений и студентам вузов педагогических специальностей.

УДК 372.8:93/99
ББК 74.226.3

Навчальне видання

ГРИГОРОВИЧ *Алексей Владиславович*
ВИЦЕНЦИК *Анна Владимировна*

ХИМИЯ. 7—11 КЛАССЫ.
Сборник задач и упражнений

Код Х6587Р. Підписано до друку 16.09.2008. Формат 60×84/16.
Папір друкарський. Гарнітура Шкільна. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 4,18.
ТОВ Видавництво «Ранок». Свідоцтво ДК № 279 від 13.12.2000.
61071 Харків, вул. Кібальчича, 27, к. 135.

Для листів: 61045 Харків, а/с 3355. E-mail: office@ranok.kharkov.ua
Тел. (057) 719-48-65, тел./факс (057) 719-58-67.
З питань реалізації: (057) 712-91-44, 712-90-87.

E-mail: commerce@ranok.kharkov.ua
«Книга поштою»: (057) 717-74-55, (067) 546-53-73. E-mail: pochta@ranok.kharkov.ua
www.ranok.com.ua

ISBN 978-966-672-293-8

© А. В. Григорович, А. В. Виценцик, 2008
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2009

ТЕМА 1. ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ.

ЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СМЕСИ

Телами называют все предметы, которые нас окружают.

Вещество — это то, из чего состоят физические тела.

Чистое вещество — это вещество, которое состоит из частичек (атомов, молекул, ионов) только одного вещества и имеет постоянные свойства.

Свойства — это признаки, по которым вещества отличаются или подобны друг другу.

Смеси — состоят из двух и более чистых веществ. Чистые вещества, которые входят в состав смесей, сохраняют присущие им свойства.

Материал — вещество или смесь, которые используются для изготовления предметов.

Смеси	
Однородные (гомогенные). Составные части нельзя выявить даже с помощью оптических приборов	Неоднородные (гетерогенные). Составные части можно выявить невооруженным глазом и с помощью оптических приборов

К физическим свойствам физических тел относятся: масса, объем, форма, температура.

К физическим свойствам веществ относятся: цвет, блеск, запах, вкус, растворимость в воде, плотность, температура плавления и кипения, пластичность (хрупкость), тепло- и электропроводность.

К физическим свойствам молекул относятся: масса, размер (объем), форма, возможность поглощать свет, сила притяжения друг к другу.

Физические методы позволяют разделять смеси на составные части, то есть на чистые вещества.

Физическое свойство, которое используют для разделения смесей	Основные способы разделения смесей
Плотность	Отстаивание
Размер частичек	Фильтрация
Температура кипения жидкости	Выпаривание, дистилляция
Растворимость твердого вещества	Кристаллизация
Магнетизм	Действие магнитом

Названия переходов между агрегатными состояниями веществ



УРОВЕНЬ А

- 1.1. Что обозначают и чем отличаются термины «физическое тело», «вещество», «материал».
- 1.2. Какие свойства веществ относят к физическим?
- 1.3. Из приведенного перечня выпишите отдельно названия предметов и названия веществ: вода, соль, стул, сахар, карандаш, сода, гвоздь, медь, медный провод.
- 1.4. Из каких веществ изготовлены: стул, авторучка, автомобиль?
- 1.5. Распределите по столбцам названия тел и веществ, приведенных в списке: химическая посуда, стекло, стул, железо, авторучка, алюминий, гвоздь, ложка, древесина, пластмасса.
- 1.6. Как называется изменение агрегатного состояния, описанное ниже: а) кубик льда в стакане превратился в жидкую воду; б) под высоким давлением воздух становится жидким; в) если кусочек «сухого льда» оставить на воздухе, то через некоторое время он исчезнет; г) если каплю расплавленного металла капнуть на землю, то она становится твердой; д) если кожу помазать одеколоном, то в скором времени не остается и следа жидкости.
- 1.7. В сахар случайно попала пробка. Предложите метод очистки.
- 1.8. Найдите выигрышные пути на представленных таблицах (игра «крестики — нолики»), если выигрышная комбинация в таблицах а) и б) — смесь, в) и г) — чистое вещество.

а)

Цемент	Спирт	Медь
Дистиллированная вода	Воздух	Бензин
Серебро	Кровь	Лимонад

б)

Сок	Сахар	Газ
Серебро	Железо	Битум
Глина	Сметана	Глина

в)	Гранит	Алюминий	Уголь
	Цинк	Соль	Пыль
	Морская вода	Песок	Корм для кошки
г)	Растворимый кофе	Витамины	Молоко
	Платина	Железо	Сахар
	Спирт	Песок	Пластилин

УРОВЕНЬ В

- 1.9. Опишите свойства таких веществ: а) вода; б) алюминий; в) уголь; г) бензин.
- 1.10. В банках без этикеток находятся: мел, песок, уксус, поваренная соль, железо, сера. Как их можно различить? Какие характерные признаки упомянутых веществ позволяют это сделать?
- 1.11. Предложите способы деления таких смесей:
 - а) вода и бензин;
 - б) поваренная соль и мел;
 - в) поваренная соль, железные стружки и тырса;
 - г) цельное молоко;
 - д) чернила и вода.
- 1.12. Почему не удается очистить молоко от жира фильтрованием?
- 1.13. Как можно разделить смеси: а) воды и нефти, б) сахара и песка, в) песка и опилок, г) муки и стружек, д) крахмала и сахара?
- 1.14. Приведите примеры смесей, которые состоят из трех веществ, и перечислите последовательность действий, необходимых для их разделения.
- 1.15. Предложите несколько вариантов разделения смеси крахмала и сахарной пудры.

УРОВЕНЬ С

- 1.16. Природную воду профильтровали. Можно ли теперь считать, что получили чистое вещество? Какими способами можно получить чистую воду?
- 1.17. Какие способы разделения смесей вы знаете? Приведите примеры применения разделения смесей в природе и в быту.
- 1.18. Выпишите отдельно названия чистых веществ и смесей: молоко, газированная вода, морская вода, воздух, водород, сахар, цинк, железо, стекло, нефть, мел.
- 1.19. Объясните, почему у нефти нет постоянной температуры кипения.

- 1.20. Почему выражение «молекула воздуха» не имеет смысла?
- 1.21. На каких свойствах веществ основан такой способ разделения смесей, как отстаивание? Приведите примеры смесей, которые можно разделить таким образом.
- 1.22. На каких свойствах веществ основан такой способ разделения смесей, как фильтрование? Приведите примеры смесей, которые можно разделить таким образом.
- 1.23. В каких случаях для разделения смесей применяют выпаривание и кристаллизацию? Приведите примеры смесей, которые можно разделить таким образом.
- 1.24. На каких свойствах веществ основан такой способ разделения смесей, как дистилляция? Приведите примеры смесей, которые можно разделить таким образом.
- 1.25. Какими чистыми веществами и смесями вы пользуетесь при уходе за волосами и кожей?
- 1.26. Вам выдали две жидкости: воду и водный раствор соли. По каким признакам можно их различить?
- 1.27. Возможно ли выделить из смесей чистые вещества и возможно ли доказать, что эти вещества чистые?
- 1.28. Какие чистые вещества и смеси можно использовать при уходе за одеждой и обувью?

ТЕМА 2. АТОМЫ, МОЛЕКУЛЫ, ИОНЫ. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

Молекула — это наименьшая частичка вещества, способная к самостоятельному существованию, которая сохраняет химические свойства этого вещества.

Атомы — это наименьшие химически неделимые частички вещества, которые состоят из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, которые двигаются вокруг ядра.

Ядро атома состоит из нуклонов — протонов и нейтронов.



Протонное число — число протонов, которые входят в состав ядра атома.

Нейтронное число — число нейтронов, которые входят в состав ядра атома.

Нуклонное число — число нуклонов (протонов и нейтронов) в ядре атома.

Ионы — это одноатомные или многоатомные частички, имеющие электрический заряд.

Ионы могут образовываться из атомов в результате отдачи или присоединения электронов.

Если атом принимает электрон, то в атоме появляется избыточный отрицательный заряд и атом превращается в отрицательно заряженный ион.

Если атом отдает электроны, то положительный заряд ядра уже окончательно компенсируется отрицательным зарядом электронов, и такой атом превращается в положительно заряженный ион.

Вещества, которые состоят из молекул, являются веществами с молекулярным строением, а те, которые состоят из атомов или ионов, являются веществами с немолекулярным строением.

Вещества	
Молекулярного строения	Немолекулярного строения
1. При нормальных условиях — газы, жидкости или твердые вещества. 2. Низкие температуры кипения. 3. Легкоплавкие, летучие.	1. При нормальных условиях — твердые, кристаллические вещества. 2. Высокие температуры кипения. 3. Тугоплавкие.

Химический элемент — это разновидность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Заряд ядра атома равен порядковому номеру элемента в Периодической системе элементов.

В Периодической системе все элементы объединяются в периоды — горизонтальные ряды элементов, и группы — вертикальные колонки элементов. Всего 7 периодов и 8 групп элементов.

Первые три периода называют малыми, так как их составляет небольшое число элементов. Другие периоды называют большими. Группы объединяют элементы с подобными свойствами.

Относительная атомная масса — это отношение массы атома данного элемента к $1/12$ массы атома углерода.

УРОВЕНЬ А

- 2.1. От чего зависит заряд ядра?
- 2.2. От чего зависит заряд электронной оболочки?
- 2.3. Какое соотношение числа протонов в ядре атома и числа электронов в оболочке?
- 2.4. Какой заряд может быть у ионов?
- 2.5. Какая важнейшая характеристика атома?
- 2.6. Как называется тип атомов с одинаковым зарядом ядра?
- 2.7. Дайте определение периода.
- 2.8. Дайте определение группы.
- 2.9. Чем отличаются малые периоды от больших?
- 2.10. Кто предложил современные химические символы?
- 2.11. Сколько на сегодня известно химических элементов?
- 2.12. Могут ли несколько элементов иметь одинаковый порядковый номер? Почему?

УРОВЕНЬ В

- 2.13. Можно ли разрушить ядро атома в химических реакциях?
- 2.14. Возможно ли добавить или отнять электроны в оболочке?
- 2.15. Что образуется, когда атомы или молекулы теряют или приобретают электроны?
- 2.16. Каким будет заряд ядра и количество электронов в оболочке, если в ядре находятся два нейтрона и два протона?
- 2.17. Каким будет заряд ядра и количество электронов в оболочке, если в ядре находятся два протона и три нейтрона?
- 2.18. Каким будет заряд ядра и количество электронов в оболочке, если в ядре находятся семь протонов и восемь нейтронов?
- 2.19. Как из атомов образуются ионы?
- 2.20. Чем отличаются по составу и свойствам вещества молекулярного и немолекулярного строения?
- 2.21. Что произойдет с атомом, если в его составе число нейтронов увеличится на единицу? Электронов?

2.22. Заполните пробелы в тексте:

- кухонную соль нельзя измельчить в порошок, а сахар можно, так как сахар имеет... строение, а соль — ...;
- белый фосфор летучий и легкоплавкий, так как у него... строение;
- металлы имеют ...строение.

2.23. Составьте пары:

Алюминий	Ca
Водород	N
Кальций	Al
Железо	S
Кремний	H
Ртуть	Fe
Сера	Si
Азот	Hg

2.24. Составьте пары:

Cl	Кислород
Ag	Углерод
O	Свинец
K	Серебро
C	Фтор
Pb	Калий
Cu	Хлор
F	Медь

УРОВЕНЬ С

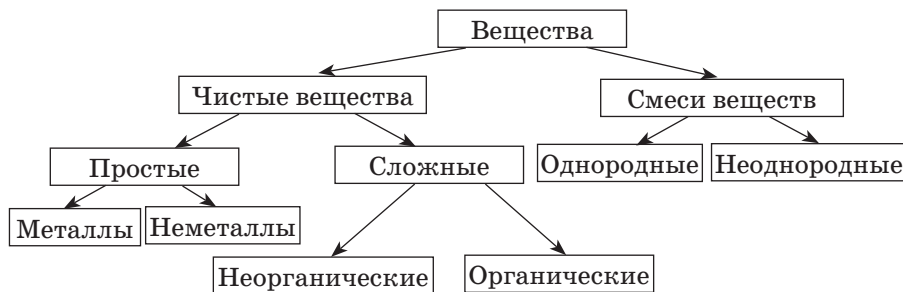
- 2.25.** Каким простейшим способом можно экспериментально определить, из каких частичек состоит вещество?
- 2.26.** Как проще экспериментально определить одинаковые по размеру кристаллы алмаза и льда? У какого из этих веществ молекулярное строение?
- 2.27.** Определите, какой заряд у иона, который образовался вследствие потери атомом четырех электронов.
- 2.28.** Определите, какой заряд у иона, который образовался вследствие принятия атомом трех электронов.
- 2.29.** Определите, какой заряд у иона, который образовался вследствие отдачи пяти электронов.

- 2.30. Сколько электронов входит в состав атома, если заряд его ядра +8?
- 2.31. Сколько электронов входит в состав атома, если заряд его ядра +16?
- 2.32. Сколько электронов входит в состав атома, если заряд его ядра +11?
- 2.33. Определите, какой заряд будет иметь частичка, образованная ядром с зарядом +6 и шестью электронами?
- 2.34. Определите, какой заряд будет иметь частичка, образованная ядром с зарядом +9 и десятью электронами.
- 2.35. Определите, какой заряд будет иметь частичка, образованная ядром с зарядом +12 и десятью электронами.
- 2.36. Запишите символы и названия элементов, которые входят во второй период.
- 2.37. Запишите символы приведенных элементов и опишите их положение в Периодической системе: водород, азот, углерод, фтор, натрий, железо, серебро, свинец.
- 2.38. Как, используя Периодическую систему, определить заряд ядра атома? Какой заряд имеют ядра атомов углерода, азота, хлора и кальция?
- 2.39. Запишите формулу структурной единицы хлористого кальция — вещества, раствор которого используют как противоаллергическое средство, если известно, что в этом веществе на каждые 125 атомов кальция приходится 250 атомов хлора.
- 2.40. Определите, во сколько раз отличаются относительные атомные массы углерода и кислорода.
- 2.41. Определите, во сколько раз отличаются относительные атомные массы азота и золота.
- 2.42. Определите, во сколько раз отличаются относительные атомные массы серебра и натрия.
- 2.43. Вычислите, атом какого элемента тяжелее — азота или гелия — и во сколько раз.
- 2.44. Вычислите, атом какого элемента тяжелее — кислорода или серы — и во сколько раз.
- 2.45. Вычислите, атом какого элемента тяжелее — железа или кремния — и во сколько раз.
- 2.46. Согласны ли вы со следующими утверждениями? Ответ обоснуйте.
- Масса трех атомов кислорода больше массы 40 атомов водорода.
 - Самый легкий металлический элемент — алюминий.

- Самый легкий неметаллический элемент — водород.
- Масса атома серы равняется массе двух атомов кислорода.

2.47. Назовите элементы и расположите их в порядке возрастания относительной атомной массы: He, F, Zn, K, N, S, Ca, Cl, B, Fe.

ТЕМА 3. ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ. ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ. ВАЛЕНТНОСТЬ. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА. МАССОВАЯ ДОЛЯ ВЕЩЕСТВА



Простые вещества — это вещества, которые состоят из атомов одного химического элемента, то есть это форма существования химического элемента в свободном состоянии.

Простые вещества делятся на металлы (образованные металлическими элементами) и неметаллы (образованные неметаллическими элементами). Напоминаем, что классификация элементов на металлические и неметаллические основывается на способности атомов отдавать и принимать электроны. Атомы металлических элементов преимущественно отдают электроны, превращаясь в положительно заряженные ионы. Если в долгопериодном варианте Периодической системы провести диагональ от алюминия до полония, то выше нее располагаются неметаллические элементы, а ниже — металлические элементы.

Сложные вещества — вещества, которые состоят из атомов разных элементов, то есть это форма существования химических элементов в связанном состоянии.

Химические формулы — это обозначение состава вещества с помощью химических символов и индексов.

Индексы — это цифры, которые размещают с правой стороны внизу от символа химического элемента, он указывает на количество атомов этого элемента в молекуле вещества.

Валентность — это число химических связей, которое данный атом может образовать с другим атомом.

Валентность обозначается римскими цифрами над символами элементов.

Общее число единиц валентности всех атомов одного элемента в бинарном соединении равняется общему числу единиц валентности всех атомов другого элемента.

Элементы с постоянной валентностью:

- одновалентные: H, K, Na, Ag, F;
- двухвалентные: O, Ba, Ca, Mg, Zn;
- трехвалентные: Al, B.

Определение валентностей элементов в бинарных соединениях:

1. Отмечаем валентность элемента с постоянной валентностью.



2. Умножаем число атомов этого элемента на его валентность.

$$3 \cdot \text{II} = 6$$

$$2 \cdot \text{II} = 4$$

$$4 \cdot \text{I} = 4$$

3. Делим полученное произведение на число атомов другого элемента.

$$6 : 2 = \text{III}$$

$$4 : 1 = \text{IV}$$

$$4 : 1 = \text{IV}$$

4. Записываем значение валентности над символом этого элемента.



Составление формул бинарных соединений по валентности

1. Записываем символы элементов в необходимом порядке и надписываем их валентности.



2. Находим наименьшее общее кратное для значений валентностей элементов.

$$\text{III и II} = 6$$

$$\text{VI и I} = 6$$

$$\text{IV и II} = 4$$

3. Число атомов данного элемента равняется отношению наименьшего общего кратного к его валентности.

$$6:III = 2(Al)$$

$$6:II = 3(O)$$

$$6:VI = 1(S)$$

$$6:I = 6(F)$$

$$4:IV = 1(C)$$

$$4:II = 2(S)$$

4. Записываем индексы после символов элементов.



В основе названия бинарного соединения лежит латинское название элемента, который расположен на втором месте, и к нему прибавляется суффикс *-ид*:

O: кислород = оксид

S: сера = сульфид

H: водород = гидрид

N: азот = нитрид

F: фтор = фторид

Cl: хлор = хлорид

Br: бром = бромид

I: йод = иодид

Относительная молекулярная масса — это физическая величина, которая определяется отношением массы молекулы к массе одной двенадцатой части массы атома нуклида углерода ^{12}C .

Относительная молекулярная масса вещества равняется сумме относительных атомных масс всех атомов, которые входят в состав молекулы (формульной единицы).

Массовая доля элемента

$$\omega(X) = \frac{n \cdot A_r(X)}{M_r},$$

где $\omega(X)$ — массовая доля химического элемента X, выраженная в долях от единицы;

n — число атомов элемента X, обозначено индексом в формуле соединения;

A_r — относительная атомная масса элемента X;

M_r — относительная молекулярная масса вещества.

Физический смысл массовой доли заключается в том, что она показывает массу атомов данного элемента в 100 г вещества. Массовая доля может выражаться в долях от единицы или же в процентах. Чтобы перевести в проценты, необходимо полученные по формуле значения умножить на 100 %.

УРОВЕНЬ А

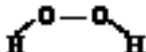
- 3.1. Дайте определение простым и сложным веществам.
- 3.2. В чем заключается разница между понятиями «химический элемент» и «простое вещество», «простое вещество» и «сложное вещество», «сложное вещество» и «смесь веществ»?
- 3.3. Приведите по пять примеров металлических и неметаллических элементов.
- 3.4. Среди приведенных формул веществ выпишите отдельно формулы простых и сложных веществ: Fe_2O_3 , Al, O_2 , KNO_3 , Au, N_2 , Na, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, He, Ca, NaCl, S_8 . Подчеркните символы, которые обозначают простые вещества — металлы.
- 3.5. С какими простыми и сложными веществами, которые имеют практическое значение, вы встречались в природе и в быту? Приведите примеры.
- 3.6. Из предложенного списка выпишите отдельно формулы простых и сложных веществ:
а) Fe, H_2O , Fe, H_2 , KOH, NaCl, H_2SO_4 , Ca;
б) K_2O , NaCl, Br_2 , Hg, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, N_2 , K_2CO_3 , Zn , Ca;
в) Mg, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, Cl_2 , S, NH_3 , H_2S , Au, K.
- 3.7. Обозначьте химическими символами элементы, из которых состоят следующие простые вещества: кислород, водород, сера, углерод, медь, железо, азот, фосфор, калий, аргон. Напишите их латинские названия.
- 3.8. Какие элементы обозначены такими химическими знаками: Li, Br, F, Ca, Ag, Si, Mn, Cl, Ba? Напишите их латинские названия.
- 3.9. Какую информацию несут записи:
а) O_2 , 2O, 2O_2 ;
б) Na, 2Na, 6Na;
в) CO_2 , 5CO_2 , 3CO_2 ?
- 3.10. Какую информацию несут такие записи:
а) 3O, 5Hg, 2H_2 , 4H, 2CO_2 , $2\text{H}_2\text{O}$, SO_2 , Cl_2 ;
б) Ca, 3Ca, $10\text{H}_2\text{O}$, 4CO_2 , N_2 , 2N, 3N_2 , 3He?
- 3.11. Запишите в столбик химические символы элементов: калий, барий, марганец, бор, алюминий, неон, кремний, натрий, гелий, свинец, фтор. Рядом запишите относительные атомные массы этих элементов.
- 3.12. Дайте определение понятию «валентность».

3.13. Определите валентность всех элементов по структурным формулам:

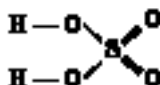
а) сернистый газ



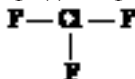
в) пероксид водорода



д) серная кислота



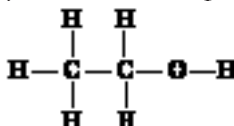
б) фторид хлора (III)



г) аммиак



е) этиловый спирт



3.14. Определите, что тяжелее: 5 молекул угарного газа CO или 2 молекулы сернистого газа SO_2 .

3.15. В каком из этих соединений — Cl_2O_6 или Cl_2O_7 — массовая доля хлора меньше?

3.16. В каком из этих соединений — CO_2 или SO_2 — массовая доля кислорода больше?

3.17. В каком из этих соединений — P_2O_5 или P_2O_6 — массовая доля фосфора меньше?

3.18. Формула глюкозы — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, формула сахарозы — $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. В каком веществе массовая доля кислорода больше?

3.19. Железо образует с кислородом соединения: FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 . Определите, в каком соединении массовая доля железа наибольшая.

3.20. У какого из оксидов массовая доля кислорода больше: Cl_2O , Cl_2O_6 , Cl_2 , Cl_2O_7 ?

УРОВЕНЬ В

3.21. С помощью Периодической системы элементов определите все возможные валентности, которые могут проявлять элементы: а) кальций, б) сера, в) бром, г) фосфор, д) серебро, е) бор.

3.22. Определите валентности элементов в следующих соединениях: а) P_2O_5 , б) H_2S , в) SnCl_4 , г) PH_3 , д) Mn_2O_7 , е) Na_2O . Составьте названия этих соединений.

3.23. Составьте формулы соединений, образованных элементами: а) H и Al(III), б) C(IV) и S(II), в) Pb(IV) и O, г) Br(I) и Zn(II), д) C(IV) и F(I), е) O и Fe(II), ж) Cl(IV) и O, з) Cu(I) и O, и) Cl(I) и Au(III).

- 3.24. Составьте формулы соединений по их названиям: а) оксид хлора(І), б) оксид марганца(ІІ), в) оксид свинца(ІV), г) хлорид меди(ІІ), д) хлорид калия.
- 3.25. Напишите с помощью химических символов и цифр: три атома серы, четыре молекулы кислорода, два атома кислорода, две молекулы воды.
- 3.26. Напишите с помощью химических символов и цифр: пять атомов магния, три молекулы хлора, два атома водорода, одна молекула углекислого газа.
- 3.27. Напишите с помощью химических символов и цифр: семь атомов азота, три атома железа, четыре молекулы азота, две молекулы водорода.
- 3.28. Запишите химическую формулу вещества, в котором на каждые 125 атомов алюминия приходится 375 атомов хлора.
- 3.29. Вычислите относительную молекулярную массу:
а) одной молекулы кислорода;
б) двух молекул водорода;
в) одной молекулы воды;
г) двух молекул сероводорода H_2S .
- 3.30. Напишите формулы веществ и вычислите их относительную молекулярную массу, если в состав их молекул входят:
а) 1 атом водорода и 1 атом хлора;
б) 2 атома водорода и 1 атом серы;
в) 1 атом углерода и 4 атома водорода.
- 3.31. Определите валентность всех элементов в соединениях: H_3BO_3 , KMnO_4 , HClO , HClO_4 , CaCO_3 , NaOH , NaNO_3 .
- 3.32. Вычислите массовую долю элементов в веществах SO_3 , CaC_2 , NO_2 , Li_2O , PH_3 , BaCl_2 .
- 3.33. Запишите химические формулы: а) азота, если известно, что его молекула состоит из двух атомов; б) серы, если известно, что ее молекула состоит из восьми атомов; в) природного газа, если известно, что его молекула состоит из одного атома углерода и четырех атомов водорода.
- 3.34. Запишите химическую формулу вещества, из которого изготавливают канцелярский клей, если известно, что в этом веществе на один атом кремния приходится два атома водорода и три атома кислорода.
- 3.35. Вычислите относительную молекулярную массу веществ: NaCl , H_2CO_3 , K_2SO_4 , Cu_2O , NH_3 , H_3PO_4 .
- 3.36. Массовая доля водорода в воде составляет 11 %. Какая масса атомов водорода содержится в воде массой 100 г?

- 3.37. Массовая доля чистого золота в ювелирном золоте составляет 0,583. Вычислите массу атомов золота, которое содержится в золотой цепочке массой 5,5 г.
- 3.38. Напишите формулы соединений K, Al, Ca, Fe(III), P(V), Ba, S(VI), Cr(III), C(IV): а) с кислородом; б) хлором(I).
- 3.39. Напишите формулы соединений Na, Cu(I), Ag, Ba, Mg, Al, H, Zn: а) с серой(II); б) хлором(I).
- 3.40. Заполните таблицу формулами соединений приведенных элементов:

	O	S(II)	Cl(I)
H			
K			
Al			
Fe(III)			
Mg			

- 3.41. Заполните таблицу формулами соединений приведенных элементов:

	O	S(II)	Cl(I)
Ag			
Cr(III)			
Na			
Cu(I)			
Zn			

УРОВЕНЬ C

- 3.42. Вычислите относительную молекулярную массу таких веществ: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{K}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.
- 3.43. Вычислите массовую долю элементов в веществах: $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
- 3.44. Составьте структурные формулы соединений: а) хлорид серы(IV); б) оксид серы(VI); в) оксид азота(II); г) сульфид водорода.
- 3.45. Как можно доказать, что целлюлоза (основное вещество, из которого состоит древесина) является органическим соединением?

- 3.46. Составьте химические формулы веществ: а) оксид азота(IV), б) сульфид фосфора(V), в) оксид бария; г) сульфид калия; д) хлорид кальция.
- 3.47. Определите валентности элемента X в каждом соединении: а) XCl_4 ; б) X_2O_5 ; в) XO_2 ; г) XH_3 ; д) NaX ; е) Fe_2X_3 ; ж) Ca_3X_2 ; з) XCl . Вместо X подставляйте символы нужных элементов, дайте названия этим соединениям.
- 3.48. Железо в соединениях с кислородом может проявлять валентности II и III. Составьте формулы этих соединений и определите, в каком из них большее содержание железа.
- 3.49. В каком соединении массовая доля цинка больше: в оксиде цинка или в сульфиде цинка? Во сколько раз?
- 3.50. Летучее соединение с водородом элемента содержит 8,8 %. Определите, какой это элемент, если формула его высшего оксида E_2O_6 .
- 3.51. Вещество содержит только атомы серы и кислорода в массовом соотношении 1: 1. Определите простейшую формулу этого соединения и массовые доли элементов в нем.
- 3.52. Соотношение масс атомов кальция и серы в соединении равняется 5: 4. Определите химическую формулу этого соединения.
- 3.53. Вычислите массу атомов кислорода, который содержится в одном стакане воды (200 г).
- 3.54. Вычислите массу атомов натрия, которые содержатся в 45 г питьевой соды, формула которой $NaHCO_3$.
- 3.55. Определите формулу соединения серы с кислородом, в котором массовая доля кислорода 50 %.
- 3.56. Определите формулу соединения, если известно, что в его состав входят кальций, углерод и кислород с массовыми долями 40, 12, 48 % соответственно, а относительная молекулярная масса соединения равняется 100.
- 3.57. Определите формулу соединения, если известно, что в ее состав входят магний с массовой долей 60 % и кислород с массовой долей 40 %, а относительная молекулярная масса равняется 40.
- 3.58. Определите формулу соединения серы с кислородом, в котором массовая доля кислорода 60 %.
- 3.59. Определите формулу соединения углерода с кислородом, в котором массовая доля кислорода 72 %.
- 3.60. В состав вещества входят: калий — 44,82 %, сера — 18,4 % и кислород. Найдите химическую формулу вещества.
- 3.61. В состав вещества входят: водород — 1,25 %, фосфор — 38,75 % и кислород. Найдите химическую формулу вещества.

- 3.62. В состав вещества входят: калий — 29,4 %, водород — 0,74 %, фосфор — 22,8 % и кислород. Найдите химическую формулу вещества.
- 3.63. Относительная молекулярная масса вещества в 55 раз больше относительной молекулярной массы водорода. В его состав входят фосфор — 56,36 % и кислород. Найдите формулу.
- 3.64. Относительная молекулярная масса вещества в 2 раза больше относительной атомной массы кальция. В его состав входит сера — 40 % и кислород. Найдите формулу.
- 3.65. Зная, что формула вещества CaCO_3 , опишите это вещество по самостоятельно составленному плану, сделайте возможные вычисления.
- 3.66. Зная, что формула вещества Na_2SO_4 , опишите вещество по самостоятельно составленному плану, сделайте возможные вычисления.

ТЕМА 4. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАССЫ. ХИМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ

Физика изучает физическую форму движения материи и, соответственно, физические явления. К физическим явлениям относят разные преобразования веществ без изменения их состава. К таким явлениям относят механические, тепловые, электромагнитные, ядерные и так далее. Эти явления можно объяснить с точки зрения взаимодействия отдельных частичек и полей.

Химия изучает химическую форму движения материи, то есть химические явления. К химическим относят явления, которые состоят в преобразованиях одних веществ в другие без изменения состава ядер атомов. Суть химических явлений обычно состоит в «перегруппировке» атомов и образовании новых молекул, ионов, ассоциатов и тому подобное.

Закон сохранения массы — масса веществ, которые вступили в химическую реакцию, равняется массе веществ, которые образовались в результате реакции.

Значение закона сохранения массы заключается в следующем:

- 1) он подтверждает, что вещества не исчезают бесследно и не образуются из ничего;
- 2) подтверждает выводы о том, что сущность химических реакций заключается в перегруппировке атомов исходных веществ и образовании новых соединений;
- 3) позволяет составлять уравнения химических реакций и проводить расчеты по ним.

УРОВЕНЬ А

4.1. Среди приведенных явлений выберите химические и физические:

- а) зимой ветви деревьев покрываются инеем;
- б) опавшие листья со временем гнивают;
- в) разлитый случайно ацетон быстро испаряется;
- г) со временем на стенках чайника образуется накипь;
- д) при продолжительном хранении варенье «засахаривается»;
- е) в теплом месте молоко быстро скисает;
- ж) во влажном воздухе памятники покрываются зеленым налетом;
- з) зимой вода в реках покрывается льдом;
- и) капля грязи на ботинке с вечера до утра превращается в коричневое пятно;
- к) ржавый гвоздь можно очистить от ржавчины наждачной бумагой;
- л) из воздуха выделяют азот и кислород;
- м) нефть используют для производства резины;
- н) если разлить духи, то их запах в скором времени достигнет противоположного края комнаты.

4.2. Выберите из перечня необходимые условия для начала химических реакций:

- а) смешивание веществ;
- б) выделение газа;
- в) предварительное нагревание вещества;
- г) предварительное растворение реагирующих веществ;
- д) выделение тепла и света;
- е) образование осадка;
- ж) действие электрического тока.

4.3. Выберите из перечня внешние эффекты химических реакций:

- а) выделение тепла;
- б) изменение цвета;

- в) изменение внешней формы;
 - г) изменение агрегатного состояния;
 - д) испарение;
 - е) выпадение осадка.
- 4.4. Среди приведенных явлений выберите химические:
- а) выпадение снега;
 - б) ржавение железа;
 - в) плавление сахара;
 - г) гниение древесины;
 - д) горение дров;
 - е) конденсация воздуха.
- 4.5. Среди перечисленных явлений выберите физические:
- а) скисание молока;
 - б) плавление свинца;
 - в) горение бензина;
 - г) таяние снега;
 - д) опадение листвы;
 - е) выпадение осадка.
- 4.6. Почему при горении свечи ее масса постепенно уменьшается? Не противоречит ли это закону сохранения массы?
- 4.7. Что означают коэффициент и индекс? В чем отличие между ними?
- 4.8. Что означает запись: а) 4Fe , б) 5O_2 , в) $3\text{H}_2\text{O}$, г) 6O , д) 2CO_2 ?
- 4.9. При взаимодействии водорода H_2 и кислорода O_2 образуется вода H_2O . Составьте уравнение этой реакции.
- 4.10. При горении (взаимодействии с кислородом O_2) железного порошка Fe образуется оксид железа(III) Fe_2O_3 . Составьте уравнение этой реакции.
- 4.11. При разложении сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ образуется уголь C и вода H_2O . Составьте уравнение этой реакции.
- 4.12. При разложении воды под действием электрического тока образовалось 0,6 г водорода и 4,8 г кислорода. Какая масса воды, которая разложилась? Составьте уравнение этой реакции.
- 4.13. Определите массу оксида кальция, который образуется при взаимодействии 3,43 г кислорода и 8,57 г кальция. Составьте уравнение этой реакции.
- 4.14. Определите массу хлорида натрия, который образуется при взаимодействии натрия массой 10 г с хлором массой 14 г. Составьте уравнение этой реакции.

- 4.15. При нагревании 111 г малахита $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ образовалось 80 г оксида меди(II), 9 г воды и углекислый газ. Какая масса углекислого газа, который выделился? Составьте уравнение этой реакции.
- 4.16. Проверьте, правильно ли подобраны коэффициенты в уравнениях реакций. Если найдете ошибки, исправьте их:
- $\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$;
 - $\text{Na} + 2\text{S} = 2\text{Na}_2\text{S}$;
 - $3\text{P} + 2\text{Ca} = \text{Ca}_3\text{P}_2$;
 - $2\text{K} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$;
 - $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $2\text{CaCO}_3 = 2\text{CaO} + \text{CO}_2$.
- 4.17. Проверьте, правильно ли подобраны коэффициенты в уравнениях реакций. Если найдете ошибки, исправьте их:
- $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}$;
 - $\text{Ca} + 2\text{S} = 2\text{CaS}$;
 - $3\text{P} + 2\text{Ba} = 2\text{Ba}_3\text{P}_2$;
 - $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2$;
 - $\text{CaO} + 2\text{HCl} = 2\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{Al}(\text{OH})_3 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
- 4.18. Найдите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции. Запишите уравнения реакций.
- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| Исходные вещества: | Продукты реакции: |
| 1) C и O_2 ; | а) Na_2S ; |
| 2) Na и S; | б) CaCl_2 ; |
| 3) Ca и Cl_2 . | в) CO_2 . |
- 4.19. Найдите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции. Запишите уравнения реакций.
- | | |
|------------------------|--------------------|
| Исходные вещества: | Продукты реакции: |
| 1) N и O_2 ; | а) CaS ; |
| 2) Ca и S; | б) KCl; |
| 3) K и Cl_2 . | в) NO_2 . |

УРОВЕНЬ В.

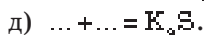
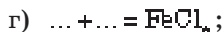
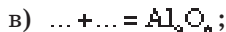
- 4.20. Какие признаки химической реакции наблюдаются во время:
- горения костра;
 - скисания пищи;
 - ржавения железа.

- 4.21. Приведите 5 примеров физических явлений, при которых изменяется агрегатное состояние вещества.
- 4.22. Приведите 3 примера химических явлений, при которых изменяется агрегатное состояние вещества.
- 4.23. Во время грозы от молнии загорелось дерево. О каких явлениях идет речь?
- 4.24. Приведите примеры химических реакций, которые протекают:
- при нагревании;
 - под действием света;
 - с изменением цвета;
 - для начала реакции необходимо нагревание.
- 4.25. Составьте и прочитайте уравнение следующих реакций:
- взаимодействие углерода и водорода с образованием метана (CH_4);
 - взаимодействие водорода с хлором.
- 4.26. Подберите коэффициенты и вычислите массы исходных веществ и продуктов реакции:
- $\text{Pb} + \text{O}_2 = \text{PbO}$;
 - $\text{Ag} + \text{S} = \text{Ag}_2\text{S}$;
 - $\text{H}_2 + \text{F}_2 = \text{HF}$;
 - $\text{K} + \text{O}_2 = \text{K}_2\text{O}$.
- 4.27. Подберите коэффициенты для следующих реакций:
- $\text{Fe} + \text{Cl}_2 = \text{FeCl}_3$;
 - $\text{Na} + \text{Br}_2 = \text{NaBr}$;
 - $\text{P} + \text{O}_2 = \text{P}_2\text{O}_5$;
 - $\text{KClO}_3 = \text{KCl} + \text{O}_2$;
 - $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = \text{FeCl}_3$;
 - $\text{FeBr}_2 + \text{Cl}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{Br}_2$.
- 4.28. Подберите коэффициенты в следующих схемах реакций:
- $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$;
 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{Fe}_3\text{S}_4$;
 $\text{N}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3$;
 - $\text{Al} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{AlBr}_3$;
 $\text{Pb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Pb}_2\text{O}_3$;
 $\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;
 - $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$;
 $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$;
 $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;
 - $\text{BaO}_2 \rightarrow \text{BaO} + \text{O}_2$;
 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$;
 $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$;
 - $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$;
 $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{PbCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} + \text{NaCl}$
 - $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$.

- 4.29. Составьте уравнения реакций:
- а) при взаимодействии водорода H_2 и кислорода O_2 образуется вода H_2O ;
 - б) вследствие разложения сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ образуется уголь С и вода H_2O .
- 4.30. При взаимодействии 16 г серы S с железом образовалось 44 г сульфида железа(II). Вычислите массу израсходованного железа.
- 4.31. При взаимодействии 8 г метана с 32 г кислорода образовалось 22 г углекислого газа. Какая масса воды выделилась в результате этой реакции?
- 4.32. При разложении воды под действием электрического тока образовалось 0,6 г водорода и 4,8 г кислорода. Какая масса воды подверглась разложению? Составьте уравнение этой реакции.
- 4.33. Какая масса оксида кальция CaO образуется при взаимодействии 3,43 г кислорода с 8,57 г кальция?

УРОВЕНЬ С

- 4.34. Запишите уравнения взаимодействия следующих простых веществ и выберите для них коэффициенты:
- а) водород и сера;
 - б) магний и кислород;
 - в) алюминий и кислород;
 - г) алюминий и сера;
 - д) цинк и кислород;
 - е) натрий и сера;
 - ж) магний и сера.
- 4.35. В каком массовом соотношении необходимо смешать водород H_2 и кислород O_2 для получения воды?
- 4.36. Составьте уравнения реакций образования из простых веществ следующих соединений:
- а) оксид железа(III);
 - б) сульфид серебра;
 - в) фосфид кальция;
 - г) оксид алюминия;
 - д) хлорид фосфора(V).
- 4.37. Составьте уравнение химических реакций образования бинарных соединений при взаимодействии:
- а) барий + кислород;
 - б) кальций + хлор;
 - в) магний + сера;



4.44. Составьте уравнения реакций образования из простых веществ таких соединений:

а) оксид железа(III);

б) сульфид серебра(I);

в) фосфид кальция;

г) оксид алюминия;

д) хлорид фосфора(III).

4.45. Из каких простых веществ образуются ZnS , Na_2O , CaO , Ca_3P_2 ? Запишите уравнения реакций.

4.46. Вычислите массу оксида кальция CaO , который можно получить из кальция массой 20 г и кислорода массой 8 г, учитывая, что оба вещества полностью израсходуются на его образование. Дайте обоснованный ответ. Напишите соответствующие уравнения реакций, подберите коэффициенты, укажите валентности элементов в полученном соединении. Вычислите массовые доли элементов в оксиде кальция.

4.47. В оксиде кальция на 1 атом кальция приходится 1 атом кислорода. Напишите формулу оксида кальция. В каком массовом соотношении нужно взять кальций и кислород, чтобы они прореагировали полностью?

4.48. В состав молекулы вещества входят 2 атома углерода и 6 атомов водорода. Напишите формулу этого вещества, вычислите его относительную молекулярную массу и массовые соотношения элементов.

4.49. Вычислите массу сульфида железа(II), который образуется при взаимодействии 8 г железа и 4 г серы. Какое вещество взято в избытке?

4.50. В состав молекулы оксида углерода входят 1 атом углерода и 2 атома кислорода. В каком массовом отношении нужно взять углерод и кислород, чтобы они прореагировали полностью?

4.51. В состав вещества входят атомы водорода и серы в массовом отношении 1:16. Найдите формулу вещества.

4.52. В состав вещества входят атомы меди и серы в массовом соотношении 4:1. Найдите формулу вещества и его относительную молекулярную массу.

4.53. Основной составляющей минерала гематита является оксид железа(III). Составьте уравнение химической реакции образования этого вещества из простых веществ — железа и кислорода.

Вычислите массу атомов железа, которые содержатся в оксиде железа(III) массой 360 г.

- 4.54. При реакции углерода с кислородом в зависимости от условий образуются оксид углерода(II) или оксид углерода(IV). Составьте уравнения химических реакций образования этих двух оксидов. Для образования какого из этих оксидов необходимо больше кислорода? Вычислите массу атомов углерода, которые содержатся в оксиде углерода(IV) массой 200 г.

ТЕМА 5. КИСЛОРОД

Кислород — наиболее распространенный элемент на Земле (в литосфере — 46,6 %, гидросфере — 85,6 %, атмосфере — 20,94 %). Кислород входит в состав практически всех соединений, из которых состоит литосфера, и составляет почти 90 % массы гидросферы.

В Периодической системе кислород имеет порядковый номер 8 (заряд ядра атома кислорода +8). Химический символ элемента — O, относительная атомная масса 16 (это означает, что атом кислорода в 16 раз тяжелее 1/12 массы атома углерода). В химических соединениях кислород всегда проявляет валентность II.

Кислород — газ без цвета, запаха и вкуса, плохо растворимый в воде (5 объемов кислорода в 100 объемах воды при 0 °C), немного тяжелее воздуха (плотность кислорода — 1,43 г/л, воздух — 1,29 г/л). Температура кипения (конденсации) кислорода — 183 °C, температура плавления (кристаллизации) — 218,9 °C. У жидкого кислорода синяя окраска, у твердого — темно-синяя. В жидком и твердом состояниях кислород парамагнитный, то есть притягивается магнитом.

Реакции, в результате которых из одного сложного вещества образуется несколько других (простых или сложных), называют реакциями разложения.

Реакции соединения — это химические процессы, во время протекания которых из нескольких простых или сложных веществ образуется одно сложное.

Кислород — окислитель. При нагревании он реагирует со многими простыми и сложными веществами, образуя оксиды.

Кислород поддерживает дыхание. В природе кислород образуется в процессе фотосинтеза.

Вещества, которые изменяют скорость реакций (увеличивают или уменьшают ее), но сами при этом не вступают в реакцию, называют катализаторами.

Медленное окисление:

- происходит медленно;
- тепло выделяется постепенно;
- не сопровождается пламенем.

Горение:

- происходит быстро;
- выделяет большое количество тепла;
- чаще всего сопровождается пламенем.

Взрыв:

- происходит очень быстро;
- энергия, которая выделяется, приводит к разрушительным последствиям;
- сопровождается взрывной волной и иногда кратковременной вспышкой.

Условия возникновения горения:

- доступ кислорода;
- достижение температуры воспламенения;
- наличие горючего вещества.

УРОВЕНЬ А

- 5.1. Каким способом, по вашему мнению, возможно собрать кислород, исходя из его физических свойств?
- 5.2. Как «перелить» кислород из одного сосуда в другой?
- 5.3. Будет ли при этом кислород «чистым»?
- 5.4. Как провести опыт так, чтобы при «переливании» кислорода из сосуда в сосуд не смешать его с воздухом?
- 5.5. Какими методами получают кислород в лаборатории?
- 5.6. Какой процесс называют горением?
- 5.7. По каким признакам можно отличить процесс горения?
- 5.8. Что общего между процессами горения, дыхания и гниения?
- 5.9. Объясните, что имеется в виду под температурой воспламенения. Как вы думаете, от чего она зависит?
- 5.10. Прелая листва или сено на воздухе могут вспыхнуть. Объясните, почему это происходит.
- 5.11. Как вы думаете, почему на воздухе горение происходит медленнее, чем в чистом кислороде?
- 5.12. Почему тлеющие угольки костра вспыхивают ярким пламенем, если на них сильно подуть?

- 5.13. Какой химический процесс лежит в основе:
- а) разрушения древесины при продолжительном хранении;
 - б) уменьшения прочности одежды из хлопка, льна и шелка со временем;
 - в) саморазогревания влажного зерна в зернохранилище;
 - г) разогревания почвы после ее удобрения.
- 5.14. Для чего работники рыбных хозяйств прорезают зимой проруби во льду рек и озер?
- 5.15. Из приведенных формул выпишите оксиды: HCl , NaOH , K_2O , SO_2 , CaO , HI , Al_2O_3 , H_2SO_4 , CO_2 , ZnS , P_2O_5 . Дайте название каждому оксиду.
- 5.16. Из приведенных формул выпишите оксиды: N_2 , Fe_2O_3 , SO_2 , Ag , HNO_3 , O_2 , CO_2 , Na_2O , H_3PO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_2S . Дайте название каждому оксиду.
- 5.17. Из приведенных формул выпишите оксиды: NH_3 , CO , Na , $\text{Al}(\text{OH})_3$, NO_2 , H_2CO_3 , P_2O_5 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, HBr , NO , BaO . Дайте название каждому оксиду.
- 5.18. Запишите уравнения реакций образования из простых веществ следующих оксидов: K_2O , SO_2 , CaO , Al_2O_3 , CO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , SO_3 , Na_2O , CO , NO_2 , P_2O_5 , NO , BaO .
- 5.19. Представьте, что перед вами две одинаковые закрытые колбы, наполненные при одинаковых условиях воздухом и кислородом. Как можно определить, в какой из колб содержится кислород? Можно ли это узнать, не открывая колбы?
- 5.20. С повышением температуры растворимость газов в воде уменьшается. Как вы считаете, можно ли заливать в аквариум для рыб только что прокипяченную охлажденную воду?
- 5.21. Во сколько раз атом кислорода тяжелее атома: а) водорода; б) углерода; в) серы?

УРОВЕНЬ В

- 5.22. Азотная кислота, формула которой HNO_3 , под действием света или при нагревании разлагается с образованием бурого газа NO_2 , воды и кислорода. Запишите уравнение этой реакции.
- 5.23. Расположите вещества в порядке увеличения в них массовой доли кислорода: NaNO_3 , HgO , KClO_3 , KMnO_4 . Какое из этих соединений целесообразнее использовать для получения кислорода?
- 5.24. В трех сосудах содержатся: воздух, кислород и углекислый газ. Как определить, какой из газов содержится в каждом сосуде? Предложите несколько способов, укажите, на каких свойствах этих газов они основываются.

- 5.25. Составьте уравнения сгорания простых веществ: серы, фосфора, угля.
- 5.26. Вычислите массу атома кислорода, если масса атома азота равняется $2,99 \cdot 10^{-26}$ кг.
- 5.27. Какой заряд может появиться у атома кислорода, если во время химических реакций он может принять два электрона?
- 5.28. Кислород входит в состав распространенных минералов: гематита (красный железняк) Fe_2O_3 , кварца SiO_2 , пирролюзита MnO_2 . В каком из них массовая доля кислорода самая большая?
- 5.29. Составьте формулы оксидов таких элементов: К, Са, Al, S(IV), P(III), Cr(VI) и дайте им названия.
- 5.30. Составьте формулы оксидов таких элементов: Na, Ba, S(VI), P(V), C(IV), Cl(VII) и дайте им названия.
- 5.31. Подберите коэффициенты:
- а) $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$;
 - б) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - в) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
 - г) $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$
- 5.32. Подберите коэффициенты:
- а) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$;
 - б) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;
 - в) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - г) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5.33. Составьте уравнения реакций взаимодействия с кислородом следующих веществ: а) алюминия, б) кремния, в) серебра, г) ацетилена C_2H_2 .
- 5.34. При взаимодействии 13,5 г кислорода с серой образовалось 27 г сернистого газа. Какая масса серы сгорела при этом?
- 5.35. Кислород массой 6 г полностью прореагировал с фосфором массой 10 г. Какая масса оксида фосфора(III) образовалась вследствие этого?
- 5.36. Вычислите массу атомов серы, которая содержится в оксиде серы(VI) массой 750 г.
- 5.37. Вычислите массу атомов кислорода, который содержится в оксиде углерода(IV) массой 200 г.
- 5.38. Вычислите массу атомов кислорода, который содержится в 10 г бертолетовой соли KClO_3 . Вычислите массу кислорода, который можно получить разложением 25 г бертолетовой соли.

- 5.39. Сероводород — газ с запахом тухлых яиц — довольно хорошо горит. Запишите уравнение реакции, если известно, что во время его горения образуется оксид серы(IV) и вода.
- 5.40. Составьте уравнение реакции горения газа силана SiH_4 , если известно, что при горении образуется два оксида. Назовите оксиды, которые образуются.
- 5.41. Подберите коэффициенты:
- $\text{Pb} + \text{O}_2 = \text{PbO}$;
 - $\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}$;
 - $\text{CaS} + \text{O}_2 = \text{CaO} + \text{SO}_2$;
 - $\text{KClO}_3 = \text{KCl} + \text{O}_2$;
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4$.

УРОВЕНЬ С

- 5.42. Составьте уравнение реакции разложения минерала малахита $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{CO}_3$, если известно, что в этом случае образуется три оксида.
- 5.43. Составьте уравнения реакций, которые соответствуют следующей схеме преобразований: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$.
- 5.44. Составьте уравнения реакций, которые соответствуют следующей схеме преобразований: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$.
- 5.45. Составьте уравнения реакций, которые соответствуют следующей схеме преобразований: $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.
- 5.46. Напишите уравнения реакций горения сложных веществ:
- $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{CS}_2 + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 = \dots$.
- 5.47. Напишите уравнения реакций горения сложных веществ:
- $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{CaS} + \text{O}_2 = \dots$;
 - $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{O}_2 = \dots$.
- 5.48. В каком из оксидов фосфора — P_2O_5 или P_2O_3 — массовая доля кислорода самая большая?

- 5.49. Известно, что при разложении бертолетовой соли KClO_3 получают кислород. При этом побочным продуктом является хлорид калия. Составьте уравнение этой реакции. Вычислите, в каком случае выделится большее количество кислорода: при разложении 1 г бертолетовой соли или 1 г перманганата калия.
- 5.50. При сгорании сероуглерода CS_2 израсходовано 24 г кислорода и образовалось 11 г оксида углерода(IV) и 32 г оксида серы(IV). Составьте уравнение этой реакции и вычислите массу сероуглерода, который сгорел.
- 5.51. В результате сгорания этилена C_2H_4 массой 20 г образовались оксид углерода(IV) массой 40 г и вода массой 22 г. Составьте уравнение этой реакции и вычислите массу кислорода, который израсходовался на реакцию.
- 5.52. Бензин является сложной смесью веществ, но приблизительно его состав можно отобразить формулой гептана C_7H_{16} . Составьте уравнение реакции горения этого вещества.
- 5.53. Напишите уравнение реакции горения железа (образуется железная окалина Fe_3O_4) и уравнение реакции горения древесины $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.
- 5.54. Допишите схемы реакций получения кислорода и подберите коэффициенты:
- $\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$;
 - $\dots = \text{KNO}_3 + \text{O}_2$;
 - $\text{Ag}_2\text{O} = \dots + \text{O}_2$;
 - $\dots = \text{H}_2 + \text{O}_2$;
 - $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots$.
- 5.55. Какое вещество образуется при взаимодействии кислорода с оксидом железа(II)? Напишите уравнение реакции.
- 5.56. Какие вещества образуются при взаимодействии кислорода с сульфидом меди? Напишите уравнение реакции.
- 5.57. Какие вещества образуются при взаимодействии кислорода с оксидом алюминия(III)? Напишите уравнение реакции.
- 5.58. Молекула газообразного вещества содержит в своем составе 27,27 % углерода и 72,73 % кислорода. Установите формулу этого газа.
- 5.59. Молекула газообразного вещества содержит в своем составе 40 % серы и 60 % кислорода. Установите формулу этого газа.
- 5.60. При сгорании углерода в недостатке кислорода образуется оксид — ядовитый газ, который хорошо горит с образованием другого оксида углерода. Этот оксид используется в процессе фотосинтеза зелеными растениями. Напишите уравнение этих химических реакций.

ТЕМА 6. ЖЕЛЕЗО

Благодаря особенностям строения электронной оболочки металлических элементов, простые вещества, которые образованы ими, имеют ряд общих физических свойств:

- хорошая электропроводность;
- хорошая теплопроводность;
- металлический блеск;
- хорошая пластичность (ковкость);
- чаще всего находятся в твердом агрегатном состоянии при обычных условиях.

В земной коре 5 % массы приходится на атомы железа, которые входят в состав разнообразных минералов.

По распространению в природе железо занимает четвертое место среди элементов.

Важными железными рудами являются:

магнитный железняк — Fe_3O_4 ;

красный железняк — Fe_2O_3 ;

бурый железняк — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$;

шпатовый железняк — FeCO_3 .

Железо является веществом с молекулярным строением, поэтому формулу железа записывают как символ элемента, то есть Fe. При обычных условиях это металл серого цвета с металлическим блеском, хорошо проводит электрический ток и тепло, является довольно пластичным металлом. Железо является парамагнетиком (притягивается магнитом). Для железа также характерно явление ферромагнетизма.

Коррозия — это химический процесс разрушения металлов под действием окружающей среды.

УРОВЕНЬ А

- 6.1. Какие железосодержащие минералы вы знаете?
- 6.2. Какая максимальная валентность железа?
- 6.3. Почему вода иногда имеет «ржавый» цвет?
- 6.4. Нужно ли железо для жизнедеятельности живых организмов?
- 6.5. Как образуются сплавы, отличаются ли они от железа по физическим признакам?
- 6.6. В чем причины коррозии?
- 6.7. Какие существуют методы защиты от коррозии?
- 6.8. Почему не подвергаются коррозии стальные изделия, покрытые слоем олова или цинка?

- 6.9. Что происходит с изделиями, изготовленными из оцинкованного или луженого железа, если на поверхности защитного слоя появится царапина?
- 6.10. Во сколько раз атом железа тяжелее атома: а) водорода, б) кислорода, в) азота?
- 6.11. Какие материалы, основой которых является железо, применяют сейчас? Чем отличаются эти материалы?

УРОВЕНЬ В

- 6.12. Вычислите массовую долю железа в его естественных соединениях: FeCO_3 — сидерит (железный шпат); FeS_2 — пирит (серный колчедан); $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — лимонит (бурый железняк).
- 6.13. Вычислите массовую долю железа в минералах: магнетите, гематите, пирите и сидерите. Как вы считаете, какой из этих минералов выгоднее применять для получения железа?
- 6.14. Составьте уравнения химических реакций образования оксида железа(II) и оксида железа(III) из железа и кислорода.
- 6.15. Подберите коэффициенты в уравнениях реакций:
- $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_x\text{O}_y$;
 - $\text{Fe} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{FeBr}_x$;
 - $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_x + \text{H}_2\uparrow$;
 - $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$.
- 6.16. Подберите коэффициенты в уравнениях реакций:
- $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO}$;
 - $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_x$;
 - $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = \text{Fe}(\text{OH})_x$;
 - $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{Fe}_x\text{O}_y + \text{H}_2$.
- 6.17. Вычислите соотношение масс атомов железа и серы в сульфиде железа(II).
- 6.18. Вычислите соотношение масс атомов железа и хлора в хлориде железа(III).
- 6.19. Вычислите относительную молекулярную массу и массовые доли элементов в пирите FeS_2 .
- 6.20. Вычислите относительную молекулярную массу и массовые доли элементов в соединении железа, формула которого $\text{Fe}_x(\text{SO}_4)_y$.

УРОВЕНЬ С

- 6.21. Из какого материала изготавливают гвозди: из чугуна или стали? Как это можно определить?

- 6.22. Какие наконечники для стрел удобнее для использования: медные или железные? Почему? Почему железные наконечники начали изготавливать намного позднее, чем медные или каменные?
- 6.23. Какие из приведенных изделий выгоднее делать из чугуна, а какие — из стали: гвозди, пассатижи, рама велосипеда, Эйфелева башня, железнодорожные рельсы, черенок лопаты, лом, арматура для дома? Ответ объясните.
- 6.24. Какие вещества относятся к ферромагнетикам? Где применяются такие вещества?
- 6.25. Железную пластинку массой 5,2 г длительное время выдерживали в растворе, который содержит сульфат меди массой 1,6 г. В конце реакции пластинку вынули из раствора и высушили. Чему равняется ее масса после реакции?
- 6.26. Допишите уравнения реакций:
- а) $\text{Fe} + \text{Br}_2 = \dots$;
- б) $\text{Fe} + \text{O}_2 = \dots$;
- в) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O}(\text{пара}) = \dots$
- 6.27. Оксид железа массой 40 г в своем составе содержит 28 г атомов железа. Установите формулу этого оксида.
- 6.28. Определите формулу оксида, если известно, что массовая доля железа в нем равняется 78 %. Назовите это вещество.
- 6.29. Определите формулу оксида, если известно, что массовая доля железа в нем равняется 72,41 %. Назовите это вещество.
- 6.30. Запишите уравнения реакций для осуществления преобразований по такой схеме:
- $$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3.$$
- 6.31. Запишите уравнения реакций для осуществления преобразований по такой схеме:
- $$\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}.$$
- 6.32. При прожаривании на воздухе 1,68 г железа образовалось 2,32 г железной окалины. Какая масса кислорода была необходима для этой реакции? Составьте уравнение этой реакции.
- 6.33. При сжигании в кислороде неизвестного металла массой 5,4 г образовался его оксид массой 10,2 г. Определите, какой металл сожгли, если его валентность в соединении равняется трем.
- 6.34. Найдите формулу соединения железа с бромом, в которой массовая доля брома равняется 74,04 %.

ТЕМА 7. КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА. ПОСТОЯННАЯ АВОГАДРО. МОЛЯРНАЯ МАССА

Количество вещества — это физическая величина, обусловленная числом структурных единиц: атомов, молекул, ионов, электронов или групп атомов.

Количество вещества обозначается буквой n . Единица измерения — моль.

1 моль — это такое количество вещества, которое содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ структурных единиц данного вещества (также используют кратные величины — киломоль (кмоль, 10^3 моль), миллимоль (ммоль, 10^{-3} моль), микромоль (мкмоль, 10^{-6} моль).

1 моль — это количество вещества, в котором число частичек (атомов или молекул) равняется числу атомов углерода, который содержится в 12 г нуклида углерода — ^{12}C .

Числу Авогадро численно равняется постоянная Авогадро, которую обозначают N_A . Эта величина, в отличие от числа Авогадро, выражается в единицах, делимых на моль ($1/\text{моль}$ или моль^{-1}):

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

Молярная масса — это физическая величина, которая равняется отношению массы вещества к ее количеству.

Молярная масса равняется массе вещества количеством 1 моль и численно равняется относительной молекулярной массе.

Молярная масса обозначается символом M . Единица измерения — г/моль (кг/моль).

Используя молярную массу и постоянную Авогадро можно вычислять количество вещества:

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M \Rightarrow M = \frac{m}{n}$$

УРОВЕНЬ А

- 7.1. В комнате содержится $3,75 \cdot 10^{26}$ молекул кислорода. Определите количество вещества кислорода.
- 7.2. В стакане содержится приблизительно 11 моль молекул воды. Определите число молекул в стакане.

- 7.3. Сколько молекул содержится в образце серебра количеством вещества 7 моль?
- 7.4. Сколько молекул содержится в азотной (HNO_3) кислоте количеством вещества 3 моль?
- 7.5. Сколько молекул содержится в кислороде количеством вещества 5 моль?
- 7.6. В воде содержится приблизительно 0,5 моль этого вещества. Вычислите число молекул воды в ложке.
- 7.7. В стакан помещается приблизительно 1,5 моль сахара. Вычислите число молекул сахара в стакане.
- 7.8. Вычислите молярную массу питьевой соды NaHCO_3 .
- 7.9. Вычислите количество вещества воды массой:
- а) 15 г; б) 30 г; в) 6,5 г.
- 7.10. Какая масса у оксида углерода(IV) количеством вещества:
- а) 0,75 моль; б) 5 моль; в) 0,025 моль.
- 7.11. Вычислите молярные массы веществ по их формулам:
- а) H_2S , F_2 , CaCO_3 , SO_2 , NaOH , K_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
б) NH_3 , Cl_2 , NaNO_3 , CO_2 , KOH , Na_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- 7.12. Вычислите количество вещества в:
- а) 15 г железа; в) 750 г мела CaCO_3 ;
б) 21 г азота; г) 2 кг кальцинированной соды Na_2CO_3 .
- 7.13. Какое количество вещества атомов каждого элемента пошло на образование 1 моль: HCl , Cl_2 , H_2O , H_2SO_4 , H_3PO_4 , PH_3 , Fe_2O_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH ?
- 7.14. Вычислите массу:
- а) двух молей кислорода;
б) трех молей водорода;
в) пяти молей воды.
- 7.15. Какое количество вещества железа содержится в образце железа массой:
- а) 250 г; б) 185,4 г; в) 12,5 г.
- 7.16. Определите молярную массу простого вещества, если известно, что:
- а) 7 моль имеют массу 448 г;
б) 3,5 моль имеют массу 84 г;
в) 0,25 моль имеют массу 8 г. Назовите эти вещества.
- 7.17. Вычислите, масса какого вещества больше:
- а) 3 моль кислорода или 4 моль воды;
б) 4 моль азота или 1,7 моль хлора;
в) 1 моль оксида кальция или 1 моль оксида магния?

- 7.18. Сколько молекул содержится:
 а) в 1 моль аммиака NH_3 ;
 б) 6 моль аммиака NH_3 ;
 в) 0,5 моль аммиака NH_3 ?
- 7.19. Вычислите количество вещества:
 а) $9 \cdot 10^{23}$ атомов серы;
 б) $12 \cdot 10^{23}$ атомов серы.
- 7.20. Сколько атомов содержится в белом фосфоре, формула которого P_4 , количеством вещества 4,8 моль? 0,025 моль?
- 7.21. Сколько атомов содержится в образце меди, количеством вещества: а) 8 моль, б) 0,005 моль?
- 7.22. Определите массу:
 а) $12,04 \cdot 10^{23}$ атомов кальция;
 б) $18,06 \cdot 10^{23}$ молекул водорода;
 в) $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул серной кислоты (H_2SO_4).
- 7.23. Сколько атомов и молекул содержится в кислороде, количеством вещества: а) 5,5 моль, б) 0,025 моль?
- 7.24. В воздушном шаре содержится приблизительно $0,9 \cdot 10^{24}$ молекул азота. Вычислите количество вещества азота.
- 7.25. Какое количество вещества содержится в воде массой 1 кг?
- 7.26. Вычислите массу: а) $9 \cdot 10^{23}$ атомов серы; б) $12 \cdot 10^{23}$ атомов кислорода; в) $9 \cdot 10^{23}$ молекул оксида серы(IV).

УРОВЕНЬ В

- 7.27. Сравните число молекул в 1 г аммиака (NH_3) и в 1 г азота (N_2). В каком случае и во сколько раз число молекул больше?
- 7.28. Одинаковое ли число молекул:
 а) в 0,001 кг водорода и 0,001 кг кислорода;
 б) 1 моль водорода и 1 моль кислорода. Ответ подтвердите расчетами.
- 7.29. Вычислите количество вещества озона O_3 , если известно, что число атомов кислорода в нем составляет:
 а) $9 \cdot 10^{23}$;
 б) $0,6 \cdot 10^{23}$;
 в) 3 моль;
 г) 0,18 моль.
- 7.30. Вычислите молярные массы веществ по их формулам:
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- 7.31. Определите число атомов кислорода и водорода, которые содержатся в 5 моль воды.

- 7.32. Определите массу 0,5 моль серной кислоты H_2SO_4 . Какое количество вещества атомов водорода, кислорода, серы содержится в этом количестве кислоты?
- 7.33. Определите массу 2,75 моль ортофосфорной кислоты H_3PO_4 . Какое количество вещества атомов водорода, кислорода, фосфора содержится в этом количестве кислоты?
- 7.34. Определите массу 0,5 моль кремниевой кислоты H_2SiO_3 . Какое количество вещества атомов водорода, кислорода, кремния содержится в этом количестве кислоты?
- 7.35. Какое количество вещества и сколько атомов кислорода содержится:
а) в 0,5 моль оксида серы(VI);
б) 20 г оксида меди(I);
- 7.36. Какое количество вещества и сколько атомов кислорода содержится:
а) в 0,75 моль оксида серы(IV);
б) 45 г оксида углерода(II).
- 7.37. Какое количество вещества и сколько атомов кислорода содержится:
а) в 2,25 моль оксида алюминия;
б) 17 г оксида алюминия?
- 7.38. Какое количество вещества атомов кислорода содержится в углекислом газе CO_2 , количество вещества которого:
а) 0,25 моль; б) 7 моль?
- 7.39. Вычислите число атомов в образце серы массой 8 г.
- 7.40. Какое количество вещества составляет $30,1 \cdot 10^{23}$ атомов калия? Определите массу этих атомов.
- 7.41. Какое количество вещества содержится в соляной кислоте (HCl) массой 225 г? Определите число молекул соляной кислоты.
- 7.42. Какое количество вещества содержится в серной кислоте H_2SO_4 массой 172 г? Определите число молекул кислоты.
- 7.43. Какое количество вещества содержится в гидроксиде кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ массой 350 г?
- 7.44. Какую массу воды, сахара $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, золота необходимо взять, чтобы каждого вещества содержалось по 5 моль?
- 7.45. Где содержится больше молекул — в 100 г кислорода O_2 или в 100 г озона O_3 ?
- 7.46. Где содержится больше атомов — в 100 г кислорода O_2 или в 100 г озона O_3 ?

- 7.47. Где содержится больше молекул — в 100 г азота N_2 или в 100 г хлора Cl_2 ?
- 7.48. Какое количество вещества атомов водорода и кислорода содержится в воде количеством вещества:
- 0,75 моль
 - 2,25 моль;
 - 0,02 моль;
 - 0,055 моль;
 - 13 моль.
- 7.49. Определите количество вещества атомов каждого химического элемента, который содержится в 1 моль приведенных соединений:
- Cl_2 ;
 - H_2SO_4 ;
 - H_3PO_4 ;
 - Fe_2O_3 ;
 - $Ca(OH)_2$.

УРОВЕНЬ С

- 7.50. Вычислите молярные массы веществ по их формулам:
 $Mg(NO_3)_2$, $Cu(OH)_2$, $Al(NO_3)_3$, $K[Al(OH)_4(H_2O)_2]$,
 $Na_2[Zn(CN)_4]$, $Mg(HCO_3)_2$.
- 7.51. Вычислите количество вещества атомов кислорода, которые содержатся в 1 моль а) оксида марганца(II); б) оксида марганца(III); в) оксида марганца(IV); г) оксида марганца(VII).
- 7.52. Вычислите количество вещества атомов кислорода, которые содержатся в 1 моль а) оксида азота(I); б) оксида азота(II); в) оксида азота(III); г) оксида азота(V).
- 7.53. Какое количество вещества содержится в 1 кг: а) хлорида натрия; б) оксида азота(II); в) сульфида алюминия; г) фосфида кальция; д) фторида бария.
- 7.54. Какое количество вещества содержится в 700 г: а) хлорида калия; б) оксида углерода(IV); в) сульфида алюминия; г) фосфида бария; д) фторида кальция.
- 7.55. Какое количество вещества атомов углерода и водорода содержится в 1 моль веществ: а) CH_4 ; б) C_2H_6 ; в) C_4H_{10} ; г) C_6H_6 ?
- 7.56. Какое количество вещества содержится в оксиде фосфора(V) массой 560 г? Определите число молекул.
- 7.57. Какое количество вещества атомов кислорода содержится в 1 моль вещества:
- оксида натрия;

- б) оксида углерода(II);
в) оксида серы(IV);
г) оксида серы(VI);
д) оксида марганца(VII);
е) оксида бора(III);
ж) оксида фосфора(V).
- 7.58. Используя формулу для расчета массовой доли элемента в веществе, определите, какое количество вещества атомов кислорода и хлора содержится в 100 г таких оксидов:
а) Cl_2O ;
б) ClO_2 ;
в) Cl_2O_7 .
- 7.59. Масса образца азотной кислоты HNO_3 225 г. Вычислите количество вещества: а) азотной кислоты; б) атомов азота; в) атомов водорода; г) атомов кислорода в этом образце.
- 7.60. Образец соединения углерода с водородом массой 0,8 г содержит 0,05 моль вещества. Найдите молярную массу этого вещества и определите его формулу.
- 7.61. Определите формулу соединения хрома с кислородом, в котором массовая доля кислорода равняется 48 %.
- 7.62. В оксиде некоторого двухвалентного металла массовая доля кислорода составляет 53,35 %. Определите металл. Напишите формулу.
- 7.63. Вычислите количество вещества и число атомов кислорода, который содержится:
а) в 3 г сернистого газа SO_2 ;
б) 40 г углекислого газа.
- 7.64. В составе некоторого соединения на один атом кальция приходится один атом углерода и три атома кислорода. Напишите формулу, вычислите массовые доли элементов и отношение масс. Какому количеству вещества соответствует его масса 47,5 г?
- 7.65. В составе некоторого соединения на два атома калия приходится один атом кремния и три атома кислорода. Напишите формулу, вычислите массовые доли элементов и отношение масс. Какому количеству вещества соответствует его масса 475 г?
- 7.66. В составе некоторого соединения на два атома натрия приходится один атом серы и четыре атома кислорода. Напишите формулу, вычислите массовые доли элементов и отношение масс. Какому количеству вещества соответствует ее масса 252,5 г?

- 7.67. В составе некоторого соединения на один атом алюминия приходится один атом фосфора и четыре атома кислорода. Напишите формулу, вычислите массовые доли элементов и отношение масс. Какому количеству вещества соответствует его масса 75,2 г?
- 7.68. Какую массу сульфата кальция CaSO_4 нужно взять, чтобы в ней содержалось такое же количество вещества, которое содержится в 16 г оксида железа(III)?
- 7.69. Какую массу нитрата натрия NaNO_3 нужно взять, чтобы в ней содержалось такое же количество вещества, которое содержится в оксиде алюминия массой 27 г?
- 7.70. Какую массу карбоната бария BaCO_3 нужно взять, чтобы в ней содержалось такое же количество вещества, которое содержится в оксиде серы(VI) массой 125 г?
- 7.71. В каком количестве вещества хлорида меди(II) (CuCl_2) содержится такое же число молекул, сколько атомов в образце меди массой 12,8 г? Вычислите массу этого количества вещества хлорида меди(II).
- 7.72. В каком количестве вещества хлорида железа(III) (FeCl_3) содержится такое же число молекул, сколько атомов в образце железа массой 28,3 г? Вычислите массу такого количества вещества хлорида железа(III).
- 7.73. В каком количестве вещества оксида хлора(VII) (Cl_2O_7) содержится такое же число молекул, сколько атомов в образце натрия массой 9,6 г? Вычислите массу такого количества вещества хлорида меди(II).
- 7.74. Есть образцы азотной HNO_3 и перхлоратной HClO_4 кислот массой по 10,7 г. В каком образце число молекул больше?
- 7.75. Есть образцы кремниевой H_2SiO_3 и метафосфатной HPO_3 кислот массой по 34,2 г. В каком образце число молекул больше?
- 7.76. Есть образцы серной H_2SO_4 и ортофосфорной H_3PO_4 кислот массой по 52,35 г. В каком образце число молекул больше?
- 7.77. Относительная молекулярная масса вещества в десять раз больше относительной молекулярной массы метана CH_4 . Массовая доля железа в нем — 70 %. Установите формулу этого вещества.
- 7.78. Относительная молекулярная масса вещества на восемь больше относительной молекулярной массы пентана C_5H_{12} . Массовая доля серы в нем — 40 %. Установите формулу соединения.

7.79. Относительная молекулярная масса вещества на 42 больше относительной молекулярной массы оксида кремния. Массовая доля алюминия в нем — 52,94 %. Установите формулу соединения.

7.80. Заполните таблицу:

Вещество	Количество вещества	Масса	Молярная масса	Число атомов (молекул)
H_2SO_4				$12,04 \cdot 10^{23}$
O_2	5 моль			
SiO_2		150 г		
Ba			137 г/моль	

7.81. Заполните таблицу:

Вещество	Количество вещества	Масса	Молярная масса	Число атомов (молекул)
H_3PO_4		252 г		
O_2			48 г/моль	
Cl_2O_7	7 моль			
Na				$9,03 \cdot 10^{23}$

7.82. Заполните таблицу:

Вещество	Количество вещества	Масса	Молярная масса	Число атомов (молекул)
H_2SiO_3	13 моль			
N_2				$3,01 \cdot 10^{23}$
SO_2			64 г/моль	
Na		49 г		

ТЕМА 8. МОЛЯРНЫЙ ОБЪЕМ ГАЗОВ. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ГАЗОВ

Закон Авогадро. В равных объемах любых газов, которые находятся в одинаковых условиях (температура и давление), содержится одинаковое число молекул.

Первое следствие из закона Авогадро: газообразные вещества с одинаковым количеством вещества при одинаковых условиях занимают одинаковый объем.

Молярный объем — это физическая величина, которая равняется отношению объема вещества к его количеству.

Молярный объем обозначается символом V_m . Единица измерения — л/моль ($\text{м}^3/\text{моль}$).

Молярный объем равняется объему вещества количеством 1 моль.

Второе следствие из закона Авогадро: молярные объемы разных газов при одинаковых условиях имеют одинаковые значения.

Молярный объем разных газов при нормальных условиях равняется 22,4 л/моль.

$$V_m = \frac{V}{n}; V_m = 22,4 \text{ л/моль.}$$

$$n = \frac{V}{V_m}; N = n \cdot N_A \Rightarrow N = \frac{V}{V_m} \cdot N_A.$$

$$V = n \cdot V_m.$$

$$V_m = \frac{M}{\rho}.$$

Нормальные условия:

— температура: 0 °С, 273,15 К;

— давление: 1 атм, 760 мм. рт. ст., 101325 Па.

Состояние газов описывается уравнением Менделеева — Клапейрона: $pV = nRT$ (p — давление, Па; V — объем газа, м^3 ; n — количество вещества, моль; R — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/моль · К; T — температура по шкале Кельвина, К).

Исходя из уравнения Менделеева — Клапейрона, молярный объем газа при любых условиях равняется:

$$V_m = \frac{V}{n} = \frac{RT}{p}.$$

Поскольку молярный объем газов при одинаковых условиях — величина постоянная, то при постоянных условиях (например, при н. у.) плотность газа определяется только его молярной массой.

Объем смеси газов равняется сумме объемов каждого газа:
 $V_{\text{смеси}} = V(A) + V(B)$.

Смесь газов не может иметь молярной массы, как и любая смесь, но для нее можно вычислить среднюю молярную массу \bar{M} по формуле:

$$\bar{M} = \frac{M(A) \cdot V(A) + M(B) \cdot V(B)}{V(A) + V(B)}.$$

Относительная плотность одного газа по другому является отношением плотностей двух газов. С учетом закона Авогадро, она также равняется отношению молекулярных масс газообразных веществ.

Относительная плотность газа В по газу А обозначается $D_A(B)$ и является безразмерной величиной.

$$D_A(B) = \frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{M(B)}{M(A)}$$

Относительная плотность одного газа по другому показывает, во сколько раз молярная масса одного газа отличается от молярной массы другого, а также во сколько раз один газ тяжелее другого при данных условиях.

Закон объемных соотношений: объемы газообразных реагентов и продуктов реакции соотносятся как целые числа, которые равняются их стехиометрическим коэффициентам.

УРОВЕНЬ А

- 8.1. Плотность газа по водороду равняется 17. Определите молярную массу газа.
- 8.2. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по водороду равняется 15.
- 8.3. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по водороду равняется 0,965.
- 8.4. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по воздуху равняется 1,31.
- 8.5. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по кислороду равняется 0,5.
- 8.6. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по воздуху равняется 1,65.
- 8.7. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по кислороду равняется 1,14.
- 8.8. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по воздуху равняется 0,58.
- 8.9. Вычислите молярную массу газа, если его плотность по кислороду равняется 1,06.

- 8.10. Вычислите относительную плотность хлора Cl_2 по воздуху.
- 8.11. Вычислите относительную плотность азота N_2 по гелию.
- 8.12. Вычислите относительную плотность аммиака NH_3 по кислороду.
- 8.13. Вычислите относительную плотность пропана C_3H_8 по хлору.
- 8.14. Вычислите относительную плотность углекислого газа CO_2 по воздуху.
- 8.15. Вычислите относительную плотность аммиака NH_3 по водороду.
- 8.16. Вычислите относительную плотность сернистого газа SO_2 по озону.
- 8.17. Вычислите относительную плотность кислорода по азоту N_2 .
- 8.18. Вычислите относительную плотность метана CH_4 по хлору Cl_2 .
- 8.19. Вычислите объем, который занимает при нормальных условиях газ количеством вещества 1,2 моль.
- 8.20. Вычислите объем, который занимает при нормальных условиях хлор количеством вещества 3,5 моль.
- 8.21. Вычислите объем, который занимает при нормальных условиях водород количеством вещества 0,05 моль.
- 8.22. Вычислите, какое количество вещества составляет 5,6 л водорода.
- 8.23. Вычислите, какое количество вещества составляет 2,25 л кислорода.
- 8.24. Вычислите, какое количество вещества составляет 7,5 л хлора Cl_2 .
- 8.25. Какое количество вещества содержится в 1 м^3 любого газа при нормальных условиях?

УРОВЕНЬ В

- 8.26. Определите массу хлора Cl_2 , который находится в баллоне объемом 3 л (н. у.).
- 8.27. Какие массы при нормальных условиях будут: а) у 5 л кислорода; б) 10 л кислорода?
- 8.28. Вычислите массу 0,025 л азота N_2 (н. у.).
- 8.29. Вычислите массу одного литра углекислого газа CO_2 (н. у.).
- 8.30. Определите массу аммиака NH_3 объемом 1,75 л. (н. у.)
- 8.31. Какая масса при нормальных условиях будет у 5,25 л хлороводорода HCl ?
- 8.32. Во время разложения воды электрическим током было получено 6 г водорода H_2 . Какой объем будет занимать такое количество газа (н. у.)?

- 8.33. Какой объем занимает при нормальных условиях 12,4 г озона O_3 ?
- 8.34. Какой объем занимает при нормальных условиях 7,5 г фтора F_2 ?
- 8.35. Какой объем занимает при нормальных условиях 0,75 г пропана C_3H_8 ?
- 8.36. Какой объем занимает при нормальных условиях 0,05 г оксида серы(VI)?
- 8.37. Какой объем занимает при нормальных условиях 0,345 г оксида углерода(IV)?
- 8.38. Взяты равные массы кислорода, водорода и метана CH_4 при одинаковых условиях. Определите отношение объемов взятых газов.
- 8.39. Определите объем $9,01 \cdot 10^{23}$ молекул оксида серы(VI) при н. у.
- 8.40. Определите объем $5,02 \cdot 10^{23}$ молекул оксида углерода(IV) при н. у.
- 8.41. Определите объем $4,01 \cdot 10^{23}$ молекул оксида азота(V) при н. у.
- 8.42. Какое количество вещества и сколько молекул хлора (Cl_2) содержится в сосуде объемом 17 л (н. у.)?
- 8.43. Сколько молекул находится внутри резинового шара объемом 6,25 л (н. у.), заполненной кислородом? Изменится ли ответ, если в условии задачи кислород заменить: а) водородом; б) неизвестным газом; в) водопроводной водой?
- 8.44. Есть два газа, взятых при одинаковых условиях: 10 л бутана (C_4H_{10}) и 15 л азота (N_2). В каком из них содержится больше молекул, а в каком — больше атомов и во сколько раз?
- 8.45. Сколько молекул водорода содержится при нормальных условиях: а) в одном кубическом метре; б) одном килограмме этого вещества?
- 8.46. Масса 1 л газа равняется 1,25 г (н. у.). Найдите его молярную массу.
- 8.47. Масса 2,24 л газа (н. у.) равняется 4,4 г. Чему равняется молярная масса газа?
- 8.48. Масса 1 л газа при н. у. равняется 2,56 г. Вычислите плотность газа по воздуху.
- 8.49. Плотность газа по воздуху 1,656. Вычислите массу 1,5 л газа при н. у.
- 8.50. В сосуде смешаны газы SO_2 , O_2 и N_2 , массы которых соответственно равняются 13 г, 19 г, 25 г. В каких объемных соотношениях смешаны газы?

- 8.51. Имеют ли равные массы и объемы (при одинаковых условиях) 1,5 моль N_2 и 1,5 моль O_2 ? Почему?
- 8.52. Имеют ли равные массы и объемы (при одинаковых условиях) 2,25 моль O_2 и 2,25 моль O_3 ? Почему?
- 8.53. Имеют ли равные массы и объемы (при одинаковых условиях) 5 моль N_2 и 5 моль O_2 ? Почему?

УРОВЕНЬ С

- 8.54. Масса смеси оксидов углерода CO и CO_2 равняется 44 г, объем смеси — 28 л (н. у.). Сколько молекул CO_2 в смеси приходится на 1 молекулу CO ?
- 8.55. При взаимодействии хлора Cl_2 с аммиаком NH_3 образуется хлороводород HCl и азот N_2 . В каких объемных соотношениях взаимодействуют хлор и аммиак?
- 8.56. В каком объемном соотношении находятся водород, азот N_2 и продукт их взаимодействия аммиак NH_3 .
- 8.57. В каком объемном соотношении находятся водород, хлор Cl_2 и продукт их взаимодействия хлороводород HCl .
- 8.58. На вопрос «какой объем занимает 1 моль воды при нормальных условиях» получен ответ: 22,4 литра. Ответ обоснуйте.
- 8.59. Вычислите плотность по водороду газовой смеси, которая состоит из одного объема аммиака NH_3 и двух объемов оксида углерода(IV).
- 8.60. Какой газ тяжелее кислорода:
а) в 1,5 раза и образован одним элементом;
б) в 2 раза и образован двумя элементами?
- 8.61. Где содержится больше молекул оксида серы(VI) — в 250 г или в 250 л (н. у.)?
- 8.62. Вычислите среднюю плотность по воздуху газовой смеси, объемный состав которой: 28 % CH_4 , 48 % C_2H_4 и 24 % C_2H_2 .
- 8.63. Средняя плотность по воздуху газовой смеси, которая состоит из водорода и кислорода, равняется 0,9. Вычислите долю каждого из газов в смеси.
- 8.64. Средняя плотность по воздуху смеси, которая состоит из азота, кислорода, водорода — 0,91. Содержимое азота в этой смеси 50 %. Вычислите долю других газов в этой смеси.
- 8.65. При некоторой температуре плотность по водороду пара серы равняется 95,99, а пара фосфора по кислороду — 3,87. Со скольких атомов состоят молекулы серы и фосфора при этих условиях.

8.66. Заполните таблицу.

Формула газа	Количество вещества, моль	Молярная масса, г/моль	Объем газа, л	Число молекул	Относительная плотность по воздуху	Относительная плотность по водороду
H_2S			3,7			
C_2H_2	2,5					
Cl_2		71				

8.67. Заполните таблицу.

Формула газа	Количество вещества, моль	Молярная масса, г/моль	Объем газа, л	Число молекул	Относительная плотность по воздуху	Относительная плотность по водороду
N_2		28				
CH_4	0,8					
CO_2			25			

8.68. Заполните таблицу.

Формула газа	Количество вещества, моль	Молярная масса, г/моль	Объем газа, л	Число молекул	Относительная плотность по воздуху	Относительная плотность по водороду
NH_3			5			
F_2		38				
SO_2	0,05					

8.69. При полном взаимодействии смеси, которая состоит из одного объема некоторого газа и двух объемов кислорода, образовался один объем углекислого газа и два объема пара водяного. Определите формулу газа.

- 8.70. После взрыва смеси, которая состоит из одного объема исследуемого газа и одного объема водорода, образовались один объем водяного пара и один объем азота. Все измерения проводились при одинаковых условиях. Определите формулу исследуемого газа.
- 8.71. При пропускании над катализатором смеси, которая состоит из 5 моль SO_2 и 10 моль O_2 , образовалось 4 моль SO_3 . Какое количество вещества оксида серы(IV) и кислорода не вступило в реакцию?
- 8.72. Определите формулу газообразного соединения углерода с кислородом, если его относительная плотность по водороду равняется относительной плотности по водороду оксида азота(I).
- 8.73. Вычислите массу 2 л кислорода при температуре 15°C и давлении 99,9 кПа.
- 8.74. Вычислите массу $0,5\text{ м}^3$ водорода при температуре 20°C и давлении 102,9 кПа.
- 8.75. Вычислите массу 1 м^3 хлора Cl_2 при температуре 10°C и давлении 100,7 кПа.
- 8.76. Определите объем, который занимает 0,03 кг азота N_2 при температуре 25°C и давлении 142 кПа.
- 8.77. В закрытом сосуде при температуре 100°C и давлении 600 кПа находится смесь, которая состоит из четырех объемов кислорода и одного объема этана. Как изменится давление в сосуде, если подорвать смесь и привести содержимое сосуда к исходной температуре?
- 8.78. Масса $0,001\text{ м}^3$ газа (0°C , 101,3 кПа) равняется 1,25 г. Вычислите:
а) молярную массу газа;
б) массу одной молекулы газа.
- 8.79. Сосуд объемом 15 л наполнен газом. Плотность этого газа по кислороду 0,36, давление 103,3 кПа, температура 17°C . Вычислите массу газа.
- 8.80. Воздух объемом 1 л находится при температуре 17°C и давлении $1,013 \cdot 10^5$ Па. Каким станет объем при этом же давлении, если воздух:
а) охладить до -75°C ;
б) нагреть до 75°C при том же давлении?
- 8.81. Стальной баллон наполнен кислородом под давлением 10 МПа при температуре 17°C . Предельно допустимое значение давления, которое выдерживает баллон, равняется 22 МПа. Какая максимальная температура, до которой можно нагреть баллон?

- 8.82. В колбу объемом 5 л, из которой предварительно был выкачан воздух, ввели при температуре 27 °С водород H_2 и азот N_2 объемами соответственно 0,5 и 1,5 л (н. у.). Чему равняется давление внутри колбы?
- 8.83. Определите массу воздуха объемом 2 м³ при температуре 25 °С и давлении $1 \cdot 10^6$ Па.
- 8.84. Какой объем комнаты, в которой находится воздух массой 48 кг при температуре 20 °С и давлении 0,1 МПа?
- 8.85. Масса атома серы в два раза больше массы атома кислорода. Можно ли на этом основании считать, что плотность пара серы по кислороду равняется 2? Почему?
- 8.86. При нормальных условиях водород занимает объем, равный 5 л. Каким станет объем при температуре 300 °К и давлении 185 кПа?
- 8.87. При нормальных условиях кислород занимает объем, равный 10 л. Каким станет объем при температуре 18 °С и давлении 90 кПа?
- 8.88. При нормальных условиях азот N_2 занимает объем, равный 15 л. Каким станет объем при температуре 20 °С и давлении 1,5 атм?
- 8.89. Вычислите объем кислорода при нормальных условиях: $V = 15$ л, $T = 300$ °К, $p = 300$ кПа.
- 8.90. Вычислите объем водорода при нормальных условиях: $V = 27$ м³, $t = 115$ °С, $p = 3$ атм.
- 8.91. Вычислите объем гелия при нормальных условиях: $V = 10$ л, $T = 350$ °К, $p = 550$ мм. рт. ст.

ТЕМА 9. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Основные классы неорганических соединений

Соединения	Оксиды	Основания	Кислоты	Соли
Определение	Сложные вещества, которые состоят из двух элементов, один из которых обязательно кислород	Сложные вещества, в состав которых входят атомы металла и гидроксо-группа OH^-	Сложные вещества, в состав которых входят атомы водорода и кислотный остаток (к. о.)	Сложные вещества, в состав которых входят атомы металла и кислотный остаток (к. о.)
Общая формула	$\overset{\text{II}}{\text{E}}_x \overset{\text{II}}{\text{O}}_y$	$\overset{\text{I}}{\text{Me}}(\overset{\text{I}}{\text{OH}})_x$	$\overset{\text{I}}{\text{H}}_{\text{к. о.}} \overset{\text{II}}{\text{O}}_y$	$\overset{\text{I}}{\text{Me}}_{\text{м}}(\text{к. о.})_x$
Примеры	Na_2O , CaO , Al_2O_3	NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$	HCl , H_2SO_4 , HNO_3	NaCl , Na_2SO_4 , NaNO_3

По содержанию кислорода кислоты разделяют на кислородсодержащие и бескислородные.

По основности кислоты разделяют на одноосновные (HCl , HNO_3), двухосновные (H_2S , H_2SO_4), трехосновные (H_3PO_4).

Основность кислоты — это число атомов водорода, способных замещаться на атомы металлического элемента.

УРОВЕНЬ А

- 9.1. Напишите формулы хлороводородной, бромоводородной, сероводородной кислот. К какому классу они принадлежат? Приведите формулы кислот разной основности.
- 9.2. Дано две пробирки с прозрачными растворами. Известно, что в одной из них кислота, а в другой вода. Предложите метод, по которому можно найти, в какой из пробирок находится кислота.
- 9.3. Напишите формулы оснований, которые соответствуют оксидам: K_2O , CaO , SnO , Mn_2O_3 , PbO_2 .

- 9.4. Назовите соли: K_2SO_4 , $Cr(NO_3)_3$, $MgCl_2$, $CuSO_4$, $SnCl_4$, $AgNO_3$, $AlPO_4$, $BaSO_4$, BaS , $BaSO_3$, Na_2SiO_3 , $NaBr$, $MnSO_4$, Ag_2S , $Mg_3(PO_4)_2$. Укажите над формулами значения валентности металлического элемента и кислотного остатка.
- 9.5. Определите валентность элементов в оксидах по их формуле и дайте названия этим соединениям: P_2O_5 , SO_2 , Na_2O , MgO , CaO , Mn_2O_7 , SnO_2 , I_2O_5 , CrO_3 , Cu_2O , CuO
- 9.6. Приведите примеры использования оксидов на практике.
- 9.7. Составьте формулы следующих оксидов: оксид калия, оксид фосфора(III), оксид серебра, оксид железа(II), оксид хлора(IV), оксид азота(V), оксид цинка, оксид золота(III), триоксид серы, диоксид ванадия.
- 9.8. Марганец может образовывать несколько оксидов, в которых он проявляет валентности II, III, IV, VII. Составьте формулы этих оксидов и назовите их.
- 9.9. Напишите формулы соляной, серной, фосфорной, угольной, кремниевой, сероводородной и азотной кислот. Подчеркните кислотные остатки и укажите над ними их валентность.
- 9.10. Из приведенных формул веществ выпишите отдельно формулы оксидов, кислот, оснований и солей. Назовите их:
 $Ca(OH)_2$, HNO_3 , H_2O , KBr , $NaOH$, ZnO , H_2SO_4 , $Cu(OH)_2$, H_2S , Na_2CO_3 , Fe_2O_3 , HCl , KON , CaO , H_3PO_4 , $CuSO_4$, CO_2 , $FeCl_3$, $NaCl$, $Fe(OH)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, $NaHCO_3$.
- 9.11. Из приведенных формул веществ выпишите отдельно формулы оксидов, кислот, оснований и солей. Назовите их:
 $NaOH$, HCl , H_2SO_4 , $Ca(OH)_2$, HBr , $Cu(OH)_2$, H_3PO_4 , H_2SiO_3 , H_2S , $NaOH$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, K_2SO_4 , $CaBr_2$, $CuCO_3$, CO_2 , $AgNO_3$, $AlPO_4$, SO_3 , HI , $CuSO_4$, $Zn(OH)_2$, $Ba(NO_3)_2$, $FeBr_3$, Na_2S , $Al(NO_3)_3$, $Ba_3(PO_4)_2$.
- 9.12. Пользуясь таблицей растворимости, найдите соли: а) соляной кислоты, которые не растворимы в воде; б) соли угольной кислоты, которые растворяются в воде.
- 9.13. Пользуясь приложением, найдите соли: а) с самой высокой температурой плавления; б) наиболее низкой температурой плавления.
- 9.14. Какие кислоты можно получить из таких оксидов: P_2O_5 , SO_3 , N_2O_5 , SO_2 , CO_2 ?
- 9.15. Составьте формулы гидроксидов калия, магния, олова(II), цинка, алюминия, меди(II), свинца(IV), бария. Формулы щелочей подчеркните.

УРОВЕНЬ В

9.16. В приведенных строках химических элементов найдите «лишнего»: в каждой строке вычеркните формулу вещества, которое принадлежит не к тому классу, к которому принадлежат остальные.

а) NaCl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, FeSO_4 , AlPO_4 ;

б) CaCO_3 , NaCl , NaNO_3 , NaF ;

в) MgSO_4 , CaCO_3 , NaNO_3 .

9.17. В каждой строке вычеркните формулу вещества, которое принадлежит не к тому классу, к которому принадлежат остальные.

BaO	CO_2	CaO
HNO_3	H_2O	HCl
Na_2SO_4	HCl	BaCl_2
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
P_2O_5	SO_2	MgO

9.18. В каждой строке вычеркните формулу вещества, которое принадлежит не к тому классу, к которому принадлежат остальные.

H_3PO_4	HNO_3	CO_2
SO_3	NaCl	CO
$\text{Al}(\text{OH})_3$	KOH	H_2O
MgO	H_2SO_4	BaO
H_2SO_4	AgCl	AgNO_3

9.19. Сравните массу 3 моль фосфорной кислоты и 4 моль азотной кислоты. У какого соединения масса больше?

9.20. Вычислите массы: а) 0,35 моль сульфата хрома(III); б) 0,7 моль фторида кальция; в) 1,2 моль силиката магния; г) 0,55 моль нитрата свинца(II).

9.21. Составьте формулы кислот по кислотным остаткам (условная валентность указана):



Дайте названия соответствующим кислотам.

- 9.22. Гидроксиды железа(III), магния, цинка, кальция при нагревании разлагаются на соответствующий оксид и воду. Напишите уравнения реакций.
- 9.23. Составьте формулы следующих солей: хлорид кальция, карбонат магния, нитрат цинка, нитрат алюминия, карбонат калия, сульфат натрия, силикат кальция, хлорид серебра, сульфит магния, сульфид алюминия.
- 9.24. Составьте формулы следующих солей: карбонат натрия, сульфат бария, сульфит алюминия, фосфат калия, силикат натрия, нитрат калия, сульфид кальция.
- 9.25. Составьте формулы следующих солей: хлорид натрия, нитрат серебра, карбонат калия, силикат алюминия, сульфит кальция, фосфат натрия, сульфат бария.
- 9.26. Даны формулы солей: K_2CO_3 , Na_3PO_4 , $Fe(NO_3)_3$, K_2SiO_3 . Составьте формулы соответствующих им кислот.
- 9.27. Как вы считаете, формула какого соединения «лишняя» в этом ряду H_2CO_3 , KOH , H_2SO_3 , H_2SO_4 , HCl ? К какому классу неорганических соединений относится это соединение?
- 9.28. Как вы считаете, формула какого вещества лишняя в этом ряду: $Ca(OH)_2$, KOH , Na_2O , $Cu(OH)_2$? К какому классу неорганических соединений относится это вещество?
- 9.29. Напишите формулы и названия следующих веществ: а) оксид, который входит в состав воздуха и необходим для фотосинтеза; б) оксид, который образуется в атмосфере при вспышке молнии; в) оксид, который «гасят» водой; г) оксид, из которого в основном состоит песок; д) ядовитый оксид, который называют угарным газом; е) оксид, который образуется при ржавлении изделий из железа.
- 9.30. Вычислите массу: а) 1,5 моль азотной кислоты; б) $1,5 \cdot 10^{23}$ молекул фосфорной кислоты; в) 5,6 л бромоводорода.
- 9.31. Вычислите, где содержится больше атомов кислорода: а) 3,7 моль H_2SO_4 или 100 г CaO ; б) 78,4 л CO_2 или 4,2 моль $NaOH$.
- 9.32. Хром может образовывать два оксида, в которых он проявляет валентность III и VI. Составьте формулы этих оксидов и вычислите массовую долю хрома в них.
- 9.33. Составьте уравнения реакций образования оксидов из простых веществ: а) серы(IV); б) азота(IV); в) алюминия; г) железа(II); д) фосфора(V).
- 9.34. Вычислите количество вещества атомов кислорода, который содержится: а) в 0,25 моль сернистой кислоты; б) в 15,6 г кремниевой кислоты.

УРОВЕНЬ С

9.35. Вычислите количество веществ гидроксидов, которые содержатся:

- а) в 10 г гидроксида натрия;
- б) 51,3 г гидроксида бария;
- в) 15,45 г гидроксида хрома(III).

9.36. Сравните, где содержится больше атомов водорода: в 19,6 г гидроксида меди(II) или в 11,7 г гидроксида алюминия(III).

9.37. Составьте формулы солей, образованных калием и кальцием и всеми серосодержащими кислотами.

9.38. Вычислите массы:

- а) 0,35 моль сульфата хрома(III);
- б) 0,7 моль фторида кальция;
- в) 1,2 моль силиката магния;
- г) 0,55 моль нитрата свинца(II).

9.39. Составьте возможные формулы солей.

Fe , SO_4 , Na , K , Cl , PO_4 , Li , Ca , CO_3 , SO_3 , S , Mg .

9.40. Составьте формулы солей и заполните таблицу.

	Cl	NO_3	PO_3	SO_3	S	PO_4
^I Na						
^{II} Ca						
^{III} Al						
^{IV} Fe						

9.41. Составьте формулы солей и заполните таблицу.

	Cl	NO_3	PO_3	SO_3	S	PO_4
^I Na						
^{II} Ca						
^{III} Al						
^{IV} Fe						

- 9.42. Составьте формулы десяти кислот, комбинируя приведенные ниже составные части кислот по горизонтали при условии, что частицы кислот стоят рядом:

				H				
			H ₂	Cl	H			
		H	SO ₄	H ₂	NO ₃	H		
	H ₂	Cl ₂	H ₂	S	H ₂	PO ₄	H ₂	
H	Br	H	SO ₃	H	I	H ₄	SiO ₃	H ₂

- 9.43. Составьте формулы десяти кислот, комбинируя приведенные ниже составные части кислот по горизонтали при условии, что частицы кислот стоят рядом:

				Cu				
			Na ₂	S	O ₄			
		Ca	S	O ₄	S	Ca		
	Ba	Cl ₂	O ₄	Cu	Na ₂	S	Cu	
Ca	S	O ₄	Na	H	S	O ₄	S	S

- 9.44. Относительные плотности по водороду оксидов X и Y равняются соответственно 14 и 15. Установите формулы этих оксидов.
- 9.45. Составьте уравнения получения высших оксидов из простых веществ: а) фосфора; б) калия; в) алюминия; г) кремния; д) магния.
- 9.46. Составьте уравнения разложения гидроксидов: железа(III), марганца(II), ртути(II), меди.
- 9.47. Газ, который при растворении в воде образует кислоту, имеет относительную плотность по воздуху 1,17. Составьте формулу этой кислоты. Как называются ее соли? Составьте уравнения получения этого газа из простых веществ.
- 9.48. Найдите формулу оксида, если он содержит: а) 25,93 % азота; б) 36,84 % азота; в) 40 % серы; г) 38,8 % хлора.

ТЕМА 10. СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Оксиды, которым соответствуют кислоты, называют *кислотными оксидами*.

Оксиды, которым соответствуют основания, называют *основными оксидами*.

Оксиды, которым не соответствуют ни кислоты, ни основания, называют *несолеобразующими*.

Кислоты и соответствующие ангидриды

Кислоты	Кислотный оксид (ангидрид)	Кислоты	Кислотный оксид (ангидрид)
H_2SiO_3	SiO_2	HClO_4	Cl_2O_7
H_2SO_4	SO_3	H_2CrO_4	CrO_3
H_3PO_4	P_2O_5	HMnO_4	Mn_2O_7

Основные оксиды и соответствующие основания

Основные оксиды	Отношение к воде	Основания
Na_2O	Взаимодействуют с водой	NaOH
K_2O		KOH
SrO		$\text{Sr}(\text{OH})_2$
BaO		$\text{Ba}(\text{OH})_2$
Ag_2O	Не взаимодействуют с водой	AgOH
CuO		$\text{Cu}(\text{OH})_2$
Fe_2O_3		$\text{Fe}(\text{OH})_3$

Реакции замещения — это реакции, в которых атом одного элемента простого вещества вытесняет атом другого элемента из сложного вещества.

**Зависимость химических свойств металлов
от положения в ряду активности**

K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	H ₂	Cu	Hg	Ag	Au
← активность металлов увеличивается														
вытесняют водород из кислот											не вытесняют водород из кислот			
вытесняют водород из воды, образуют щелочи				вытесняют водород из воды при высокой температуре, образуют оксиды							с водой не взаимодействуют			
из водного раствора соли вытеснить невозможно				можно получить вытеснением более активным металлом из раствора соли										

Вещества с кислотными свойствами всегда реагируют с веществами с основными свойствами.

Реакцию между кислотой и основанием, в результате которой образуется соль и вода, называют реакцией нейтрализации.

Реакции, в которых два вещества обмениваются своими частями, называют реакциями обмена.

УРОВЕНЬ А

- 10.1. Из приведенного ниже перечня выпишите в отдельные столбики формулы оксидов: а) кислотных; б) основных; в) несолеобразующих. Формулы оксидов: Na_2O , P_2O_5 , CO_2 , CO , SO_2 , CrO , Cu_2O , SiO_2 , N_2O , Mn_2O_7 .
- 10.2. Существуют ли ангидриды бескислородных кислот? Ответ объясните.
- 10.3. Какие вещества образуются при взаимодействии воды: а) с активными металлами; б) оксидами активных металлов; в) оксидами неметаллов? Приведите примеры.
- 10.4. В раствор сульфата никеля погрузили свинцовую и железную пластины. В каком случае происходит реакция? Ответ объясните.
- 10.5. Кусочки магния и олова поместили в раствор соляной кислоты. В каком случае реакция происходит интенсивнее? Составьте уравнения этих реакций.
- 10.6. Образцы натрия, кальция и цинка залили водой. Что наблюдается в каждом случае? Составьте соответствующие уравнения реакций.

- 10.7. Цинк при нагревании реагирует с водяным паром, подобно железу. Напишите уравнение этой реакции.
- 10.8. Калий взаимодействует с водой настолько бурно, что водород, который выделяется, воспламеняется. Какое вещество образуется в растворе? Напишите уравнение реакции.
- 10.9. Даны оксиды: SO_2 , SO_3 , CO_2 , N_2O_5 , P_2O_5 . Какие кислоты из них можно получить? Напишите уравнение соответствующих реакций, назовите оксиды и кислоты.
- 10.10. Даны оксиды: Na_2O , P_2O_5 , CO_2 , CO , SO_2 , CrO , Cu_2O , SiO_2 , N_2O , Mn_2O_7 . Какие из них реагируют с водой? Напишите уравнения реакций.

УРОВЕНЬ В

- 10.11. Почему для получения меди из раствора сульфата меди(II) нельзя использовать натрий и калий, ведь они активнее меди? Возможно ли их использовать для получения меди из расплава оксида меди(II)?
- 10.12. Сернистый газ (оксид серы(IV)) подобно углекислому газу вызывает помутнение известковой воды. Ангидридом какой кислоты он является? Напишите уравнение реакции. Какое вещество выпадает в осадок?
- 10.13. Какие оксиды при взаимодействии с соляной кислотой образуют следующие соли: CaCl_2 , H_2Cl_2 , FeCl_2 ? Напишите уравнения этих реакций.
- 10.14. Напишите уравнения реакций нейтрализации, в результате которых образуются соли: K_2SO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 , CaCl_2 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.
- 10.15. Напишите уравнения реакций нейтрализации, в результате которых образовались соли такого состава: BaSO_4 ; $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$; K_3PO_4 ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; K_2SO_4 ; CuCl_2 .
- 10.16. Напишите уравнения реакций получения хлорида цинка всеми известными вам способами.
- 10.17. Приведите примеры получения солей путем взаимодействия двух оксидов и запишите уравнения соответствующих реакций.
- 10.18. Как получить сульфат магния исходя: а) из магния; б) оксида магния; в) гидроксида магния? Напишите уравнения реакций.
- 10.19. Раствор, который образовался при растворении газообразного оксида в воде, окрашивает лакмус в красный цвет. Какой это был газ? Предложите два варианта ответа. Напишите уравнения реакций.

- 10.20. Напишите уравнения реакций нейтрализации раствора гидроксида бария соляной, серной, азотной и фосфорной кислотами. По таблице растворимости определите, в каких случаях образуются осадки.
- 10.21. Гашение извести — это взаимодействие негашеной извести с водой. Напишите уравнение этой реакции. Назовите все вещества.
- 10.22. Какое количество вещества кислорода необходимо для сжигания сероводорода количеством 1,5 моль?
- 10.23. Какое количество вещества оксида фосфора(V) образуется при сгорании фосфора количеством вещества 2 моль? Какое количество вещества кислорода тратится при этом?
- 10.24. Вычислите объем азота, необходимый для получения 0,8 моль аммиака.
- 10.25. Вычислите массу оксида фосфора(V), который можно получить при сжигании фосфора в 11,2 л кислорода.
- 10.26. Напишите уравнения реакций соляной кислоты с магнием, оксидом магния, гидроксидом магния. Укажите тип каждой реакции.
- 10.27. Составьте уравнения реакций получения карбоната натрия, силиката калия, сульфита кальция взаимодействием кислотных оксидов со щелочами.
- 10.28. При взаимодействии каких оксидов образуются карбонат натрия, силикат свинца(II), сульфат магния? Напишите уравнения реакций.
- 10.29. Какие из приведенных веществ: KOH , FeCl_3 , H_2SO_4 — могут взаимодействовать: а) с гидроксидом натрия; б) гидроксидом меди(II); в) гидроксидом цинка? Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 10.30. С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать серная кислота: NaNO_3 , CO_2 , NaOH , AgNO_3 , Zn , Ba , CaCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, HCl , SiO_2 , Fe_2O_3 , Hg ? Напишите уравнения реакций.
- 10.31. С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать гидроксид натрия: K_2O , MgCO_3 , H_3PO_4 , H_2S , FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, AlCl_3 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, KCl , SO_3 ? Напишите уравнения реакций.
- 10.32. С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать хлорид меди(II): NaOH , H_2SO_4 , AgNO_3 , Fe_2O_3 , CO_2 , Zn , NaCl , Cu ? Напишите уравнения реакций.
- 10.33. Какие из приведенных веществ взаимодействуют с водой: Na , Ba , Fe , Fe_2O_3 , H_2SO_4 , NaOH , CaO , ZnO , SO_2 , SO_3 , CO_2 ? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

- 10.34. Даны следующие соли: нитрат серебра, карбонат магния, сульфид железа(II), сульфит калия, нитрат свинца(II). Какие из них будут взаимодействовать с соляной кислотой с образованием: а) осадка; б) газа? Напишите уравнения реакций.
- 10.35. В приведенных схемах допишите продукты реакции, если реакция происходит, и расставьте коэффициенты:
- а) $Mg + H_2SO_4 \rightarrow \dots$; б) $Ni + HBr \rightarrow \dots$;
 в) $Hg + HCl \rightarrow \dots$; г) $K + H_2O \rightarrow \dots$;
 д) $Sn + H_2O \rightarrow \dots$; е) $Ag + H_2O \rightarrow \dots$.
- 10.36. В приведенных схемах допишите продукты реакции, если реакция происходит, и расставьте коэффициенты:
- а) $FeSO_4 + Sn \rightarrow \dots$; б) $AgNO_3 + Cu \rightarrow \dots$;
 в) $NiCl_2 + Al \rightarrow \dots$; г) $CuSO_4 + Hg \rightarrow \dots$;
 д) $Hg(NO_3)_2 + Cu \rightarrow \dots$; е) $Hg(NO_3)_2 + Ag \rightarrow \dots$.
- 10.37. Допишите уравнения возможных реакций, объясните ваше решение.
- а) $Zn + HCl = \dots$; б) $Cu + HCl = \dots$;
 в) $Al + HCl = \dots$; г) $Ni + H_2SO_4 = \dots$;
 д) $Fe + HCl = \dots$; е) $K + H_2O = \dots$;
 ж) $Ag + H_2O = \dots$; з) $Sn + H_2O = \dots$;
 и) $CuSO_4 + Hg = \dots$; к) $AgNO_3 + Cu = \dots$;
 л) $FeSO_4 + Sn = \dots$; м) $NiCl_2 + Al = \dots$.
- 10.38. Допишите уравнения реакций и укажите, по какой причине проходит каждая из реакций обмена:
- а) $CaO + HNO_3 \rightarrow \dots$; б) $Na_2SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$;
 в) $KOH + HCl \rightarrow \dots$; г) $Fe(OH)_3 + HNO_3 \rightarrow \dots$;
 д) $K_2SO_4 + CaCl_2 \rightarrow \dots$; е) $KOH + SO_2 \rightarrow \dots$;
 ж) $Na_2S + CuCl_2 \rightarrow \dots$; з) $CuSO_4 + Na(OH)_2 \rightarrow \dots$;
 и) $Na_2SiO_3 + HNO_3 \rightarrow \dots$; к) $Ca(OH)_2 + K_2CO_3 \rightarrow \dots$.
- 10.39. Допишите уравнения реакций:
- а) $Fe + HCl = ?$; б) $CuSO_4 + ? = Cu(OH)_2 + ?$;
 в) $P_2O_5 + KOH = H_3PO_4 + ?$; г) $Al_2O_3 + H_2SO_4 = H_2O + ?$.
- 10.40. Какую массу ортофосфорной кислоты можно получить из 2,5 моль оксида фосфора(V) и воды?
- 10.41. Вычислите массу осадка, который образуется при взаимодействии сульфата натрия с хлоридом бария массой 41,6 г.

- 10.42. Какой объем углекислого газа выделяется при взаимодействии карбоната магния массой 126 г с соляной кислотой?
- 10.43. Составьте уравнение реакции сгорания аммиака NH_3 в кислороде с образованием азота и воды. Какой объем кислорода необходим для сжигания аммиака количеством 24 моль? Какой объем каждого из продуктов реакции при этом образуется?
- 10.44. Какая масса сульфида железа(II) сгорела, если при этом образовалось 11,2 л сернистого газа?
- 10.45. Вычислите массу оксида кремния, который можно получить при сжигании силана SiH_4 объемом 28 л.
- 10.46. Вычислите массу олова, которую можно получить при взаимодействии оксида олова(II) с алюминием массой 0,54 кг.
- 10.47. К оксиду серы(VI) количеством вещества 3,5 моль добавили избыток воды. Какая масса кислоты образовалась?
- 10.48. В каком массовом соотношении необходимо смешать железо с серой для получения сульфида железа(II)?
- 10.49. Вычислите массовое соотношение реагентов для получения оксида меди(II).
- 10.50. Определите количество вещества гидроксида кальция, который образуется при гашении: а) 0,5 моль негашеной извести; б) 8 г оксида кальция.
- 10.51. При погружении цинковой пластины в раствор нитрата меди(II) на пластине выделилось 3,2 г меди. Вычислите массу цинка, которая растворилась во время реакции.

УРОВЕНЬ С

- 10.52. Предложите, как с помощью химических реакций разделить смесь меди и железа.
- 10.53. Заполните пробелы в приведенных схемах реакций, назовите продукты реакции:
- а) $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \dots + \text{H}_2\text{O}$;
 в) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; г) $\dots \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 д) $\dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2$; е) $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 10.54. Заполните пробелы в приведенных схемах реакций, назовите продукты реакции:
- а) $\text{CaC}_2 + \dots \rightarrow \dots + \text{CO}_2 \uparrow$; б) $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \dots + \dots$;
 в) $\dots + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2 \uparrow$; г) $\text{CS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \dots \uparrow$;
 д) $\dots \xrightarrow{\text{t}} \text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$; е) $\dots \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$;
 ж) $\text{CaSO}_4 \xrightarrow{\text{t}} \dots + \dots$; з) $\dots \xrightarrow{\text{t}} \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$;
 и) $\text{CuSO}_4 \xrightarrow{\text{t}} \text{CuO} + \dots$; к) $\dots \xrightarrow{\text{t}} \text{Hg} + \text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$.

- 10.55.** Заполните пробелы в приведенных схемах реакций, назовите продукты реакции:
- а) $\text{NaOH} + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$; б) $\dots + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \dots$;
 в) $\text{CaO} + \dots \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \dots$; г) $\text{MgO} + \dots \rightarrow \text{MgCO}_3$;
 д) $\dots + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$; е) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \dots \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
 ж) $\dots + \dots \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$; з) $\text{KOH} + \dots \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + \dots$.
- 10.56.** В приведенных схемах допишите продукты реакции, если реакция проходит, и расставьте коэффициенты:
- а) $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\quad} \dots$; б) $2\text{HNO}_3 \xrightarrow{\quad} \dots$;
 в) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\quad} \dots$; г) $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} \dots$;
 д) $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$; е) $\text{CuO} + \text{Pb} \xrightarrow{\quad} \dots$;
 ж) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \xrightarrow{\quad} \dots$; з) $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \dots$;
 и) $\text{CuSO}_4 + \text{Ag} \rightarrow \dots$; к) $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \dots$;
 л) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
- 10.57.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить эти преобразования:
- а) $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Mg}$.
 б) $\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \rightarrow \text{Ba}$.
- 10.58.** Напишите уравнения реакций, которые соответствуют следующим преобразованиям:
- а) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCO}_3$;
 б) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}$
- 10.59.** С помощью каких реакций можно осуществить преобразование:
 $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2$?
- 10.60.** Составьте уравнения реакций, которые характеризуют следующие преобразования:
- а) $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$;
 б) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$;
 в) $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$;
 г) $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$;
 д) $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3$;
 е) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$;
 ж) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2$;
 з) $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{FeCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$;
 и) $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{AlPO}_4$;
 к) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3$.

- 10.61. Определите отсутствующие звенья цепочек, которые характеризуют генетическую связь веществ:
- а) $\text{Ca} \rightarrow ? \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;
- б) $\text{SO}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} ? \xrightarrow{+\text{CaO}} ? \xrightarrow{+\text{HNO}_3} ?$;
- в) $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{t}} ? \xrightarrow{+\text{HCl}} ? \xrightarrow{+\text{H}_2\text{SO}_4} ? \xrightarrow{+\text{H}_2\text{SO}_4} ?$
- 10.62. Вычислите массу карбоната цинка, которую необходимо прожарить для получения оксида цинка массой 20,25 г.
- 10.63. Какую массу воды необходимо подвергнуть разложению (электролизу) для получения кислорода объемом 5,6 л?
- 10.64. Оксид кальция можно получить разложением гидроксида кальция или карбоната кальция. Вычислите, какого вещества и во сколько раз больше необходимо для получения оксида кальция массой 5,6 г.
- 10.65. Вычислите объем углекислого газа, который выделяется при прожаривании известняка массой 1 кг.
- 10.66. К образцу карбоната кальция массой 50 г добавили избыток соляной кислоты. Найдите объем газа, который образовался (н. у.), и количество вещества кислоты, которое вступило в реакцию.
- 10.67. Оксид меди(II) массой 20 г растворили в серной кислоте. К полученному раствору добавили избыток гидроксида натрия. Найдите массу полученного осадка.
- 10.68. При горении неизвестного газа в реакцию вступило пять объемов кислорода, образовались углекислый газ и четыре объема водяного пара. Определите формулу газа. Объемы всех газов измерены при одинаковых условиях.
- 10.69. При растворении пероксида натрия Na_2O_2 в воде образуется гидроксид натрия и кислород. Составьте уравнение этой реакции и вычислите объем кислорода, который образуется при растворении пероксида натрия массой 58,5 г.

ТЕМА 11. АМФОТЕРНОСТЬ. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ КЛАССАМИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

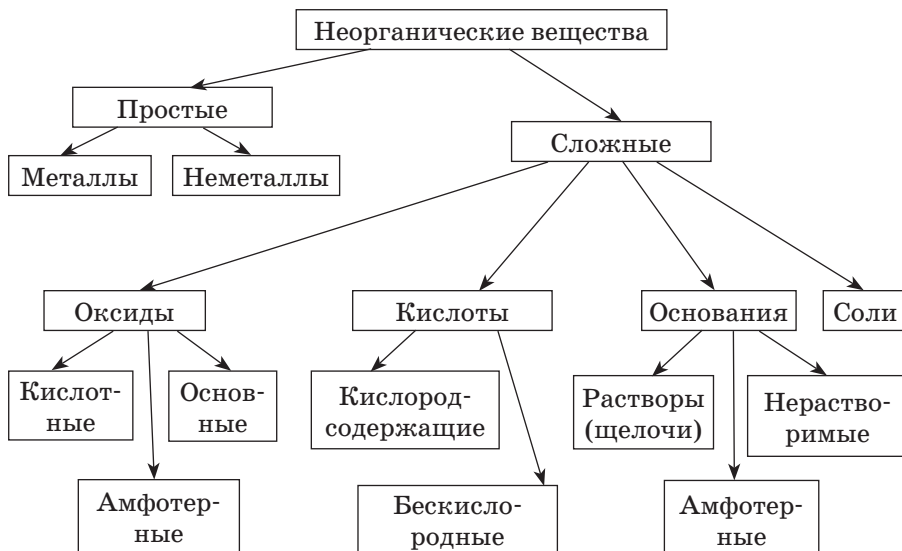
Вещества, которые могут проявлять кислотные и основные свойства в зависимости от соединения, с которым они взаимодействуют, называют амфотерными.

Префикс «амфо-» свидетельствует о двойных свойствах.

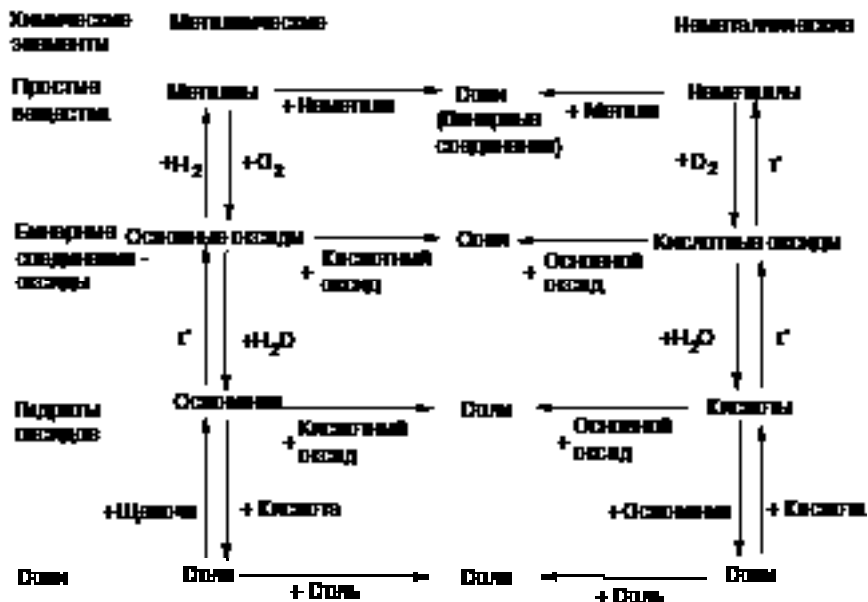
Амфотерные гидроксиды и соответствующие им кислоты и соли.

Амфотерный оксид	Амфотерный гидроксид		Соответствующая ему кислота		Кислотный остаток	
	Формула	Название	Формула	Название	Формула и валентность	Название
ZnO	$Zn(OH)_2$	Гидроксид цинка	H_2ZnO_2	Цинкатная	$\overset{II}{ZnO_2}$	Цинкат
SnO	$Sn(OH)_2$	Гидроксид олова (II)	H_2SnO_2	Оловянная	$\overset{II}{SnO_2}$	Станат
PbO	$Pb(OH)_2$	Гидроксид свинца (II)	H_2PbO_2	Свинцовая	$\overset{II}{PbO_2}$	Плюмбат
Al_2O_3	$Al(OH)_3$	Гидроксид алюминия	H_3AlO_3	Алюминатная	$\overset{III}{AlO_3}$	Алюминат

Классификация неорганических веществ



Генетическая связь между классами неорганических соединений



УРОВЕНЬ А

- 11.1. Из химических элементов K , S , O , H , Cl , P , Al , Zn , Cl , Ca составьте все возможные формулы сложных веществ и назовите их:
- оксиды;
 - кислоты;
 - основания;
 - соли.
- 11.2. Какие из веществ — SiO_2 , H_2SO_4 , NaOH , CuSO_4 — будут реагировать:
- со щелочами;
 - с нерастворимыми основаниями;
 - с растворимыми солями;
 - с нерастворимыми солями.
- Напишите уравнения химических реакций.
- 11.3. Какие свойства — основные, кислотные или амфотерные — проявляет оксид алюминия? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

- 11.4. Какие свойства — основные, кислотные или амфотерные — проявляет оксид цинка? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
- 11.5. С какими из оксидов: Cu , Ca , SO_2 , Na_2O , N_2O_5 , Fe_2O_3 , CO_2 , K_2O , Al_2O_3 , SO_3 , SiO_2 — вступает в реакцию вода? Напишите уравнения реакций.
- 11.6. Какие из приведенных веществ взаимодействуют с водой: Na , Ba , Fe , Fe_2O_3 , H_2SO_4 , NaOH , Ca , Zn , SO_2 , SO_3 , CO_2 ? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

УРОВЕНЬ В

- 11.7. Предложите три способа получения оксида меди(II), используя реакции разных типов. Назовите типы этих реакций.
- 11.8. Предложите три способа получения оксида углерода(IV), используя реакции разных типов. Назовите типы этих реакций.
- 11.9. Докажите амфотерность оксида бериллия и гидроксида бериллия, напишите соответствующие уравнения реакций.
- 11.10. Рассмотрите генетическую связь между классами неорганических веществ на примере магния и углерода. Напишите уравнения реакций.
- 11.11. Расположите предложенные вещества в порядке, который характеризует генетическую связь классов веществ, составьте соответствующие уравнения реакций:
- а) оксид фосфора(V), фосфат калия, фосфор, фосфорная кислота;
 - б) гидроксид бария, оксид бария, карбонат бария, барий;
 - в) оксид меди(II), гидроксид меди(II), медь, сульфат меди(II).
- 11.12. Как называется соль, которая образована взаимодействием гидроксида свинца(II) с гидроксидом калия. Напишите уравнение реакции.
- 11.13. Составьте уравнения реакций взаимодействия гидроксида олова(II): а) с соляной кислотой; б) гидроксидом бария; в) оксидом бария.
- 11.14. Составьте уравнения реакций образования алюмината натрия K_2AlO_4 при взаимодействии: а) амфотерного гидроксида со щелочью; б) амфотерного оксида со щелочью; в) амфотерного гидроксида с основным оксидом; г) двух оксидов.
- 11.15. Оксид кальция и оксид алюминия по внешнему виду почти не различаются. Как их можно распознать с помощью химических реакций?

- 11.16. Какие из приведенных веществ: KOH , FeCl_3 , H_2SO_4 — могут взаимодействовать: а) с гидроксидом натрия; б) гидроксидом меди(II); в) гидроксидом цинка? Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 11.17. С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать серная кислота: NaNO_3 , CO_2 , NaOH , AgNO_3 , Zn , Ba , CaCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, HCl , SiO_2 , Fe_2O_3 , Hg ? Напишите уравнения реакций.
- 11.18. С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать гидроксид натрия: K_2O , MgCO_3 , H_3PO_4 , H_2S , ^{238}U , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, AlCl_3 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, KCl , SO_3 ? Напишите уравнения реакций.
- 11.19. С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать хлорид меди(II): NaOH , H_2SO_4 , AgNO_3 , Fe_2O_3 , CO_2 , Zn , NaCl , Cu ? Напишите уравнения реакций.
- 11.20. Допишите уравнения реакций:
- а) $\text{Cu} + \text{ZnSO}_4 = \dots$;
 - б) $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \dots$;
 - в) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} = \dots$;
 - г) $\text{CaCO}_3 + \text{NaOH} = \dots$;
 - д) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \dots$.
- Объясните, почему некоторые из реакций невозможны.
- 11.21. Допишите уравнения реакций:
- а) $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \dots$;
 - б) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} = \dots$;
 - в) $\text{CaCO}_3 + \text{NaOH} = \dots$;
 - г) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \dots$;
 - д) $\text{BaSO}_4 + \text{KNO}_3 = \dots$.
- Объясните, почему некоторые из реакций невозможны.
- 11.22. Какой объем хлороводорода образуется при взаимодействии хлора с водородом, если было израсходовано хлора количеством вещества 4 моль? Какая масса водорода прореагировала?
- 11.23. Какое количество вещества кислорода необходимо для получения 240 г оксида магния из магния?
- 11.24. Определите массу соли, которая образуется при взаимодействии гидроксида натрия массой 80 г с раствором соляной кислоты.
- 11.25. Вычислите массу азотной кислоты, необходимую для нейтрализации раствора, который содержит 120 г гидроксида бария.
- 11.26. Какое количество вещества фосфора необходимо сжечь для получения 7,1 г оксида фосфора(V)?

- 11.27. Какой объем водорода выделится, если 97,5 г цинка растворить в избытке соляной кислоты?
- 11.28. Какое количество вещества меди выделится из раствора сульфата меди(II), который содержит 32 г этой соли?
- 11.29. Какое количество вещества серной кислоты необходимо для полного растворения 12 г магния? Какая масса соли при этом образуется? Какой объем газа выделяется?

УРОВЕНЬ С

- 11.30. Два ученика проводили химический эксперимент по получению амфотерного гидроксида. Один из них сначала влил в пробирку раствор щелочи, а потом раствор амфотерного металла; а другой — раствор соли амфотерного металла, а потом раствор щелочи. Имеет ли значение порядок смешивания растворов? Почему?
- 11.31. Как получить хлорид кальция из нитрата кальция, используя карбонат калия и азотную кислоту? Напишите уравнения реакций.
- 11.32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить такие преобразования:

$$\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2.$$
- 11.33. Составьте уравнения реакций, которые соответствуют следующим превращениям:
 а) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{AlO}_2;$
 б) $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2.$
- 11.34. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 а) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2;$
 б) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2;$
 в) $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3.$
- 11.35. Определите отсутствующие звенья цепочек, которые характеризуют генетическую связь веществ:
 а) $\text{S} \rightarrow ? \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4;$
 б) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow ? \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3.$
 Составьте уравнения реакций, которые характеризуют приведенные превращения.
- 11.36. Найдите ряд, в котором все вещества реагируют с гидроксидом калия:
 а) $\text{HNO}_3, \text{SO}_3, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{CaCO}_3;$
 б) $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{CO}_2, \text{Zn}(\text{OH})_2, \text{CuCl}_2;$

в) FeCl_2 , BaO , H_2SO_4 , HCl ;

г) ZnO , BeO , P_2O_5 , $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Ответ подтвердите уравнениями реакций.

11.37. Во время взаимодействия каких веществ могли образоваться такие продукты реакции:

а) $? + ? = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$; б) $? + ? = \text{Ca}(\text{OH})_2$;

в) $? + ? = \text{SO}_2$;

г) $? + ? = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;

д) $? + ? = \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

е) $? + ? = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KNO}_3$;

ж) $? + ? = \text{CaCO}_3$;

з) $? + ? = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$;

и) $? + ? = \text{H}_3\text{PO}_4$;

к) $? + ? = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$?

Допишите уравнения, расставьте коэффициенты.

11.38. Осуществите следующие преобразования: хлорид железа(III) \rightarrow гидроксид железа(III) \rightarrow оксид железа(III) \rightarrow нитрат железа(III) \rightarrow фосфат железа(III).

11.39. Белый осадок растворяется в азотной кислоте и растворе гидроксида натрия. Какое вещество содержится в осадке? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

11.40. В одном случае в раствор ортофосфорной кислоты постепенно добавляют раствор гидроксида кальция, в другом — в раствор гидроксида кальция постепенно добавляют раствор ортофосфорной кислоты. В каком случае осадок будет появляться, а в каком — исчезать? Напишите уравнения соответствующих реакций.

11.41. Вычислите массу гидроксида бария, который необходим для получения цинката бария массой 11,7 г из оксида цинка.

11.42. Белый осадок растворяется в азотной кислоте и в гидроксиде натрия. Какое вещество могло быть в осадке? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

11.43. В раствор голубого цвета добавили раствор щелочи, при этом выпал голубой осадок. Осадок отфильтровали и прожарили. В результате получили черный порошок, который потом при нагревании обработали водородом. Образовался металл красного цвета. Определите описанные вещества, напишите уравнения реакций.

11.44. Учитывая то, что элементы Be и Al образуют амфотерные гидроксиды, напишите химические формулы соединений: а) нитрата бериллия, бериллиевой кислоты, бериллата калия; б) гидроксида алюминия, нитрата алюминия, алюмината натрия, ортоалюмината натрия.

ТЕМА 12. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периодический закон:

свойства химических элементов, а также образованных ими простых и сложных веществ находятся в периодической зависимости от относительных атомных масс элементов.

Структура Периодической системы

Название	Определение
Периоды	Горизонтальный ряд элементов, который начинается щелочным металлом и заканчивается инертным газом
Группы	Вертикальный ряд элементов, который содержит подобные по свойствам элементы
Подгруппы: Главные Побочные	Состоят из элементов малых и больших периодов Состоят из элементов только больших периодов

Закономерность изменения свойств химических элементов

Свойства	Закономерности изменения в главных подгруппах	Закономерности изменения в периодах
Металлические	Усиливаются ↓	Усиливаются ←
Неметаллические	Усиливаются ↑	Усиливаются →
Высшая валентность по кислороду	Постоянная	Увеличивается →
Валентность у летучих соединений водорода	Постоянная	Увеличивается ←

УРОВЕНЬ А

- 12.1. Дайте определение группы Периодической системы Д. И. Менделеева.
- 12.2. Дайте определение периода Периодической системы Д. И. Менделеева.

12.3. Заполните таблицу:

Название семейства элементов	Химические элементы, которые входят в состав семейства	Общая формула высшего оксида	Общая формула летучего соединения с водородом
Щелочные металлы			
Щелочно-земельные металлы			
Жидкоземельные металлы			
Пниктогены			
Халькогены			
Галогены			
Инертные газы			

- 12.4. Из приведенного перечня химических элементов выпишите отдельно: а) щелочные металлы; б) щелочноземельные металлы; в) галогены; г) инертные газы. **Br, Na, Al, Ca, S, Xe, K, Cl, I, Li, Ba, Ne, Fe, Rb, Sr, F, Fe, He, H.**
- 12.5. Из приведенных элементов выберите металлы и неметаллы: барий, сера, кислород, калий, магний, азот. Обоснуйте свой выбор. Докажите это с помощью уравнений химических реакций.
- 12.6. В каких периодах и в каких группах расположены азот, кислород, водород, медь, железо, алюминий? Какие из этих химических элементов расположены в главных, а какие в побочных подгруппах?
- 12.7. Выберите химический элемент, который по свойствам подобный кремнию: а) алюминий; б) фосфор; в) германий; г) титан. Ответ объясните.
- 12.8. Найдите в каждом ряду один химический элемент, который отличается от других по положению в Периодической системе: а) **H, He, Ne, Ar**, б) **Fe, Co, Ni, Ar**, в) **H, Li, Be, B**, г) **F, Cl, Br, Mn**.
- 12.9. Напишите формулы соединений с хлором элементов, предсказанных Д. И. Менделеевым (№ 21, 31, 32).

УРОВЕНЬ В

- 12.10. Приведите известные вам простые вещества, молекулы которых в газообразном состоянии являются одноатомными и двухатомными.
- 12.11. Найдите в Периодической системе элемент, который принадлежит к 4 периоду и проявляет одинаковую валентность в высшем оксиде и в соединении с водородом.
- 12.12. У какого элемента наиболее выраженные неметаллические свойства:
а) серы или селена; б) йода или олова?
- 12.13. У какого элемента наиболее выраженные металлические свойства:
а) серы или теллура; б) кальция или железа?
- 12.14. У какого элемента наиболее выраженные неметаллические свойства:
а) серы или кремния; б) йода или сурьмы?
- 12.15. У какого элемента наиболее выраженные металлические свойства:
а) магния или кальция; б) натрия или алюминия?
- 12.16. Обозначив химический элемент символом R, напишите в общем виде формулы соединений с водородом: а) галогенов; б) халькогенов.
- 12.17. Напишите в общем виде формулы оксидов и гидроксидов металлических элементов: а) щелочных; б) щелочноземельных. Составьте уравнения реакций оксидов с водой.
- 12.18. Относительная молекулярная масса оксида элемента второй группы равняется 153. Назовите этот элемент.
- 12.19. Относительная молекулярная масса летучего соединения водорода с элементом шестой группы равняется 34. Назовите этот элемент.
- 12.20. Относительная атомная масса элемента приблизительно равняется 90. Относительная плотность его хлорида по водороду ~116. Какой это элемент?
- 12.21. В Периодической системе порядковый номер элемента 16. Какие свойства проявляют его оксиды, которые соответствуют высшей и низшей валентности? Образует ли этот элемент соединения с водородом?
- 12.22. Запишите формулы высших оксидов и гидроксидов элементов второго периода. Укажите характер этих соединений (кислотный или основной).

- 12.23. Найдите в каждом ряду один химический элемент, который отличается от других по положению в Периодической системе химических элементов:
- а) H , He , Ne , Ar , б) Fe , Co , Ni , Ag ,
в) H , Li , Be , B , г) F , Cl , Br , Mn .
- 12.24. Запишите формулу высшего оксида, формулу летучего соединения с водородом (если оно существует) и укажите, пользуясь Периодической таблицей, порядковый номер, период, группу и принадлежность к металлам или неметаллам для следующих элементов: а) магний; б) кремний; в) рений; г) осмий; д) теллур; е) радий.
- 12.25. Найдите в Периодической системе элемент, который образует газообразное соединение с водородом, плотность которого практически равняется плотности кислорода.
- 12.26. Какие из элементов IV и V групп образуют с водородом соединения легче воздуха?
- 12.27. Напишите не менее 6 формул солей, в состав которых входили бы только элементы из второго периода.
- 12.28. Элемент, высший оксид которого соответствует формуле RO_3 , образует соединение, которое содержит 2,47 % водорода. Назовите этот элемент.
- 12.29. Какая масса, плотность по водороду и плотность по воздуху 1 г летучего фторида серы, в котором сера проявляет высшую валентность?

УРОВЕНЬ С

- 12.30. Оксид элемента, который образует с водородом соединение с составом RH_4 , содержит 53,3 % кислорода. Назовите этот элемент.
- 12.31. Пользуясь правилом триад Деберейнера, вычислите значение относительной атомной массы галлия и селена. Сравните их с приведенными в таблице химических элементов.
- 12.32. Какие нарушения в закономерном изменении свойств элементов 2-го периода будут наблюдаться, если элемент бериллий поместить в Периодической системе соответственно бывшему (ошибочному) значению относительной атомной массы (13,5)?
- 12.33. Найдите в Периодической системе элементы, которые расположены не по увеличению их относительной атомной массы. Какие противоречия появятся, если их расположить согласно их атомным массам?

- 12.34. Как изменяется химическая активность щелочных металлов с увеличением относительной атомной массы? Объясните это на примерах отношения: а) к кислороду; б) воде.
- 12.35. Как изменяются химические свойства галогенов с увеличением относительной атомной массы? Объясните это на примерах реакций соединений алюминия: а) с бромом; б) йодом.
- 12.36. Какой элемент Периодической системы самый легкий? Приведите формулы самого легкого оксида, самой легкой кислоты, самого легкого основания, самой легкой соли.
- 12.37. Назовите элемент по таким данным: находится во второй группе, относительная молекулярная масса гидроксида равняется 235.
- 12.38. Один из предсказанных Д. И. Менделеевым элементов, находящийся в 4 периоде, образует оксид, в котором массовая доля кислорода составляет 34,78 %. Определите этот элемент.
- 12.39. Оксид элемента, который образует с водородом соединение с составом EH_4 , содержит 53,3 % кислорода. Назовите этот элемент.
- 12.40. Относительная атомная масса элемента приблизительно равняется 90. Относительная плотность его хлорида по водороду $\sim 11,6$. Какой это элемент?
- 12.41. Найдите в Периодической системе элемент, относительная молекулярная масса единственного оксида которого 40 ± 1 , а валентность не больше IV. Докажите, что существует только один такой элемент.
- 12.42. При взаимодействии 0,75 г двухвалентного металла с водой выделился водород объемом 420 мл (н. у.). Определите металл.
- 12.43. При взаимодействии 1,11 г щелочного металла с водой образуется 0,16 л водорода. Назовите этот металл.
- 12.44. При разложении 25 г карбоната двухвалентного металла выделилось 5,6 л углекислого газа (н. у.). Установите формулу соли.
- 12.45. Порядковые номера химических элементов А, Б и В соответственно равны n , $n+2$, $n+4$.
- а) Если химический элемент А — самый легкий галоген, то каким химическим элементом будет Б?
- б) Если химический элемент В — инертный газ, а Б — металл, то каким химическим элементом является А?

в) могут ли А, Б и В в виде простых веществ при обычных условиях быть газами?

г) Если химические элементы А и Б входят в одну и ту же группу, то каким химическим элементом является В?

12.46. Химические элементы А, Б и В принадлежат к главным подгруппам II, IV и VI групп. Химические элементы А и Б принадлежат к одному периоду и образуют друг с другом два соединения: одно горит, а другое — нет. Соединения этих трех элементов широко распространены в природе и применяются в производстве строительных материалов.

12.47. При создании Периодической системы Д. И. Менделеев расположил два соседних элемента (какие?) V периода не в порядке возрастания атомной массы. Почему это пришлось сделать?

12.48. К концу 60-х гг. XIX в. два элемента — А и Б — считались двухвалентными металлическими элементами и им приписывались неправильные атомные массы (см. ниже). Не найдя для них в Периодической системе места, которое соответствует их свойствам, Д. И. Менделеев увеличил в полтора раза предвиденную атомную массу и валентность каждого из них, и тогда им нашлось место. Элементам приписывались следующие атомные массы: элементу А около 60, а элементу Б немного больше 90. Найдите им место в таблице и назовите их.

12.49. Найдите в Периодической системе элемент, у которого относительная молекулярная масса высшего оксида, с точностью до единицы, равна: а) 94; б) 102, а валентность не больше IV. Докажите, что других решений нет.

12.50. Элементы А и Б принадлежат к I группе, а элемент В — к VII группе. Соединение элементов А и В растворяется в воде и окрасивает пламя в фиолетовый цвет, а соединение элементов Б и В белого цвета и не растворяется в воде. Что представляют собой элементы А, Б и В?

ТЕМА 13. СТРОЕНИЕ АТОМА. ИЗОТОПЫ. РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД

Атом — это электронейтральная частица, которая состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Частички, которые составляют атом

Частичка	Обозначение	Заряд		Масса		Массовое число
		кл	усл. ед.	г	а. о. м.	
Электрон	e^-	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	-1	$9,1095 \cdot 10^{-31}$	0,00055	0
Протон	p	$1,6 \cdot 10^{-19}$	+1	$1,6726 \cdot 10^{-24}$	1,00728	1
Нейтрон	n	0	0	$1,6750 \cdot 10^{-24}$	1,00867	1

Химический элемент — это разновидность атомов с одинаковым зарядом ядра.

В связи с открытием сложного строения атома была изменена и формулировка Периодического закона:

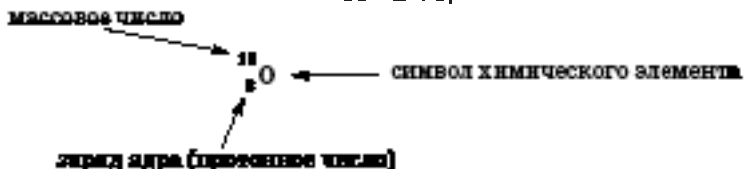
Свойства химических элементов, а также образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов их атомных ядер.

Нуклид — это разновидность атомов с определенным числом протонов и нейтронов в ядре.

Каждый нуклид характеризуют определенными числами. *Протонное число* (или зарядовое число, или атомное число) — Z — указывает на число протонов в ядре атома данного нуклида. *Нейтронное число* — N — указывает на число нейтронов в ядре данного нуклида. *Массовое число* — A — это сумма протонного и нейтронного чисел:

Массовое число = Протонное число + Нейтронное число;

$$A = Z + N$$



Разные нуклиды одного химического элемента являются *изотопами*.

УРОВЕНЬ А

- 13.1. Заряд ядра атома гелия +2. Сколько электронов содержит атом гелия?
- 13.2. Атом углерода содержит 6 электронов. Чему равняется заряд: а) атома углерода; б) ядра атома углерода?
- 13.3. Определите число протонов в ядрах и заряды атомов: а) лития; б) серы; в) железа; г) свинца.
- 13.4. Ядро атома химического элемента содержит два протона и один нейтрон. Запишите обозначение этого атома с указанием химического символа, порядкового номера и массового числа.
- 13.5. Как определить число нейтронов в ядре атома?
- 13.6. Дайте определение нуклидам и изотопам.
- 13.7. Назовите изотопы водорода.
- 13.8. Назовите химические элементы, атомные ядра которых содержат следующее число протонов: а) 7; б) 18; в) 1; г) 11; д) 12.
- 13.9. Вычислите число протонов, нейтронов и электронов в атомах кислорода, аргона, железа, урана.

УРОВЕНЬ В

- 13.10. Вычислите число нейтронов в ядрах нуклидов ^{35}Cl и ^{37}Cl .
- 13.11. Вычислите число нейтронов в ядрах изотопов гелия ^3He , ^4He .
- 13.12. Вычислите число нейтронов в ядрах изотопов кислорода ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O .
- 13.13. Чем отличаются по своим составам ядра изотопов лития ^6Li и ^7Li и урана ^{235}U и ^{238}U ?
- 13.14. Определите заряд ядра, число электронов и массу атома, если атомное ядро содержит: а) 8 протонов и 9 нейтронов; б) 25 протонов и 30 нейтронов; в) 89 протонов и 117 нейтронов.
- 13.15. Определите элемент, в атоме которого находятся 14 электронов. Найдите в Периодической системе этот элемент, запишите формулу высшего оксида и соответствующего гидроксида, определите их характер.
- 13.16. Сколько протонов, нейтронов и электронов содержится в нуклиде свинца-210?
- 13.17. Какой нуклид натрия содержит такое же число нейтронов, как и нуклид ^{24}Mg ?
- 13.18. Назовите атомы, ядра которых содержат: а) 2 протона и 2 нейтрона; б) 15 протонов и 16 нейтронов; в) 35 протонов и 45 нейтронов. Напишите обозначение этих атомов.

- 13.19. Среди приведенного ниже перечня выберите: а) изотопы; б) атомы с одинаковым числом нейтронов в ядре; в) атомы с одинаковым массовым числом. $^{16}_8\text{O}$, $^{14}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{14}_8\text{O}$, $^{15}_7\text{N}$.
- 13.20. В справочнике есть следующая информация: в состоянии покоя масса нейтрона 1,00866520 а. о. м., а масса протона 1,00727661 а. о. м. Почему они отличаются?
- 13.21. Изотоп бора $^{10}_5\text{B}$, захватывая нейтрон, превращается в другой стабильный изотоп бора. Составьте уравнение ядерной реакции.
- 13.22. При соударении α -частичек с бериллием вылетает нейтрон и образуется элемент с порядковым номером 6. Запишите уравнение.
- 13.23. При бомбардировке α -частичками алюминия образуется изотоп кремния с атомной массой 30 и еще один элемент. Составьте уравнение этой реакции.
- 13.24. Обычный кислород — это смесь изотопов кислорода $^{16}_8\text{O}$ (99,757 %); $^{17}_8\text{O}$ (0,039 %); $^{18}_8\text{O}$ (0,204 %). Рассчитайте, сколько атомов каждого из изотопов приходится на один изотоп $^{16}_8\text{O}$.

УРОВЕНЬ С

- 13.25. Укажите, какие продукты образуются при взаимодействии гидроксида, который соответствует оксиду элемента с зарядом ядра +11, и высшими элементами с порядковыми номерами 14 и 16.
- 13.26. Марганец с кислородом образует оксиды: MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 , Mn_2O_7 . Какие из оксидов проявляют типичные основные и типичные кислотные свойства? Запишите формулы соответствующих оснований и кислот.
- 13.27. Сколько разных видов молекул воды может быть образовано из трех нуклидов водорода и трех нуклидов кислорода?
- 13.28. Естественный бор состоит на 20 % из атомов нуклида $^{10}_5\text{B}$, а на 80 % из атомов $^{11}_5\text{B}$. Вычислите относительную атомную массу бора.
- 13.29. Естественная медь состоит из двух нуклидов: $^{63}_{29}\text{Cu}$ и $^{65}_{29}\text{Cu}$. Вычислите процентное содержание каждого нуклида в земной коре, если относительная атомная масса меди равняется 63,5.
- 13.30. Номер теллура в Периодической системе меньше, чем йода, а относительная атомная масса его больше. Объясните этот факт.

- 13.31. У меди два нуклида с массой 63 и 65, вычислите массовую долю каждого из нуклидов в естественной смеси меди, если средняя атомная масса меди составляет 63,546.
- 13.32. Укажите, какие из утверждений правильные, а какие — неправильные.
- β -распад изотопа ${}_{19}^{40}\text{K}$ проходит по такой схеме:

$${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow {}_{20}^{40}\text{Ca} + {}_{-1}^0\text{e}.$$
 - α -распад изотопа ${}_{82}^{214}\text{Pb}$ проходит по такой схеме:

$${}_{82}^{214}\text{Pb} \rightarrow {}_{80}^{210}\text{Po} + {}_2^4\text{He} + \gamma.$$
 - при радиоактивном распаде энергия поглощается.
 - при радиоактивном распаде образуются только ионы.
- 13.33. Укажите, какие из утверждений правильные, а какие — неправильные.
- β -распад изотопа ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ проходит по такой схеме:

$${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{88}^{226}\text{Ra} + {}_{-1}^0\text{e}.$$
 - α -распад изотопа ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ проходит по такой схеме:

$${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + {}_2^4\text{He}.$$
 - при радиоактивном распаде образуются новые элементы.
 - при радиоактивном распаде образуются сложные вещества.
- 13.34. Какой будет масса Радия-226, который разложился, если его первоначальная масса равнялась 1 г, период полураспада ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ — 1617 лет, время распада — 100000 лет?
- 13.35. Какой была первоначальная масса образца Кобальта-60, если после 25 лет его хранения разложилось 1,25 кг? Период полураспада ${}_{27}^{60}\text{Co}$ равняется 5,27 года.

ТЕМА 14. СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБОЛОЧКИ

Орбиталь — это область пространства, где вероятность нахождения электрона выше 90 %.

Орбитали разной формы обозначают разными буквами: *s*, *p*, *d*, *f*.

Слоистое строение электронной оболочки атомов можно показать так: окружностью обозначено ядро, у которого определенный заряд, а дугами — энергетические уровни:



Графически орбиталь принято обозначать квадратом. Итак, орбитали первых четырех энергетических уровней будут выглядеть следующим образом:

$n = 4$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
$n = 3$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
$n = 2$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
$n = 1$	<input type="checkbox"/>			
Орбитали	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>

Принципы заполнения электронных орбиталей

Название	Формулирование	Применение
Принцип Паули	Атом не может содержать два электрона с одинаковыми значениями всех четырех квантовых чисел. Следствие: на одной орбитали не может находиться больше двух электронов	$N = 2n^2$ (число электронов на уровне); максимальное число электронов на подуровнях: $s=2$; $p=6$; $d=10$; $f=14$
Принцип наименьшей энергии	Наиболее стойкому состоянию электрона в атоме соответствует наименьшая энергия	Электрон занимает атомную орбиталь с наименьшей энергией
Правило Хунда	Суммарное спиновое число электронов определенного подуровня должно быть максимальным	Указывает порядок заполнения равноценных атомных орбиталей правильно <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;">↑</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 2px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;">↑↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 2px;"></div> </div> неправильно
Правило Клечковского	Энергетические подуровни заполняются по увеличению суммы $n + l$.	Указывает последовательность заполнения подуровней

**Связь между положением химических элементов
в Периодической системе и строением их атомов**

Периодическая система химических элементов	Строение атома
Порядковый номер элемента	а) величина заряда атома; б) количество протонов в ядре; в) количество электронов в атоме
Номер периода	Количество энергетических уровней в атоме
Номер группы	а) максимальное количество электронов, которые могут принимать участие в образовании химических связей; б) для элементов главных подгрупп — количество электронов на внешнем энергетическом уровне (валентных электронов)

Способность атома притягивать валентные электроны других атомов называют электроотрицательностью.

Закономерности изменения свойств элементов в Периодической системе

Свойства	Изменение свойств с увеличением атомной массы		
	Периоды	Главные подгруппы	Побочные подгруппы
Металлические свойства	↓	↑	↑
Неметаллические свойства	↑	↓	↓
Радиус атома	Медленно ↓	Быстро ↑	Быстро ↑
Родственность к электрону	↑	↓	↓
Электроотрицательность	↑	↓	↓

УРОВЕНЬ А

- 14.1.** Какие энергетические подуровни есть на первом, втором и третьем энергетических уровнях?
- 14.2.** Сколько орбиталей образует каждый из известных вам энергетических подуровней?
- 14.3.** Изобразите структуру орбиталей в атоме для первых трех энергетических уровней.

- 14.4. Чем отличаются s -орбитали первого и второго энергетических уровней? Что в них общего?
- 14.5. Как вы считаете, за счет каких взаимодействий электроны притягиваются к ядру и отталкиваются друг от друга?
- 14.6. Как вы представляете себе расположение друг относительно друга s -орбитали и трех p -орбиталей в атоме? Изобразите его на рисунке, за начало координат примите центр атомного ядра.
- 14.7. Как вы представляете модель движения электронов в атоме?
- 14.8. Какое необычное свойство электрона отличает его от больших частиц?
- 14.9. В чем заключается двойственная природа электрона?
- 14.10. Что называют: а) электронным облаком; б) атомной орбиталью; в) энергетическим уровнем; г) энергетическим подуровнем?
- 14.11. Какую форму имеют s - и p -орбитали?
- 14.12. У какого атома самый большой радиус: B , Li , Be , F ?
- 14.13. Какой из элементов проявляет наибольшую электроотрицательность: O , S , Cl , F ?
- 14.14. У какого элемента самый маленький радиус: Li , Cs , K , Na ?
- 14.15. Какой из элементов проявляет наименьшую электроотрицательность: S , Al , Cl , P ?
- 14.16. Выпишите из приведенного ниже списка отдельно: а) атомы; б) катионы; в) анионы; г) молекулы. Na , Na^+ , O , O_2 , O^{2-} , Fe , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , HNO_3 , NO_3^- , NH_4^+ , NO_2 .
- 14.17. Расположите следующие символы в порядке возрастания металлических свойств элементов: а) Al , Na , Mg ; б) Ca , Ba , Sr .
- 14.18. Расположите следующие символы в порядке возрастания неметаллических свойств элементов: а) Ti , S , Se ; б) Br , Cl , F .

УРОВЕНЬ В

- 14.19. В атоме какого элемента — лития или цезия — связь валентного электрона с ядром сильнее? Объясните почему.
- 14.20. Почему резко отличаются по свойствам элементы главных подгрупп I и VII групп? Объясните ответ с точки зрения строения их электронных оболочек.
- 14.21. Примените указанные выше четыре правила для определения электронной конфигурации элемента ванадия.
- 14.22. Напишите электронные конфигурации элементов: N , Si , Fe , Te .
- 14.23. В какой последовательности заполняются атомные орбитали до образования электронной оболочки атома аргона?

- 14.24. В атоме элемента находятся 5 электронных слоев и 7 внешних электронов. Изобразите строение электронной оболочки этого атома.
- 14.25. Изобразите схему строения электронной оболочки атомов K , F , Al , Cl , S .
- 14.26. Охарактеризуйте строение атомов электронов с порядковыми номерами 7, 12, 35, 41.
- 14.27. Какое максимальное количество электронов может давать марганец при образовании связей с другими атомами?
- 14.28. Изобразите строение электронной оболочки атомов кремния, бора, серы и аргона.
- 14.29. Атому какого из элементов соответствует каждая из приведенных электронных формул: а) $1s^2 2s^2 2p^6$; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$; г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$?
- 14.30. Атомы каких элементов имеют следующее строение внешнего и предвнешнего электронных слоев: а) $2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$; б) $3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$; в) $3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$?
- 14.31. Что общего в строении атомов бериллия, магния и кальция?
- 14.32. Назовите элементы II группы, в предвнешнем электронном слое атома которых содержится: а) 8 электронов; б) 18 электронов.
- 14.33. Напишите электронную конфигурацию: а) атома хлора и иона Cl^- ; б) атома магния и иона Mg^{2+} .
- 14.34. У какой частички больший радиус: а) у атома натрия или атома калия; б) атома натрия или иона натрия; в) атома хлора или атома брома?
- 14.35. У атомов пяти элементов главной подгруппы во внешнем электронном уровне соответственно $2s^1$, $3s^1$, $4s^1$, $5s^1$, $6s^1$ электронов. Назовите эти элементы. Какой характер (металлический или неметаллический) у этих элементов?
- 14.36. Может ли атом магния превратиться таким образом, чтобы у него осталось такое же число электронов, как в атоме неона? Ответ объясните.
- 14.37. Сколько неспаренных электронов содержится в электронных оболочках атомов: а) фосфора; б) хлора; в) серы; г) углерода; д) неона?
- 14.38. Сколько пар электронов содержится в электронных оболочках атомов: а) калия; б) алюминия; в) серы; г) брома; д) аргона?
- 14.39. В чем проявляется сходство в строении атомов элементов побочных подгрупп I и II групп Периодической системы и отличие их от элементов главных подгрупп тех же групп?
- 14.40. Сравните электронное строение ионов S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} со строением атома аргона.

- 14.41. Можно ли делать выводы, о каком именно элементе идет речь:
а) по массе атома; б) по относительной атомной массе?
- 14.42. Укажите букву, соответствующую номеру периода элемента, электронная конфигурация которого указана. Правильно определенные буквы образуют название составляющей частички ядра атома.

Электронные формулы	Периоды			
	1	2	3	4
$1s^2 2s^2 2p^6$	а	е	р	з
$1s^2$	л	и	л	п
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	о	д	е	ж
$1s^2 2s^2$	н	к	й	о
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$	м	ч	с	т
$1s^2$	р	а	в	ф
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	и	п	о	р
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	к	я	ш	н

- 14.43. Укажите букву, что соответствует номеру группы элемента, электронная конфигурация которого указана. Правильно определенные буквы образуют название составляющей частички ядра атома.

Электронные формулы	Группы					
	I	II	III	IV	V	VI
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	о	н	п	р	т	а
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$	р	к	л	е	д	м
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	й	а	в	б	у	к
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	н	а	к	с	т	р
$1s^2 2s^2 2p^6$	ч	к	р	т	н	и
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$	ф	к	а	п	л	о
$1s^2 2s^2$	т	н	е	к	с	м

УРОВЕНЬ С

- 14.44. Найдите в Периодической системе элементы, которые расположены не по увеличению их относительной атомной массы. Какие противоречия появятся, если их расположить согласно их атомным массам?
- 14.45. Какие нарушения в закономерном изменении свойств элементов 2-го периода будут наблюдаться, если элемент бериллий поместить в Периодической системе соответственно бывшему (ошибочному) значению относительной атомной массы (13,5)?
- 14.46. Электронная конфигурация атома калия: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$. Атом калия превращается в ион калия, отдавая один электрон. Какую электронную конфигурацию имеет ион калия?
- 14.47. Не рассматривая электронные формулы, назовите количество электронов на внешнем электронном уровне в атоме алюминия, йода, селена.
- 14.48. Приведите формулы положительного и отрицательного ионов, электронные конфигурации которых совпадают с электронной конфигурацией аргона.
- 14.49. У атомов пяти элементов главной подгруппы на внешнем электронном уровне соответственно $2s^1$, $3s^1$, $4s^1$, $5s^1$, $6s^1$ электронов. Назовите эти элементы. Какой характер (металлический или неметаллический) у этих элементов?
- 14.50. Сравните атомные радиусы, электроотрицательность, металлическую и неметаллическую активность химических элементов, у которых такие электронные конфигурации: $1s^2 2s^2$; $1s^2 2s^2 2p^6$; $1s^2 2s^2 2p^6$; $1s^2 2s^2$; $1s^2 2s^2 2p^6$.
- 14.51. В электронной оболочке атома элемента электроны распределены по орбиталям таким образом: $1s^2 2s^2 2p^4$. Укажите, какие из утверждений правильные, а какие — неправильные.
- Этот элемент углерод.
 - Высшая валентность этого элемента равняется 2.
 - В ядре этого элемента 12 нейтронов.
 - В электронной оболочке этого атома заполняется второй энергетический уровень.
- 14.52. Укажите, какие из утверждений правильные, а какие — неправильные.
- Существует атом с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^4$.
 - Радиус атома зависит от количества заполненных энергетических уровней.
 - С увеличением массы ядра радиус атома увеличивается.
 - Существует атом с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$.

- 14.53. При взаимодействии 6,85 г металла с водой выделилось 1,12 л водорода (н. у.). Определите этот металл, зная, что в соединениях он двухвалентный.
- 14.54. При сгорании металла массой 3 г образуется его оксид массой 5,67 г. Степень окисления металла в оксиде равняется +3. Определите металл.
- 14.55. Порядковые номера химических элементов А, Б и В равняются соответственно n , $n+2$, $n+4$.
- 1) Если химический элемент А — самый легкий галоген, то каким химическим элементом будет Б?
 - 2) Если химический элемент В — благородный газ, а Б — металл, то каким химическим элементом будет А?
 - 3) могут ли А, Б и В в виде простых веществ при обычных условиях быть газами?
 - 4) Если химические элементы А и Б входят в одну группу, то каким химическим элементом будет В?
- 14.56. Химические элементы А, Б и С принадлежат к главным подгруппам II, IV и VI групп. Химические элементы А и Б принадлежат к одному периоду и образуют друг с другом два соединения: одно — горючее, а другое — негорючее. Соединения этих трех элементов широко распространены в природе и применяются в производстве строительных материалов. Определите элементы А, Б, С и соединения, о которых речь шла в задаче.
- 14.57. Три элемента А, Б и В расположены в одном периоде. В атоме элемента А число энергетических уровней в два раза меньше, чем число электронов на его внешнем уровне. Элемент Б — наиболее распространенный элемент в природе, с элементом А он образует соединение AE_3 . Элемент В энергично реагирует с водой и образует при этом щелочь. Эти элементы образуют соль состава B_3AE_6 . Назовите все элементы и запишите соответствующие формулы оксида и соли.
- 14.58. Сколько разных по массе молекул $SiCl_4$ могут образовывать атомы кремния и хлора? Относительные атомные массы изотопов кремния 28 и 30, изотопов хлора 35 и 37.

ТЕМА 15. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ, СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

Химическая связь — это взаимодействие атомов, осуществляемое путем обмена электронами или их переходом от одного атома к другому.

Химическая связь, которая возникает в результате образования общих электронных пар, называется ковалентной.

Под энергией связи понимают количество энергии, которую необходимо предоставить, чтобы разорвать 1 моль одинаковых связей. Энергия связи (E) измеряется в кДж/моль.

Химическая связь, которая возникает в результате притяжения противоположно заряженных ионов, называется ионной.

Степень окисления — это условный заряд на атоме в молекуле или кристалле, который мог бы возникнуть на нем, если все полярные связи имели бы ионный характер.

Возможные степени окисления s - и p -элементов

Группа ПС	I	II	III	IV	V	VI	VII
Высшая степень окисления	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Промежуточная степень окисления				+2, 0	+3, 0	+4, +2, 0	+5, +3, +1, 0
Низшая степень окисления	0	0	0	-4	-3	-2	-1

При определении степеней окисления элементов в соединениях следует придерживаться следующих принципов:

1. Степень окисления элемента в простом веществе равняется нулю.
2. Фтор — самый электроотрицательный химический элемент, потому степень окисления фтора во всех соединениях равняется -1.
3. Кислород — самый электроотрицательный элемент после фтора, потому степень окисления кислорода во всех соединениях, кроме фторидов, отрицательная: в большинстве случаев она равняется -2, а в пероксидах -1.
4. Степень окисления водорода в преобладающем количестве соединений равняется +1, а в соединениях с металлами (гидридах) -1.

5. Степень окисления металлов в соединениях всегда положительная.
6. У более электроотрицательного элемента всегда отрицательная степень окисления.
7. Сумма степеней окисления всех атомов в молекуле равняется нулю.

УРОВЕНЬ А

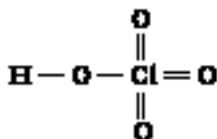
- 15.1. Составьте электронно-точечные формулы атомов натрия, углерода, фтора, кальция, серы, хлора. Определите валентность этих элементов.
- 15.2. Составьте электронно-точечные формулы хлорида натрия, фторида натрия, оксида углерода, фторида углерода, хлорида углерода, фторида кальция, хлорида кальция, сульфида кальция, сульфида углерода, фторида серы, хлорида серы.
- 15.3. Приведите по одному примеру молекул с одинарной, двойной и тройной ковалентной связью.
- 15.4. Какие молекулы называют диполями?
- 15.5. В какой из двух молекул длина связи больше: а) H_2 , I_2 ; б) HCl , HBr ; в) NH_3 , PH_3 ; г) CH_4 , CCl_4 ?
- 15.6. Определите степени окисления элементов в соединениях с водородом: CH_4 , NH_3 , H_2S , HCl , CaH_2 .
- 15.7. Исходя из положения элементов в Периодической системе, определите возможные валентности и степени окисления: а) калия, б) магния; в) брома; г) фосфора; д) серы.
- 15.8. К атомам каких элементов смещены общие электронные пары в соединениях, формулы которых HCl , CO_2 , NH_3 , OF_2 ?
- 15.9. Проставьте степени окисления элементов в соединениях, формулы которых IBr , $TaCl_4$, Se_6 , NE_3 , CS_2 , XeO_4 , CCl_4 , PCl_5 , SnO_2 , CrO_3 , $SbCl_5$, Mn_2O_7 .

УРОВЕНЬ В

- 15.10. Определите знак частичного заряда на атоме хлора в молекулах HCl и ClF . В какой из этих молекул частичный заряд хлора больше абсолютной величины?
- 15.11. Молекула оксида азота(II) — исключение из правила октета. Составьте формулу Льюиса для этой молекулы. Сколько неспаренных электронов она содержит? Сколько электронных пар принимают участие в образовании химической связи в этой молекуле?

- 15.12. Дано три электронных формулы: а) $\text{X}:\ddot{\text{Y}}:$, б) $\ddot{\text{X}}:\ddot{\text{X}}:$, в) $:\ddot{\text{A}}::\ddot{\text{A}}:$. Какие из приведенных формул веществ соответствуют каждой из них: NH_3 , HCl , O_2 , F_2 , N_2 , H_2 , HBr , Cl_2 ?
- 15.13. Выпишите в отдельные столбики формулы веществ с полярной и неполярной связью: S_2 , NH_3 , O_2 , F_2O , F_2 , ClF_3 , P_4 , NO_2 , NO , N_2 .
- 15.14. Запишите формулы веществ в порядке увеличения полярности связи: H_2O , CH_4 , HF , NH_3 .
- 15.15. Напишите структурные формулы оксида кальция, хлорида меди(II), йодида цинка, соляной кислоты, хлора, сероводорода и определите, какие типы связей у этих молекул.
- 15.16. Выпишите отдельно соединения с ковалентной неполярной, ковалентной полярной и ионной связью: F_2 , H_2O , FeCl_3 , O_2 , Al_4C_3 , NH_3 , CO_2 , N_2 , CaF_2 , Ca_3P_2 .
- 15.17. Как и почему изменяется полярность в молекулах галогеноводородов?
- 15.18. Определите степени окисления элементов в веществах: AlF_3 , BaCl_2 , CaS , K_3P , I_3 , N_2O_5 , PbCl_4 , Cl_2O_7 , BrI_3 , NaF , P_4 , CuI_2 , MgS , CF_4 , Ca , CS_2 , Al_4C_3 , PCl_5 , Fe_2S_3 . Дайте названия этим соединениям.
- 15.19. Проставьте степени окисления каждого элемента в формулах соединений: Na_2SO_3 , KClO_3 , NaCl , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NH_4ClO_4 , BaMnO_4 .
- 15.20. Определите степени окисления:
а) кислорода в соединениях: OF_2 , O_3 , O_2 , H_2O_2 , H_2O , CO_2 .
б) марганца в соединениях: Mn , MnO , MnO_2 , K_2MnO_4 , KMnO_4 , Mn_2O_7 .
- 15.21. Напишите схемы строения электронной оболочки атома хлора, который находится в степени окисления -1 , 0 , $+1$, $+3$, $+5$, $+7$.
- 15.22. У элемента со степенью окисления $+2$ такое же строение электронной оболочки, как и у атома неона. Определите элемент.
- 15.23. Определите степень окисления каждого элемента в соединениях: KCl , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
- 15.24. Электроны какого электронного слоя элементов III периода принимают участие в образовании химической связи? Ответ объясните примерами.
- 15.25. За счет электронов какого слоя осуществляется связь между атомами в: а) молекуле водорода; б) молекуле хлора?
- 15.26. Приведите примеры молекул, у которых связь между двумя атомами осуществляется одной, двумя, тремя парами электронов.

- 15.27. Составьте структурные и электронные формулы соединений с водородом следующих элементов: а) селен; б) фосфор; в) кремний; г) бром; д) теллур; е) мышьяк. Какие валентности проявляют элементы в этих соединениях?
- 15.28. К атомам каких элементов смещены общие электронные пары в соединениях, формулы которых HCl , CO_2 , NH_3 , OF_2 ?
- 15.29. Проставьте степени окисления каждого элемента в формулах соединений: Na_2SO_3 , KClO_3 , NaCl , Na_2CrO_4 , NH_4ClO_4 .
- 15.30. Изобразите схемы образования молекул метана, бромоводорода, кислорода и воды с использованием формул Льюиса. Укажите, к атомам каких элементов смещены общие электронные пары в этих соединениях.
- 15.31. В структурной формуле хлорной кислоты проставьте над символами химических элементов степень окисления и валентность.



- 15.32. В каком соединении полярность связи наименьшая: йодоводород, хлороводород, бромоводород, вода, сероводород, хлор, метан CH_4 , фосфин PH_3 ?
- 15.33. Как изменяется в ряду H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te длина, энергия и полярность связи? Почему?
- 15.34. Составьте уравнение реакции серы с: а) кислородом, б) водородом, в) натрием. Расставьте степени окисления элементов, укажите вид связи в каждом из соединений.

УРОВЕНЬ С

- 15.35. Вычислите разницу между электроотрицательностями элементов: LiCl , BeCl , BCl , CCl , NCl , OCl , FCl . Укажите наиболее полярную и наименее полярную связи.
- 15.36. Пользуясь разницей электроотрицательностей, выберите формулу наиболее полярной молекулы: H_2 , HCl , HF , ClF , Cl_2 , F_2 .
- 15.37. Химические элементы главной подгруппы VI группы образуют с водородом молекулы состава H_2R . Как изменяется при увеличении порядкового номера элемента: а) полярность связи HR в этих молекулах; б) длина этой связи?

- 15.38. Определите, в каком ряду пары атомов расположены в порядке возрастания полярности химической связи:
- а) FF , HF , NaF ;
 - б) FF , NaF , HF ;
 - в) NaF , FF , HF ;
 - г) HF , NaF , FF ;
 - д) NaF , HF , FF .
- 15.39. В какой из двух молекул длина связи больше: а) H_2 , I_2 ; б) HCl , HBr ; в) NH_3 , PH_3 ; г) CH_4 , CCl_4 ?
- 15.40. Определите степени окисления элементов в следующих соединениях: Fe_3O_4 , CH_3OH , HCOOH , $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$, $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.
- 15.41. Укажите примеры соединений, в которых у водорода положительная и отрицательная степени окисления.
- 15.42. Определите степень окисления железа в магнитном железняке Fe_3O_4 , и свинца в сурике Pb_3O_4 . К какому классу неорганических соединений относят эти вещества?
- 15.43. Определите тип химической связи в соединениях: NCl_3 , SO_2 , ClF_3 , Br_2 , N_2 , H_2O , CaF_2 , CO_2 , NH_3 , H_2 , OF_2 , O_2 .
- 15.44. Напишите структурные формулы и определите типы химических связей между разными атомами в соединениях: азотная кислота, серная кислота, карбонат кальция, сульфат натрия.
- 15.45. Изобразите структурные формулы следующих молекул: O_3 , H_2O , OF_2 , H_2O_2 . Определите валентности и степени окисления кислорода в этих молекулах.
- 15.46. Приведите формулы веществ, в которых степени окисления водорода и углерода равняются их валентностям.
- 15.47. Составьте уравнение реакции серы: а) с кислородом, б) водородом, в) натрием. Расставьте степени окисления элементов, укажите вид связи в каждом из соединений.
- 15.48. Изобразите электронно-точечные формулы соединений элементов с порядковыми номерами: а) 19 и 35, б) 7 и 7, в) 34 и 8. Назовите вещества, укажите тип связи между атомами.
- 15.49. Изобразите строение электронной оболочки атома хлора, который находится в степени окисления -1 , 0 , $+1$, $+3$, $+5$, $+7$.
- 15.50. Радиус атома брома $1,14 \cdot 10^{-10}$ м. Вычислите длину связи в молекулах брома и бромоводорода, если радиус атома водорода равняется $0,30 \cdot 10^{-10}$ м.
- 15.51. Найдите ковалентный радиус атомов элементов, исходя из следующих длин связей: а) HH — $0,074$ нм; б) FF — $0,142$ нм; в) ClCl — $0,199$ нм; г) BrBr — $0,228$ нм; д) II — $0,266$ нм.

- 15.52. Вычислите длину связи в соединении брома с хлором BrCl ?
- 15.53. От каких факторов зависит прочность (энергия разрыва) и электроотрицательность химической связи?

ТЕМА 16. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Типы кристаллических решеток

Сравнительные признаки	Типы кристаллических решеток			
	атомная	молекулярная	ионная	металлическая
Типы частиц в узлах решетки	Атомы	Молекулы	Ионы	Атомы металлов
Вид химической связи между атомами	Ковалентная полярная и ковалентная неполярная	Ковалентная полярная и ковалентная неполярная	Ионная	Металлическая
Природа химических элементов	Разные неметаллы, одинаковые атомы неметаллов	Разные неметаллы, одинаковые атомы неметаллов	Типичные металлы и типичные неметаллы	Металлы
Примеры веществ	Кремнезем, алмаз	Хлороводород, йод	Хлорид натрия, фторид калия	Медь, натрий и прочие
Физические свойства	Твердые, тугоплавкие, не летучие, не проводят эл. ток, не растворимые в воде	Летучие, легкоплавкие, чаще растворяются в воде, раствор проводит эл. ток. Летучие, легкоплавкие, некоторые могут растворяться в воде, раствор и расплав эл. ток не проводят	Твердые, тугоплавкие, не летучие, чаще всего хорошо растворимые, раствор и расплав проводят эл. ток.	Пластические, электро- и теплопроводные.

**Положение *s*- и *p*-элементов в Периодической системе
и типы кристаллических решеток их простых веществ**

Период	Группа							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1							H ₂	He
2	Li	Be	B	C	N ₂	O ₂	F ₂	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P ₄	S ₈	Cl ₂	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br ₂	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I ₂	Xe
Тип кристаллической решетки	металлическая			атомная			молекулярная	

УРОВЕНЬ А

- 16.1. Как вы понимаете термин «узел кристаллической решетки»?
- 16.2. Назовите общие свойства всех твердых веществ.
- 16.3. Чем отличаются кристаллические вещества от аморфных? Приведите примеры кристаллических и аморфных веществ.
- 16.4. Как вы понимаете термин «кристаллическая решетка»?
- 16.5. Какие кристаллические решетки по типу частичек, из которых они состоят, выделяют?
- 16.6. Какие физические свойства характерны для веществ с кристаллической решеткой: а) металлической; б) ионной; в) молекулярной; г) атомной?
- 16.7. Приведите по одному примеру твердых веществ, которые при нагревании: а) разлагаются; б) плавятся; в) сублимируют.
- 16.8. Какие типы химических связей образуются в веществах с кристаллическими решетками: а) атомными; б) ионными; в) молекулярными?
- 16.9. Какими химическими связями удерживаются: а) атомы в молекуле; б) молекулы в молекулярном кристалле; в) ионы в ионном кристалле; г) атомы в атомном кристалле?

УРОВЕНЬ В

- 16.10. Зависит ли тип кристаллической решетки от типа связи между частичками, которые составляют кристалл?
- 16.11. Какое свойство не характерно для веществ с ионными кристаллическими решетками: хорошая растворимость в воде; низкие температуры плавления, прочность? Почему?
- 16.12. Определите степень окисления, валентность и координационное число атомов углерода в алмазе и графите.
- 16.13. Объясните, почему у кварца SiO_2 и углекислого газа CO_2 совсем разные физические свойства, несмотря на подобный состав.
- 16.14. Из приведенного ниже списка выпишите отдельно формулы веществ с кристаллическими решетками: а) атомной; б) ионной; в) металлической; г) молекулярной. CaBr_2 , Cu , O_2 (тв.), CuO , Br_2 (тв.), C (алмаз), Ba , NaNO_3 , HCl (тв.), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, CO_2 (тв.), H_2O (тв.).
- 16.15. Почему пластинка из кремния или германия при сильном ударе разлетается на куски, а из олова или свинца только деформируется? Объясните, в каком случае и почему происходит разрушение химической связи.

УРОВЕНЬ С

- 16.16. Сравните электронные конфигурации углерода и свинца. Почему удалить электрон из внешнего уровня углерода тяжелее, чем свинца? Почему алмаз является неметаллом, а свинец — металлом?
- 16.17. Белый фосфор плавится при 44°C , а красный фосфор — при значительно более высокой температуре. Какой вывод можно сделать о типах их кристаллических решеток?
- 16.18. Температура плавления карборунда (карбид кремния SiC) 2830°C и по твердости он близок к алмазу. Какой тип кристаллической решетки у этого вещества?
- 16.19. Ванилин — бесцветное кристаллическое вещество с приятным запахом. Какой тип кристаллической решетки у этого вещества?
- 16.20. Некоторое бесцветное вещество хорошо растворяется в воде и имеет высокую температуру кипения. Выскажите предположение о типе его кристаллической решетки. Имеет ли это вещество запах?

16.21. Заполните пробелы в таблице:

Свойства веществ	Тип кристаллической решетки			
	атомная	ионная	молекулярная	металлическая
Температуры плавления и кипения	Высокие	?	?	Чаще всего высокие
Запах	Не имеют	?	?	?
Растворимость в воде	?	Многие растворимые	Некоторые растворимые	Нерастворимые
Примеры веществ	?	?	?	?

16.22. Заполните таблицу:

Вещество	Тип химической связи	Тип кристаллической решетки	Структурные частицы	Физические свойства
NaCl				
H ₂ O				
I ₂				

ТЕМА 17. РАСТВОРЫ. МАССОВАЯ ДОЛЯ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА

Растворы		
Грубодисперсные системы	Коллоидные растворы	Истинные растворы
Размер частичек $10^{-7} \text{ м} < r < 10^{-6} \text{ м}$ (вещество находится в виде небольших частичек)	Размер частичек $10^{-9} \text{ м} < r < 10^{-7} \text{ м}$ (вещество находится в виде агрегатов нескольких молекул)	Размер частичек $r < 10^{-9} \text{ м}$ (вещество находится в виде отдельных молекул или ионов)
Непрозрачные	Прозрачные	Прозрачные
Зависшие частички не проходят через бумажный фильтр	Зависшие частички проходят через бумажные фильтры, не проходят через пергаментные фильтры	Фильтрованием разделить невозможно
Неустойчивые во времени, довольно быстро зависшие частички оседают на дне или всплывают на поверхность	Относительно стойкие, однако со временем стареют. Могут существовать от нескольких часов до нескольких столетий	Стойкие во времени, не стареют, могут существовать бесконечно долго, если не происходит химических реакций.
Мутные	Дают конус Тиндаля	Оптически пустые
Примеры: взвесь мула в реке, взвесь извести, эмульсии масла в воде (молоко)	Примеры: чай, кофе.	Примеры: раствор соли, сахара

Растворы — это однородные (гомогенные) смеси сменного состава, которые состоят из нескольких компонентов и продуктов их взаимодействия.

Ионы или молекулы, окруженные молекулами растворителя, называют сольватами или, в случае водных растворов, гидратами.

Таким образом, в процессе растворения можно выделить три стадии:

- 1) взаимодействие частичек растворяемого вещества с молекулами растворителя — сольватация (в случае водных растворов — гидратация);

- 2) разрушение структуры вещества, которое растворяется — разрушение кристаллической решетки — ионизация;
- 3) распределение сольватированных частичек в объеме растворителя — диффузия.

Растворимость — это свойство вещества растворяться в воде или в другом растворителе.

Если концентрация вещества меньше его границы растворимости, то такие растворы называют ненасыщенными, а если больше — насыщенными.

Так, растворимость твердых и жидких веществ с повышением температуры увеличивается, а с снижением температуры — уменьшается. Для газообразных веществ наблюдается обратная зависимость: с повышением температуры их растворимость уменьшается, а с снижением — увеличивается.

Массовая доля растворенного вещества (ω) — это величина, которая равняется отношению массы растворенного вещества к массе раствора.

$$\omega = \frac{m_{\text{вещ-ства}}}{m_{\text{раствора}}} \text{ или } \omega = \frac{m_{\text{вещ-ства}}}{m_{\text{раствора}}} \cdot 100 \% = \frac{m_{\text{вещ-ства}}}{m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{вещ-ства}}} \cdot 100 \%.$$

Массовая доля — величина безразмерная и чаще выражается в процентах.

Мольная частица (χ) — это величина, которая равняется отношению количества растворенного вещества к суммарному количеству вещества растворителя и растворенного вещества.

$$\chi = \frac{n_{\text{вещ-ства}}}{n_{\text{растворителя}} + n_{\text{вещ-ства}}} \text{ или } \chi = \frac{n_{\text{вещ-ства}}}{n_{\text{вещ-ства}} + n_{\text{растворителя}}} \cdot 100 \%.$$

Молярность раствора (C) — это величина, которая равняется отношению количества растворенного вещества к объему раствора.

$$C = \frac{n_{\text{вещ-ства}}}{V_{\text{раствора}}}.$$

Единица измерения молярности раствора — моль/л. Обозначается $C = 1$ моль/л; $C = 0,02$ моль/л или $C = 1\text{M}$; $C = 0,02\text{M}$. Молярность раствора часто называют также молярной концентрацией.

Моляльность раствора (C_m или m) — это величина, которая равняется отношению количества растворенного вещества к массе растворителя, выраженной в килограммах.

$$C_m = \frac{n_{\text{вещ-ства}} (\text{моль})}{m_{\text{растворителя}} (\text{кг})} \text{ или } C_m = \frac{1000 \cdot n_{\text{вещ-ства}} (\text{моль})}{m_{\text{растворителя}} (\text{г})}.$$

Единица измерения моляльности раствора — моль/кг или моль/1000 гр. Моляльность растворов не зависит от температуры раствора в отличие от молярности или нормальности, так как масса растворителя (или раствора) в отличие от объема не зависит от температуры окружающей среды.

Нормальность раствора (N или C_n) — величина, которая равняется отношению количества вещества эквивалента растворенного вещества к объему раствора.

Рассчитывается по той же формуле, что и молярность раствора, только вместо количества вещества подставляется количество вещества эквивалента. Обозначается $N = 1$ моль/л или $N = 1$ моль (экв/л) или $N = 1$ н.

При решении многих задач полезно переходить от молярности к массовой доле. Эти величины связаны таким образом:

$$C = \frac{10 \cdot \omega(\text{вещества}) \cdot \rho}{M(\text{вещества})}; \quad \omega(\text{вещества}) = \frac{C \cdot M(\text{вещества})}{10 \cdot \rho},$$

где M — молярная масса растворенного вещества, ρ — плотность раствора в г/л.

УРОВЕНЬ А

- 17.1. Запись $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ обозначает: а) состав раствора соды, б) сода находится в виде кристаллогидрата с 10 молекулами воды, в) в растворе вокруг молекулы соды находится 10 молекул воды.
- 17.2. Сульфат меди(II) существует в природе в виде кристаллогидрата $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Сколько молекул воды приходится на одну молекулу сульфата меди: а) 1, б) 4, в) 5?
- 17.3. Какую массу хлорида меди(II) надо добавить к 240 г воды, чтобы получить 300 г раствора этой соли: а) 300 г, б) 240 г, в) 60 г.
- 17.4. В водном растворе сульфата натрия массой 120 г находится 20 г этой соли. Чему равняется масса воды: а) 120 г, б) 100 г, в) 140 г?
- 17.5. В воде массой 170 г растворили 40 г поваренной соли. Чему будет равняться масса раствора, который образовался: а) 210 г, б) 170 г, в) 130 г?
- 17.6. Раствор массой 60 г содержит нитрат меди(II) массой 5 г. Определите массовую долю этой соли в растворе.
- 17.7. Какая масса серной кислоты находится в 150 г ее раствора, если массовая доля кислоты в этом растворе равняется 0,25?

- 17.8. Найдите массу раствора, в котором содержится фторид натрия массой 28 г, если известно, что массовая доля этой соли в растворе равняется 12 %.
- 17.9. В воде массой 150 г растворили нитрат железа(II) массой 50 г. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.
- 17.10. Найдите массовую долю (в %) сахара в стакане, если в нем на 200 г воды приходится 3 чайные ложки сахара. Масса сахара в одной чайной ложке равняется приблизительно 10 г.
- 17.11. Найдите массовую долю сульфата меди и кристаллизационной воды в медном купоросе $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- 17.12. Из раствора массой 1 кг с массовой долей серной кислоты 2 % испарили 200 г воды. Определите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.
- 17.13. К раствору массой 500 г с массовой долей гидроксида натрия 5 % долили 250 г воды. Определите массовую долю полученного раствора.
- 17.14. Выпишите отдельно вещества, которые растворяются в воде и которые с ней взаимодействуют: калий, медь, оксид натрия, оксид алюминия, кальций, золото, оксид кальция, углекислый газ, серебро, хлорид натрия, оксид кремния, стекло, мел, древесина, уксус, железо, сахар, медный купорос, кислород.
- 17.15. Какая концентрация раствора, полученного растворением 5 г поваренной соли в 45 г воды?
- 17.16. Путем выпаривания 20 г раствора было получено 4 г соли. Какой концентрации был раствор?
- 17.17. Сколько граммов поваренной соли и воды надо взять, чтобы получить: а) 100 г 10 %-го раствора; б) 200 г 15 %-го раствора?
- 17.18. Содержание солей в морской воде достигает 3,5 %. Сколько граммов соли останется после выпаривания 10 кг морской воды?
- 17.19. Какое содержание воды в процентах в кристаллогидратах, формулы которых $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$?
- 17.20. Чего больше по массе, воды или безводной соли, в кристаллической соде $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?

УРОВЕНЬ В

- 17.21. Медицинский спирт состоит из 96 % этилового спирта и 4 % воды. Какое вещество в этом случае является растворителем?
- 17.22. Рассчитайте массу ортофосфорной кислоты, которая содержится в 280 мл 6 % раствора этой кислоты. Плотность раствора 1,036 г/мл.

- 17.23. Какую массу раствора с массовой долей гидроксида натрия 30 % нужно смешать с 600 г воды для получения раствора с массовой долей NaOH 10 % ?
- 17.24. Какую массу раствора серной кислоты с массовой долей H_2SO_4 24 % нужно смешать с 100 г раствора этой кислоты с массовой долей 10 %, чтобы получить 12 % раствор?
- 17.25. Есть два раствора гидроксида калия: один — с массовой долей KOH 40 %, другой — с массовой долей KOH 10 %. Определите, какую массу каждого раствора нужно взять для приготовления 600 г 20 %-го раствора щелочи?
- 17.26. В воде растворили 11,2 г гидроксида калия. Объем раствора довели до 250 мл. Найдите, какое количество вещества KOH находится в 1 литре такого раствора.
- 17.27. Один миллилитр раствора с массовой долей 0,25 содержит 0,458 г растворенного вещества. Какая плотность этого раствора?
- 17.28. В воде массой 40 г растворили железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ массой 3,5 г. Определите массовую долю сульфата железа(II) в полученном растворе.
- 17.29. В воде массой 200 г растворили 44,8 л аммиака. Рассчитайте массовую долю аммиака в полученном растворе.
- 17.30. В каком объеме воды (плотность 1 г/мл) нужно растворить 62 г кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, чтобы получить раствор с массовой долей тиосульфата натрия, которая равняется 10 % .
- 17.31. Смешали 10 мл раствора с плотностью 1,056 г/мл и с массовой долей азотной кислоты 10 % и 100 мл раствора с плотностью 1,184 г/мл и с массовой долей этой же кислоты 30 % . Вычислите массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.
- 17.32. Коэффициент растворимости нитрата калия при 60 °С равняется 110 г в 100 г воды. Определите массовую долю соли в насыщенном при этой температуре растворе.
- 17.33. Определите коэффициент растворимости хлорида калия при 25 °С, если для приготовления насыщенного раствора при этой температуре на 25 г воды нужна соль массой 8,75 г.
- 17.34. В насыщенном при 90 °С растворе бихромата калия массовая доля этой соли составляет 45,2 %. Рассчитайте коэффициент растворимости $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ при этой температуре.
- 17.35. Путем выпаривания досуха 200 г насыщенного при 10 °С раствора хлорида натрия получено 52,6 г соли. Чему равняется растворимость хлорида натрия в воде при 10 °С?

- 17.36. При некоторых заболеваниях в кровь вводят 0,85-процентный раствор поваренной соли, названный физиологическим раствором. Вычислите: а) сколько граммов воды и соли нужно взять для получения 5 кг физиологического раствора; б) сколько граммов соли вводится в организм при вливании 400 г физиологического раствора.
- 17.37. Очищенный винный спирт содержит 4 % воды по массе. Сколько граммов воды в 1 л спирта? (ρ спирта около 0,8 г/мл.)
- 17.38. Сколько граммов воды выделится при прожаривании 644 г глауберовой соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?
- 17.39. Сколько граммов воды соединится с 28,4 мг безводного сульфата натрия Na_2SO_4 при образовании кристаллогидрата составом $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?
- 17.40. При применении цинка как микроудобрения его вносят из расчета около 4 кг сульфата цинка $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на гектар. Сколько это составляет в перечислении на безводную соль?
- 17.41. В щелочных аккумуляторах применяется раствор гидроксида калия. При 20 °С для приготовления 500 мл такого раствора было использовано 133 г гидроксида калия и 470 мл воды. Определите плотность полученного раствора и его процентную концентрацию.

УРОВЕНЬ С

- 17.42. Являются ли чай, кофе, молоко истинными растворами? Как это доказать?
- 17.43. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, если известно, что на 20 моль воды приходится 1,5 моль кислоты.
- 17.44. В одном объеме воды при температуре 20 °С и атмосферном давлении растворяется 2,5 объема сероводорода. Вычислите массовую долю сероводородной кислоты в насыщенном при этой температуре растворе. (Предположите, что объем раствора при растворении сероводорода не изменился). Как можно увеличить растворимость сероводорода в воде?
- 17.45. Какая масса сульфата калия выпадет в осадок из 400 г раствора, насыщенного при 80 °С, при охлаждении его до 20 °С? Растворимость сульфата калия составляет 21,4 г при 80 °С и 11,1 г при 20 °С.
- 17.46. Колба заполнена сухим аммиаком при нормальных условиях. Потом колбу заполнили водой, в которой полностью растворили аммиак. Определите массовую долю аммиака в растворе, который образовался.

- 17.47. Какую массу кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо добавить к 100 мл 8 %-го раствора сульфата натрия (плотность 1,07 г/мл), чтобы удвоить массовую долю вещества в растворе?
- 17.48. Из 500 г раствора с массовой долей сульфата железа(II) 40 % при охлаждении выпало в осадок 100 г его кристаллогидрата $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Определите массовую долю вещества в растворе, который остался.
- 17.49. Смешали раствор объемом 200 мл с массовой долей серной кислоты 80 %, плотностью 1,732 г/мл и 100 г раствора 30 %-го олеума. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, который образовался.
- 17.50. Растворимость хлората калия при 70 °С равняется 30,2 г, а при 30 °С — 10,1 г в 100 г воды. Какая масса хлората калия выделится с 70 г насыщенного при 70 °С раствора, если его охладить до 30 °С?
- 17.51. Определите массу кристаллогидрата сульфата натрия $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, который выпадает в осадок при охлаждении 513,2 г насыщенного при 80 °С раствора до 10 °С. Растворимость безводного сульфата натрия при 80 °С равняется 28,3 г, а при 10 °С — 9 г в 100 г воды.
- 17.52. Растворимость безводного ацетата натрия при 100 °С в воде 40,8 г, а при 600 °С — 98 г. В кристаллическом ацетате натрия на одну молекулу ацетата приходится три молекулы воды. Рассчитать, сколько нужно кристаллического ацетата натрия и раствора, насыщенного при 100 °С, для получения 315 г раствора, насыщенного при 600 °С?
- 17.53. Есть ненасыщенный раствор нитрата калия. Укажите три способа, с помощью которых из него можно приготовить насыщенный раствор.
- 17.54. Есть насыщенный при 10 °С раствор хлорида калия. Укажите два способа, с помощью которых из него можно приготовить ненасыщенный раствор.
- 17.55. Древнеримский ученый Плиний Старший (I в. н. э.) в «Естественной истории в 37 книгах» писал: «... существует своеобразный факт, что, если ввести в 5 весовых частей воды больше одной весовой части соли (поваренной), которую растворяет действие воды, будет израсходовано и больше соли уже не растворится». Рассчитайте коэффициент растворимости и процентную концентрацию соли по данным Плиния.

- 17.56. Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при нагревании до 128°C теряет $3/4$ своей воды по массе, превращаясь в другой гидрат, жженный гипс. Какая формула жженного гипса?
- 17.57. Русским химиком Т. Ловицем в 1796 г. впервые был получен кристаллогидрат гидроксида калия. Какая формула этого кристаллогидрата, если известно, что он содержит $39,1\%$ воды по массе?
- 17.58. В медицинской практике для промывания ран и полоскания горла применяется $0,5\%$ -й раствор перманганата калия. Сколько граммов насыщенного раствора, который содержит $6,4$ г этой соли в 100 г воды, и чистой воды необходимо для приготовления 1 л $0,5\%$ -го раствора? ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$.)
- 17.59. Уксусная эссенция — 80% -й раствор уксусной кислоты CH_3COOH . Какую массу этой эссенции и воды необходимо взять для приготовления 200 мл 3% -го раствора уксуса, применение которого — приправы к пище? Плотность эссенции можно принять равной 1 г/см^3 .
- 17.60. Электрическая проводимость фтороводорода ничтожно мала, а водный раствор его проводит электрический ток. Чем это можно объяснить?
- 17.61. Почему хлороводородную кислоту приходится хранить не в стальных, а в стеклянных или керамических сосудах, в то время как для безводной серной кислоты пригодны железные контейнеры?
- 17.62. Раствор хлороводорода в бензоле не проводит электрический ток и не действует на цинк. Чем это можно объяснить?
- 17.63. Из приведенных оснований укажите самые сильные: а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$; б) RbOH , NaOH , KOH , LiOH ; в) $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH . Ответ объясните.
- 17.64. Какие из соединений: аммиак, сероводород, фосфин, селеноводород — при растворении в воде способны присоединять и какие отщеплять протоны?
- 17.65. Какая из кислородсодержащих кислот хлора самая сильная: хлористая HClO_4 , хлорноватая HClO_3 , хлорноватистая HClO_2 или хлорная HClO — и почему? Проверьте свои соображения по справочнику.
- 17.66. Можно ли сказать, что сила кислоты в воде определяется тем, насколько она полно отдает протон воде, а сила основания — насколько полно она захватывает протон? Ответ объясните.

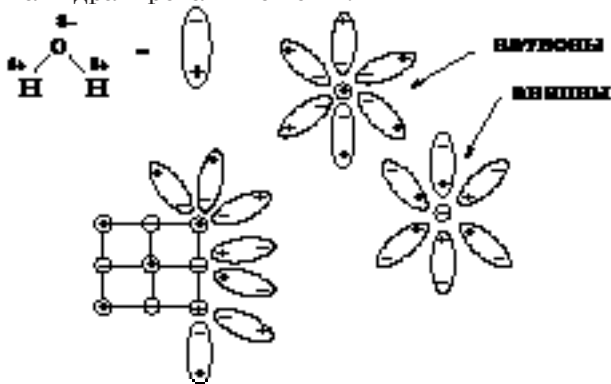
- 17.67. Около 100 лет тому назад был проделан следующий опыт. Раствор соли калия пропускали через почву, промытую чистой водой и помещенную в горшок с отверстием на дне. Вода, которая вытекала, была подвергнута анализу. Оказалось, что она представляет собой раствор соли кальция. Объясните, что случилось.

ТЕМА 18. ЭЛЕКТРОЛИТЫ. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. РЕАКЦИИ ОБМЕНА

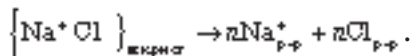
Электролиты — это вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток.

К электролитам принадлежат вещества ионного строения, а также вещества с полярной ковалентной связью: большинство солей, кислот, оснований, а также некоторые оксиды. К неэлектролитам принадлежат многие органические соединения, в частности сахар, спирты и так далее.

При растворении происходит процесс гидратации ионов в кристаллической решетке и следующем распаде кристалла под действием растворителя на гидратированные ионы.



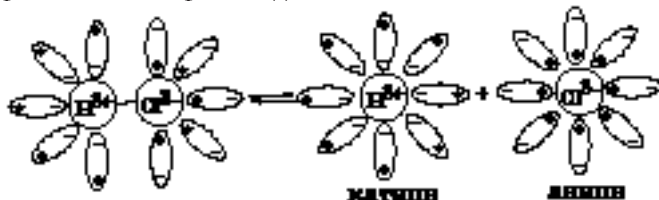
Таким образом, электролитическая диссоциация ионных соединений является фактически процессом разрушения кристаллической решетки и его можно описать следующим уравнением:



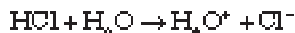
Но для упрощения электролитическую диссоциацию описывают так:



Процесс электролитической диссоциации соединений с ковалентной полярной связью происходит немного иначе



В виде уравнения процесс диссоциации хлороводорода можно записать следующим образом:



или упрощенно:

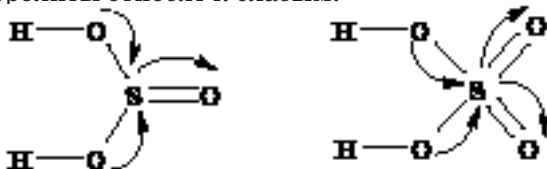


Электролитическая диссоциация — это процесс распада молекул на ионы (положительно заряженные катионы и отрицательно заряженные анионы) при растворении за счет дополнительной поляризации ковалентной полярной связи под действием молекул растворителя.

С точки зрения теории электролитической диссоциации Аррениуса, кислотами называются соединения, при диссоциации которых образуются ионы водорода.

С точки зрения теории электролитической диссоциации Аррениуса, основаниями называются соединения, при диссоциации которых образуются гидроксид — ионы.

Все электролиты делятся на сильные и слабые электролиты. Сильные электролиты в растворах диссоциируют полностью, а слабые — частично, то есть часть молекул остается в недиссоциированном состоянии. К сильным электролитам относят все соли (за редким исключением), щелочи (гидроксиды щелочных металлов, а также бария, стронция и кальция) и некоторые кислоты (HCl , HBr , HI , HNO_3 , H_2SO_4 ($p < -5$)). Другие электролиты относят к слабым.



Чем большее число атомов кислорода, которые не входят в группу OH, тем полярнее связь и сильнее кислота.

Зависимость силы кислот от соединения кислотного остатка

Кислота	Формула		N	Характер электролита
	H_nEO_{m-n}	$E(OH)_mO_n$		
Серная	H_2SO_4	$S(OH)_2O_2$	2	сильный
Сернистая	H_2SO_3	$S(OH)_2O$	1	слабый
Азотная	HNO_3	$N(OH)O_2$	2	сильный
Азотистая	HNO_2	$N(OH)O$	1	слабый
Угольная	H_2CO_3	$C(OH)_2O$	1	слабый
Ортофосфорная	H_3PO_4	$P(OH)_3O$	1	слабый
Гипохлоритная	$HOCl$	$Cl(OH)$	0	слабый
Хлоритная	$HOCl_2$	$Cl(OH)O$	1	слабый
Хлоратная	$HOCl_3$	$Cl(OH)O_2$	2	сильный
Хлорная	$HOCl_4$	$Cl(OH)O_3$	3	сильный

Степень диссоциации называется отношение числа молекул, которые распались на ионы (продиссоциировавших), к общему числу растворенных молекул.

$$\alpha = \frac{\text{число распавшихся молекул}}{\text{общее число молекул в растворе}} = \frac{N_{\text{дис}}}{N_0} = \frac{n_{\text{дис}}}{n_0}.$$

Константой диссоциации:

$$K_{\text{дис}} = \frac{n_{\text{и}}}{n_{\text{молекулы}}} = \frac{[Kat^+][An^-]}{[KatAn]}.$$

При составлении ионных уравнений реакций следует придерживаться следующего алгоритма:

1. Составить молекулярное уравнение реакции (все вещества — реагенты и продукты — записываются в виде молекул) и расставить в нем коэффициенты.

2. Составить полное ионное уравнение реакции. Для этого вместо записи молекул всех веществ, которые являются сильными электролитами, надо записать ионы, в виде которых они существуют в растворах, с учетом расставленных коэффициентов.
3. Составить сокращенное ионное уравнение реакции (иногда его называют ионно-молекулярным уравнением реакции). Для этого в полном ионном уравнении необходимо сократить в левой и правой частях уравнения одинаковые ионы.

УРОВЕНЬ А

- 18.1. Какие частички образуются при диссоциации азотной кислоты HNO_3 : а) H^+ и NO_3^- , б) H^+ , N^{5+} и O^{2-} , в) HN^{3+} и O^{2-} ?
- 18.2. Какие частички образуются при диссоциации гидроксида натрия NaOH : а) Na^+ , O^{2-} и H^+ , б) Na^+ и OH^- , в) Na^- и H^+ ?
- 18.3. Какие частички образуются при диссоциации сульфата натрия Na_2SO_4 : а) Na_2S и O^{2-} , б) Na^+ , S^{4-} и O^{2-} , в) Na^+ и SO_4^{2-} ?
- 18.4. Запишите уравнение диссоциации тех электролитов, которые образуют хлорид — ионы: SrCl_2 , KClO_3 , BaCl_2 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, HClO_4 , MgOHCl .
- 18.5. Выпишите отдельно вещества электролиты и неэлектролиты: HCl , Ca , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Fe_2O_3 , NaOH , CO_2 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, P_2O_5 , H_2O , H_2SeO_4 . Напишите уравнение диссоциации электролитов.
- 18.6. Какие из перечисленных кислот будут диссоциировать ступенчато: HCl , H_2CO_3 , HNO_3 , H_2S , H_3PO_4 , HCl , H_2SO_4 ? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
- 18.7. Приведите примеры веществ, которые образуют в водном растворе цветные ионы: а) катионы, б) анионы.
- 18.8. Рассчитайте, сколько молекул электролита продиссоциировало из каждых 120 продиссоциировавших молекул, если степень диссоциации составляет 95 %.
- 18.9. Степень диссоциации электролита равняется 70 %. Сколько молекул, диссоциированных на ионы, приходится в растворе на каждые 20 молекул электролита?
- 18.10. Определите, сколько молекул электролита продиссоциировало в растворе, если степень диссоциации электролита равняется 0,1, а в раствор было введено 3,01·10²⁰ молекул.
- 18.11. У каких из перечисленных ниже жидкостей заметна электрическая проводимость: а) спирт; б) водный раствор поваренной соли; в) дистиллированная вода; г) водный раствор сахара?

- 18.12. Какие из приведенных ниже жидкостей заметно проводят электрический ток: а) 100 % серная кислота; б) водный раствор азотной кислоты; в) раствор азота в воде; г) водный раствор гидрогенсульфата натрия?
- 18.13. Как называются и чем отличаются между собой частицы, изображенные символами: а) Cl^- , Cl , Cl_2 ; б) SO_4 , SO_4^{2-} ; в) Na , Na^+ ; г) S , S^{2-} ?
- 18.14. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) бромида калия; б) гидроксида калия; в) азотной кислоты; г) фторида натрия?
- 18.15. Какие ионы содержатся в водных растворах: а) нитрата алюминия; б) сульфата алюминия; в) йодоводорода?
- 18.16. Напишите уравнение электролитической диссоциации в водных растворах следующих веществ: а) сульфата калия; б) хлорида кальция; в) бромоводорода.
- 18.17. Составьте уравнение электролитической диссоциации веществ, формулы которых $\text{Ba}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 , KCl , NaHSO_4 .
- 18.18. Составьте уравнение электролитической диссоциации: а) сульфата меди(II); б) хлорида кальция; в) гидроксида натрия.
- 18.19. На сколько ионов распадается при полной диссоциации молекула каждого из электролитов, формулы которых: а) H_2SO_4 ; б) $\text{Sr}(\text{OH})_2$; в) H_3PO_4 ?
- 18.20. Какие из приведенных ниже веществ при электролитической диссоциации образуют хлорид-ионы: а) хлорид калия; б) бертолетова соль KClO_3 ; в) перхлорат калия KClO_4 ; г) нашатырь NH_4Cl ? С помощью какого раствора можно доказать присутствие хлорид-ионов в растворах указанных вами солей?
- 18.21. В растворе уксусной кислоты содержится в виде ионов 0,001 г водорода и 0,1 моль недиссоциированных молекул кислоты. Какая степень диссоциации уксусной кислоты в этом растворе?
- 18.22. Что представляют собой ионы водорода с точки зрения теории строения атомов? Как определяют их избыток в водном растворе?

УРОВЕНЬ В

- 18.23. Изменится ли электропроводность воды при пропускании через нее: а) азота, б) оксида азота(II), в) оксида азота(IV).
- 18.24. Какие электролиты надо растворить в воде (назвать не менее шести), чтобы образовались такие ионы: H^+ , Cl^- , S^{2-} , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} ? Запишите их молекулярные формулы, назовите эти вещества и запишите уравнения их диссоциации.

- 18.25. Какие ионы (попарно) будут связываться в малодиссоциирующие вещества в растворе, который содержит ионы: H^+ , Ba^{2+} , OH^- , Cu^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , Cl^- , Mg^{2+} ? Объясните причину, запишите уравнения реакций.
- 18.26. Выберите реактив, с помощью которого можно определить каждую пару электролитов в растворе: а) NaCl и Na_2S , б) K_2SO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, в) Na_2CO_3 и K_2SO_4 , г) CaCO_3 и K_2CO_3 .
- 18.27. Определите, какая масса осадка, который выпал, при сливании раствора, который содержит 65 г хлорида железа(III), и 200 г раствора с массовой долей гидроксида натрия 0,24?
- 18.28. Какое количество вещества ионов водорода содержится в 1000 г 0,4 % раствора плавиковой кислоты, если степень диссоциации составляет 2,0 %?
- 18.29. Приведите примеры реакций в молекулярной и ионной форме, в которых ион хлора превращается: а) в газообразный продукт реакции, б) в осадок, в) останется без перемен, но реакция пройдет до конца.
- 18.30. Какой объем воды необходимо добавить к оксиду бария массой 80 г, чтобы образовался раствор щелочи с массовой долей $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,05? ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$)
- 18.31. Какое количество вещества хлорида серебра может быть получено при смешивании раствора объемом 120 мл с массовой долей соляной кислоты 10 % и плотностью 1,05 г/мл с раствором нитрата серебра с концентрацией соли 5 % объемом 200 мл.
- 18.32. Смешали 140 г 5,72 % -го раствора гидроксида натрия и 180 г 5,45 % -го раствора ортофосфорной кислоты. Какая соль, и в каком количестве образуется?
- 18.33. Закончите уравнения практически возможных реакций в молекулярном и ионном виде:
- | | |
|---|--|
| а) $\text{HNO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots$; | б) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \dots$; |
| в) $\text{AgNO}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \dots$; | г) $\text{NaOH} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \dots$; |
| д) $\text{BaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$; | е) $\text{CaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; |
| ж) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \dots$; | з) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$; |
| и) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; | к) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \dots$; |
| л) $\text{BaSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; | м) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow \dots$ |
- 18.34. Определите содержание ионов натрия в одном литре раствора, если в 5 л его растворили 2 моль сульфата натрия, 0,5 моль хлорида натрия и 0,5 моль нитрата натрия.

- 18.35. Можно ли приготовить водный раствор, если растворенное вещество содержало бы только: а) SO_3 ; б) SO_3^{2-} ; в) Na ; г) Na^+ ; д) Cl^- ; е) Cl_2 , ж) Ca^{2+} ? Ответ объясните.
- 18.36. Как практически осуществить процессы, которые выражаются следующими уравнениями:
- $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$;
 - $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$;
 - $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$;
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$;
 - $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$;
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$;
 - $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$?
- 18.37. Напишите формулы веществ, которые при растворении в воде диссоциируют на ионы: а) Ba^{2+} и OH^- ; б) Ca^{2+} и NO_3^- ; в) Al^3+ и SO_4^{2-} ; г) Mg^{2+} и ClO_4^- ; д) K^+ и CrO_4^{2-} ; е) Fe^{2+} и NO_3^- ; ж) Fe^{3+} и ClO_4^- .
- 18.38. Окрашивают ли раствор: а) ионы кальция; б) ионы меди; в) сульфат-ионы; г) нитрат-ионы; д) ионы серебра; е) йодид-ионы; ж) бромид-ионы; з) ионы калия; и) ионы CO_3^{2-} ?
- 18.39. От каких факторов зависит степень диссоциации электролита в водном растворе? Ответ объясните примерами.
- 18.40. В 1 л раствора содержится 1 моль нитрата калия и 1 моль хлорида натрия. Из каких двух других солей можно приготовить раствор такого же состава?
- 18.41. В 1 л раствора содержится 2 моль хлорида натрия и 1 моль серной кислоты. Из каких двух других веществ можно приготовить раствор такого же состава?
- 18.42. Средняя концентрация солей в морской воде выражается следующими числами (по массе): хлорид натрия — 2,91 %, сульфат кальция — 0,13 %, хлорид магния — 0,41 %, сульфат калия — 0,09 %, сульфат магния — 0,18 %. Напишите соответствующий им ряд катионов по уменьшению их содержания в морской воде.
- 18.43. В каком молярном соотношении нужно взять хлорид калия и сульфат калия, чтобы получить растворы с одинаковым содержанием ионов K^+ ?
- 18.44. В каком молярном соотношении нужно взять сульфат магния и сульфат алюминия, чтобы получить растворы с одинаковым содержанием ионов SO_4^{2-} ?

- 18.45. Напишите в ионной форме уравнения реакций, представленных следующими схемами:
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{KNO}_3$;
 - $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 - $\text{HNO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HNO}_3$;
 - $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{AgCl}$;
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{SrSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
- 18.46. Напишите ионные уравнения реакций, которые проходят при попарном сливании растворов солей, формулы которых Ag_2SO_4 , BaCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_3PO_4 .
- 18.47. Напишите ионные уравнения реакций, которые проходят при попарном сливании растворов солей, формулы которых AgNO_3 , Na_2CO_3 , CaCl_2 , K_3PO_4 . В каких случаях образуется нерастворимое соединение?

УРОВЕНЬ С

- 18.48. Возможен ли процесс электролитической диссоциации в твердых веществах и сплавах?
- 18.49. Зависит ли степень диссоциации электролита от его концентрации и почему?
- 18.50. Чем отличается электрическая проводимость растворов и металлов?
- 18.51. Что такое автопролиз?
- 18.52. Может ли при постоянной температуре находиться в контакте с кристаллами вещества его водный раствор: а) насыщенный, б) ненасыщенный, в) пресыщенный?
- 18.53. При постоянной температуре в вакууме из ненасыщенного раствора соли постепенно испаряют воду. Каким станет раствор в некоторый момент опыта и как это будет визуально отмечено?
- 18.54. Определите формулу кристаллогидрата, если известно, что при прожаривании кристаллогидрата карбоната натрия массой 14,3 г его масса уменьшилась на 9 г.
- 18.55. К водному раствору гидроксида калия массой 150 г с массовой долей KOH 5,6 % добавили 9,4 г оксида калия. Какой стала массовая доля растворенного вещества в растворе?
- 18.56. Как отличить растворы следующих веществ (не прибегая к дополнительным реактивам): $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$? Дайте аргументированный ответ. Что происходит с ними в растворе?

- 18.57. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в растворе, который образовался при взаимодействии 9,2 г натрия с 200 г воды.
- 18.58. Жидкий аммиак практически не проводит электрический ток. Будет ли меняться электропроводность аммиака при добавлении небольших количеств: а) твердого оксида углерода(IV); б) жидкого сероводорода?
- 18.59. Хлорид меди(II) в сухом виде представляет собой желтые кристаллы. При растворении в малом количестве воды образуется изумрудно — зеленый раствор хлорида, который при добавлении воды становится голубым. Объясните все изменения. Подтвердите ответ записью возможных уравнений реакций.
- 18.60. Определите, какое количество вещества гидроксида цинка может прореагировать с раствором гидроксида металла, электронная формула которого: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$, взятого количеством вещества 4 моль. Назовите его формулу.
- 18.61. К раствору, который содержит смесь сульфата калия и хлорида натрия, сначала добавили избыток раствора соляной кислоты, а потом — нитрата серебра. Какие ионы остались в растворе? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
- 18.62. В результате нейтрализации раствора соляной кислоты карбонатом кальция образовался 6,82 % -й раствор хлорида кальция. Вычислите массовую долю соляной кислоты в исходном растворе.
- 18.63. В герметичном сосуде стоит два стакана. В первом из них находится 50 г 10 % -го раствора хлорида натрия, а во втором — 50 г 90 % -й серной кислоты. Через некоторое время масса первого стакана уменьшилась на 10 г. Изменилась ли при этом масса второго стакана? Как изменятся при этом массовые доли веществ в стаканах? Принять, что давление водяного пара в воздухе до и после опыта не изменилось.
- 18.64. Можно ли назвать амфотерными ионы HCO_3^- , HPO_4^{2-} , HSO_4^- ? Ответ мотивируйте.
- 18.65. Опишите подробно опыты, которые иллюстрируют следующие преобразования:
 а) $\text{Mg} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Pb}$;
 б) $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$;
 в) $\text{Hg} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Hg}^{2+} + 2\text{Ag}$.
- 18.66. Хлорид меди(II) CuCl_2 ядовитый. С каким ионом связана токсичность этой соли?

- 18.67. Растворы хлорида бария и арсенатной кислоты H_3AsO_4 ядовитые. Какими ионами обусловлено отравляющее действие каждого из этих соединений?
- 18.68. Под картофель на четыре одинаковых участка школьники внесли эквивалентные количества сульфата калия, хлорида калия, сульфата натрия, хлорида натрия. Наибольший прирост урожая получился на первом участке, меньший — на втором, на третьем прироста урожая не произошло, а на четвертом урожай снизился. Какое влияние на урожай картофеля в этом случае имели: а) катионы K^+ ; б) катионы Na^+ ; в) анионы Cl^- ; г) анионы SO_4^{2-} ? Ответ обоснуйте.

ТЕМА 19. КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Химические реакции, которые протекают с изменением степени окисления элементов, которые входят в состав реагентов, называются *окислительно-восстановительными реакциями (ОВР)*.

Окисление — это процесс отдачи электронов атомом, ионом или молекулой. Если атом отдает электрон, то он приобретает положительный заряд.

Восстановление — процесс приема электронов атомом, ионом или молекулой. Если нейтральный атом принимает электроны, то он преобразуется в отрицательно заряженную частичку.

Частичка (атом, молекула или ион), который принимает электрон, называется окислителем, а частица, которая отдает электроны — восстановителем. Окислитель в процессе реакции восстанавливается, а восстановитель — окисляется.

При составлении уравнений ОВР очень часто применяются методы электронного баланса и метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций). Первый применяется для подбора стехиометрических коэффициентов в уравнениях ОВР, а второй, кроме этого, может также помочь в нахождении продуктов реакции.

При составлении электронного баланса необходимо придерживаться следующего алгоритма:

1. Записать реагенты и продукты реакции в молекулярном виде;
2. Определить степени окисления всех элементов, которые входят в состав реагентов и продуктов реакции.
3. Определить, какие элементы изменяют степени окисления.
4. Записать уравнения окисления и восстановления с указанием числа принятых и отданных электронов.
5. Рассчитать наименьшее общее кратное для чисел отданных и принятых электронов и рассчитать коэффициенты, на которые необходимо умножить уравнения окисления и восстановления.
6. Записать суммарное уравнение окисления и восстановления.
7. Расставить коэффициенты в исходном молекулярном уравнении.

Электрохимический ряд напряжений металлов:

$\text{Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Tl, Co, Ni, Sn, Pb, H, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au}$

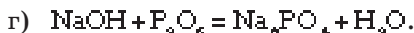
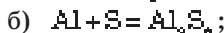
С его помощью можно предвидеть некоторые особенности химических свойств металлов:

1. Чем левее находится металл в этом ряду, тем ниже его стандартный окислительно-восстановительный потенциал.
2. Чем меньше потенциал металла, тем сильнее его восстановительные свойства и тем слабее окислительные. Иногда также говорят, что в ряду от **Li** до **Au** уменьшается активность металлов. Но следует помнить, что это справедливо только для тех реакций, в которых металлы проявляют восстановительные свойства.
3. Каждый металл способен вытеснять (восстанавливать) из растворов солей (или расплавов) те металлы, которые расположены в этом ряду после него. Исключение — щелочные и щелочноземельные металлы, которые будут восстанавливать ионы металлов только из расплавов (но не из растворов). Это связано с тем, что в случае этих металлов с большей скоростью протекают реакции взаимодействия металлов с водой.
4. Все металлы, которые расположены до водорода, способны восстанавливать ионы H^+ из растворов кислот и даже из воды. Только при обычных условиях с водой реагируют только те металлы, которые расположены до магния. У других металлов скорость этой реакции чрезвычайно низкая. Одной из причин этого является тот факт, что образуются не растворимые в воде гидроксиды. Но при повышении температуры взаимодействие других металлов с водой происходит довольно интенсивно.

УРОВЕНЬ А

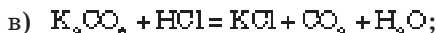
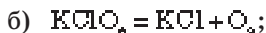
19.1. Для чего нужен электронный баланс? Составьте электронный баланс для реакции $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$.

19.2. Укажите, какие из реакций являются окислительно-восстановительными:



Составьте электронный баланс для окислительно-восстановительных реакций.

19.3. Укажите, какие из реакций являются окислительно-восстановительными:

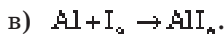
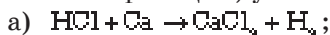


Составьте электронный баланс для окислительно-восстановительных реакций.

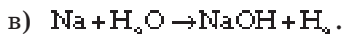
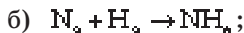
19.4. Допишите число электронов, которое было принято или передано атомами элементов в следующих схемах. Укажите окислительные и восстановительные процессы.



19.5. Составьте электронный баланс для окислительно-восстановительных реакций, укажите окислитель и восстановитель:



19.6. Составьте электронный баланс для окислительно-восстановительных реакций, укажите окислитель и восстановитель:



- 19.7. Расположите формулы веществ по колонкам таблицы: S , H_2SO_3 , SO_2 , Ca , H_2SO_4 , SO_3 , H_2S , K_2SO_3 .

Вещества, которые могут быть только восстановителями	Вещества, которые могут быть только окислителями	Вещества, которые могут быть восстановителями и окислителями

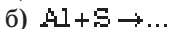
- 19.8. Расположите формулы веществ по колонкам таблицы: O_2 , H_2O , F_2O , O_3 , H_2O_2 , CO_2 .

Вещества, которые могут быть только восстановителями	Вещества, которые могут быть только окислителями	Вещества, которые могут быть восстановителями и окислителями

- 19.9. Правильное ли утверждение о том, что водород в реакции, уравнение которой $2Na + H_2 = 2NaH$, является восстановителем? Ответ объясните.
- 19.10. Может ли в какой-нибудь реакции проявлять свойства восстановителя: а) атом фтора; б) фторид-ион; в) атом натрия; г) ион натрия? Почему?

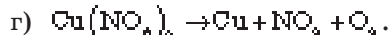
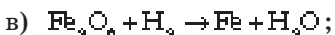
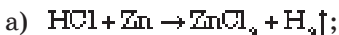
УРОВЕНЬ В

- 19.11. Закончите уравнения реакций, расположите коэффициенты с помощью электронного баланса:



Укажите окислитель, восстановитель.

- 19.12. Расположите коэффициенты с помощью электронного баланса:



Укажите окислитель и восстановитель.

19.13. В каких уравнениях химических реакций коэффициенты расставлены неполностью или неверно.

- а) $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$;
- б) $5\text{HCl} + \text{HCl}_3 \rightarrow 5\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$;
- в) $4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$?

19.14. В следующих схемах реакций укажите степени окисления каждого элемента и расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса:

- а) $\text{F}_2 + \text{Xe} \rightarrow \text{XeF}_6$;
- б) $\text{Na} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{NaBr}$;
- в) $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$;
- г) $\text{N}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$.

19.15. Допишите уравнения окислительно-восстановительных реакций:

- а) $\text{Cl}_2 + \text{Fe} \rightarrow \dots$;
- б) $\text{F}_2 + \text{I}_2 \rightarrow \dots$;
- в) $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$;
- г) $\text{Cu} + \text{H}_2 \rightarrow \dots$.

Укажите степень окисления элементов в полученных продуктах.

19.16. Укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается в следующих реакциях:

- а) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
- б) $10\text{Al} + 3\text{V}_2\text{O}_5 = 5\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{V}$;
- в) $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$;
- г) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$;
- д) $\text{Fe} + \text{FeBr}_3 \rightarrow \text{FeBr}_2$;
- е) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI}$.

19.17. Азотная кислота является сильным окислителем, и при взаимодействии ее с металлами водород практически никогда не выделяется. Расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса, в следующих схемах реакций и укажите степени окисления металла и азота до реакций и после них:

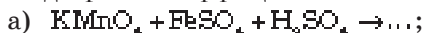
- а) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{H}_2 + \text{HNO}_3 (\text{разб.}) \rightarrow \text{H}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{Mg} + \text{HNO}_3 (\text{дуже разб.}) \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

- 19.18. Допишите уравнения химических реакций окисления-восстановления:
- а) $\text{Na}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ni} \rightarrow \dots$;
 в) $\text{K} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; г) $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$.
- 19.19. Почему углекислый газ не может быть использован в качестве восстановителя, а угарный газ подходит для этой цели?
- 19.20. Подберите коэффициенты методом электронного баланса в следующих уравнениях:
- а) $\text{KI} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu} + \text{I}_2 + \text{KNO}_3$;
 б) $\text{Mn} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{MnSO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 в) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 г) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{FeCl}_2 + \text{S} + \text{HCl}$;
 д) $\text{NH}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 е) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 ж) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 з) $\text{PCl}_5 \rightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$;
 и) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
 к) $\text{NaClO} \rightarrow \text{NaClO}_2 + \text{NaCl}$.
- 19.21. В свинцовом аккумуляторе проходит реакция, которую можно записать таким образом: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. Что здесь является окислителем и что восстановителем?
- 19.22. Аммиачная селитра в разных условиях разлагается по одному из направлений:
- а) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 б) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.
- Расставьте коэффициенты, пользуясь методом электронного баланса, и укажите, какой элемент окисляется и какой восстанавливается.

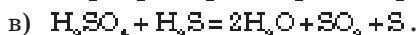
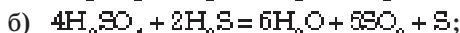
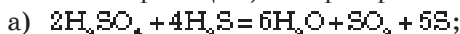
УРОВЕНЬ С

- 19.23. Укажите, какой из приведенных ниже процессов является окислительно-восстановительным:
- а) $2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 3\text{Fe}, 1\text{Fe} \rightarrow 2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 3\text{Fe}$;
 б) $2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 6\text{Fe} \rightarrow 2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 3\text{Fe}$;
 в) $2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 3\text{Fe} \rightarrow 2\text{Fe}, 3\text{Fe}$;
 г) $2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 13\text{Fe}, 6\text{Fe} \rightarrow 2\text{Fe}, 3\text{Fe}, 13\text{Fe}, 3\text{Fe}$.
- Вместо электронных формул подставьте символы соответствующих элементов и определите их степень окисления.

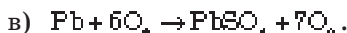
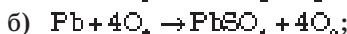
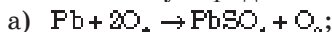
19.24. Подберите коэффициенты и закончите уравнения реакций:



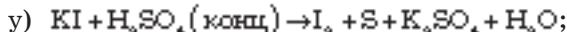
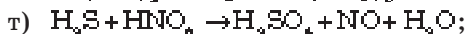
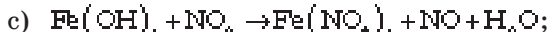
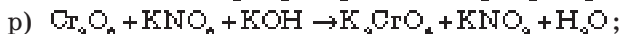
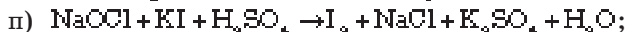
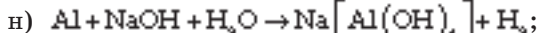
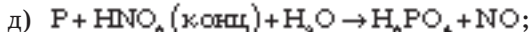
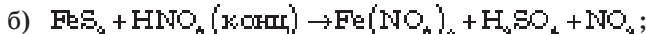
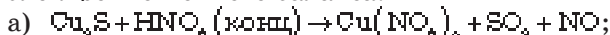
19.25. Укажите, какое из приведенных уравнений соответствует химической реакции, которая реально происходит:



19.26. Укажите, какое из приведенных уравнений реально описывает окисление сульфида свинца озонем:



19.27. Расположите коэффициенты в уравнениях реакций методом электронно-ионного баланса:



19.28. Закончите окислительно-восстановительные реакции и расставьте в них коэффициенты методом электронного или электронно-ионного баланса:

- а) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
- б) $\text{Zn} + \text{KClO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4 + \dots$;
- в) $\text{KNO}_3 + \text{Al} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KAl}(\text{OH})_4 + \dots$;
- г) $\text{MnO}_2 + \text{O}_2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$;
- д) $\text{MnO}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$;
- е) $\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
- ж) $\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{S} + \dots$;
- з) $\text{FeSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
- и) $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
- к) $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$;
- л) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S} + \dots$;
- м) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ (окислитель — бихромат натрия);
- н) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \dots$;
- о) $\text{CrCl}_3 + \text{NaCl} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$;
- п) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KI} \rightarrow \dots$;
- р) $\text{NaNO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$;
- с) $\text{Cu} + \text{NH}_3 \rightarrow \dots$;
- т) $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$.

19.29. Восстановите левую часть уравнений с помощью метода полуреакций:

- а) $\dots \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 7\text{KCl} + 5\text{H}_2\text{O}$;
- б) $\dots \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{I}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$;
- в) $\dots \rightarrow 5\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$;
- г) $\dots \rightarrow \text{NO} + \text{FeCl}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\dots \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KNO}_3 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

19.30. При растворении сульфида марганца(II) в разбавленной азотной кислоте образовалось 6,4 г серы. Какой объем монооксида азота (н. у.) выделился при этом?

19.31. При взаимодействии йодида калия с перманганатом калия в растворе серной кислоты образовалось 1,2 г сульфата марганца(II). Вычислите массу йодида калия, который вступил в реакцию.

- 19.32. При взаимодействии хлорида железа(II) со смесью соляной и азотной кислот образовалось 4,88 г хлорида железа(III). Вычислите объем (н. у.) газа, который выделился при этом, плотность которого по неону равняется 1,5.
- 19.33. Используя метод электронно-ионного баланса, запишите окончание следующих окислительно-восстановительных реакций.
- $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$;
 - $\text{SO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \dots$;
 - $\text{KClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$;
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
 - $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \dots$;
 - $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{AsO}_4 + \text{NO} + \dots$;
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$;
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HI} \rightarrow \dots$;
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots$.
- 19.34. Закончите уравнения реакций:
- $\text{Cu} + \text{HNO}_{3(\text{разб.})} \rightarrow \text{X} + \dots$;
 - $\text{X} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$;
 - $\text{Cu} + \text{FeCl}_{2(\text{разб. р-р})} \rightarrow \text{X} + \dots$;
 - $\text{X} + \text{NH}_{3(\text{разб. р-р})} \rightarrow \dots$;
 - $\text{HCl}_{(\text{конц.})} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{X} + \dots$;
 - $\text{X} + \text{KOH}_{(\text{разб.})} \rightarrow \dots$.
- 19.35. Можно ли использовать перманганат калия как окислитель в следующих процессах:
- $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} - 2e \rightarrow \text{NO}_3^- + 3\text{H}^+$;
 - $2\text{H}_2\text{O} - 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$;
 - $\text{H}_2\text{S} - 2e \rightarrow \text{S} + 2\text{H}^+$?
- 19.36. В каком направлении будет протекать реакция:
 $\text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$?
- 19.37. Возможна ли реакция между KClO_3 и MnO_2 в кислой среде?
- 19.38. Какой из окислителей — MnO_2 , PbO_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — наиболее эффективный относительно HCl при получении Cl_2 ?

ТЕМА 20. ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Химические реакции, которые проходят с выделением тепла, называются *экзотермическими*.

Химические реакции, которые проходят с поглощением тепла из окружающей среды, называются *эндотермическими*.

Тепловой эффект химической реакции — это количество тепла, которое выделяется или поглощается в результате реакции между определенным количеством реагентов. Обозначается Q , выражается в джоулях (Дж) или килоджоулях (кДж).

Тепловой эффект реакции при постоянном давлении называется энтальпией реакции H .

Энтальпия — это внутренняя энергия. При эндотермических процессах внутренняя энергия увеличивается, а при экзотермических — уменьшается.

$$+\Delta H = -Q \text{ и } -\Delta H = +Q.$$

Химические уравнения, в которых приводится численное значение теплового эффекта реакции, называются термохимическими. В термохимических уравнениях обязательно указывают агрегатное состояние вещества: кристаллическое (к), жидкое (ж), газообразное (г).

УРОВЕНЬ А

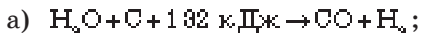
20.1. Какие из приведенных реакций экзотермические, а какие эндотермические?

- а) $S_{(к)} + O_{2(г)} \rightarrow SO_{2(г)} + 297 \text{ кДж};$
- б) $H_{2(г)} + 1/2 O_{2(г)} \rightarrow H_2O_{(г)} + 241,8 \text{ кДж};$
- в) $HgO_{(к)} \rightarrow Hg_{(ж)} + 1/2 O_{2(г)} - 181,17 \text{ кДж};$
- г) $1/2 H_{2(г)} + 1/2 Cl_{2(г)} \rightarrow HCl_{(г)} + 92,8 \text{ кДж};$
- д) $1/2 N_{2(г)} + 1/2 O_{2(г)} \rightarrow NO_{(г)} - 90,4 \text{ кДж}.$

20.2. Какие из приведенных реакций экзотермические, а какие эндотермические?

- а) $C_{(к)} + O_{2(г)} \rightarrow CO_{2(г)}; \Delta H = -393 \text{ кДж};$
- б) $C_{(к)} + H_2O_{(ж)} \rightarrow CO_{(г)} + H_{2(г)}; \Delta H = +131,4 \text{ кДж};$
- в) $2H_{2(г)} + O_{2(г)} \rightarrow 2H_2O_{(ж)}; \Delta H = -286 \text{ кДж};$
- г) $Fe_2O_{3(к)} + 3H_{2(г)} \rightarrow 2Fe_{(к)} + 3H_2O_{(г)}. \Delta H = +89,6 \text{ кДж}.$

20.3. Какие из этих реакций экзотермические, а какие эндотермические:



УРОВЕНЬ В

20.4. Оксид железа(II) можно восстановить с помощью оксида углерода(II) до железа. Эта реакция сопровождается выделением 1318 кДж тепла при восстановлении 1 моль вещества. Составьте уравнение термохимической реакции по этим данным.

20.5. Количество тепла от сгорания фосфора 760,1 кДж/моль. Напишите термохимическое уравнение и вычислите, сколько тепла образуется при сгорании 55 г фосфора.

20.6. При взаимодействии 4,2 г железа с серой выделилось 7,15 кДж тепла. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

20.7. При соединении 18 г алюминия с кислородом образуется 547 кДж тепла. Составьте уравнение этой реакции.

20.8. Путем сжигания серы получили 32 г оксида серы(IV) и выделение тепла, соответственно, 146,3 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

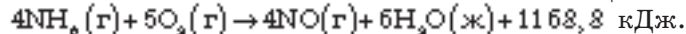
20.9. При сжигании 6,08 г магния выделилось 152,5 кДж тепла. Составьте термохимическое уравнение образования оксида магния.

20.10. Сколько тепла тратится на разложение известняка массой 500 г? $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 - 157 \text{ кДж}$.

20.11. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании 1,5 моль оксида углерода(II), если тепловой эффект химической реакции равняется 566 кДж.

20.12. Какая масса углерода сгорает, если при этом выделяется 2050 кДж тепла? Тепловой эффект реакции равняется 393,5 кДж.

20.13. Используя уравнение, определите, какой объем аммиака (н. у.) вступил в реакцию, если выделилось 584,4 кДж тепла.



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

20.15. Термохимическое уравнение реакции оксида меди(II) с соляной кислотой:



Какое количество тепла выделится при растворении 200 г оксида меди(II) в соляной кислоте?

- 20.16. Термохимическое уравнение реакции горения метана: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 878 \text{ кДж.}$ Какое количество тепла выделится при сгорании 4,48 л метана?

УРОВЕНЬ С

- 20.17. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании 0,5 моль этилена, если известно, что тепловой эффект реакции горения этилена C_2H_4 равняется 1411,9 кДж, а в результате реакции образуются газообразный оксид углерода(IV) и вода.
- 20.18. Вычислите, сколько тепла поглощается при взаимодействии водорода с йодом, если тепловой эффект реакции равняется 50,8 кДж. В результате реакции образуется газообразный йодоводород.
- 20.19. При сгорании 1 моль угля образуется 393,5 кДж тепла. Вычислите количество тепла, которое образуется при сгорании угля массой 700 г, если массовая доля углерода в угле — 95 %.
- 20.20. Вычислите количество тепла и объем оксида углерода(IV), который образуется при сжигании 70 мл этанола $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ плотностью 0,8 г/мл. Тепловой эффект реакции 1410 кДж.
- 20.21. Для нагревания 1 кг воды на один градус нужно 4,2 кДж. Какой объем метана CH_4 необходимо сжечь для этого, если тепловой эффект реакции горения метана равняется 892 кДж.
- 20.22. Для сварки рельсов методом алюмотермии используют смесь алюминия и оксида железа Fe_2O_3 . Составьте термохимическое уравнение, если при образовании 1 кг железа выделяется 6340 кДж тепла.
- 20.23. Термохимическое уравнение реакции сгорания ацетилена: $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2610 \text{ кДж.}$ Какое количество тепла выделится, если будет использовано:
а) 13 г ацетилена; б) 1,12 л ацетилена; в) 1 моль ацетилена?
- 20.24. Термохимическое уравнение реакции горения этилена: $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1400 \text{ кДж.}$ Какое количество тепла выделится, если в реакцию вступило:
а) 1 моль кислорода;
2) 16 г кислорода; 3) 336 л кислорода?
- 20.25. Вычислите теплоту горения 1 м³ генераторного газа в составе: CO — 26 %, N_2 — 70 %, CO_2 — 4 %. Тепловой эффект реакции $\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO}_2$ равняется 284 кДж.

ТЕМА 21. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Скорость химической реакции — это изменение концентрации реагирующих веществ за единицу времени при неизменяемом объеме системы.

Факторы, которые влияют на скорость реакции.

- 1) Природа реагирующих веществ.
- 2) Агрегатное состояние реагирующих веществ.
- 3) Для твердых веществ — площадь соприкосновения, то есть степень измельчения и перемешивания твердых веществ.
- 4) Концентрация реагирующих веществ.
- 5) Температура, при которой проходит реакция.
- 6) Для газов — давление в системе.
- 7) Наличие катализатора.

Катализаторы — это вещества, которые изменяют скорость химической реакции, но не входят в состав продуктов реакции.

Положительный катализ, или просто катализ — это явление, при котором катализаторы ускоряют реакцию.

Отрицательный катализ, или ингибирование — это явление, при котором катализаторы (они имеют название ингибиторы) замедляют скорость химической реакции.

Различают гомогенный и гетерогенный катализ.

Закон действующих масс.

Для реакции $A + B \rightarrow AB$ $v = k C_A C_B$, где v — скорость реакции, k — коэффициент, C_A и C_B — концентрация веществ A и B соответственно.

Правило Вант-Гоффа.

При увеличении температуры на каждые 10 °C скорость химической реакции увеличивается в 2—4 раза.

$$v_2 = v_1 \cdot 2^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

Реакции, которые при данных условиях проходят только в одном направлении и завершаются полным преобразованием веществ, называются *необратимыми*.

Обратимыми называются реакции, которые при данных условиях проходят одновременно в двух взаимнопротивоположных направлениях.

Химическое равновесие — это такое состояние системы, при котором скорости прямой и обратной реакции равны между собой.

На химическое равновесие влияют такие факторы:

- 1) концентрация веществ;
- 2) температура;
- 3) давление (для газов).

Принцип Ле Шателье.

Если на систему, которая находится в состоянии равновесия, влияет любой внешний фактор, то он оказывает содействие ходу той реакции, которая уменьшает это влияние.

УРОВЕНЬ А

- 21.1. Как скорость химических реакций зависит от природы реагирующих веществ? Приведите примеры.
- 21.2. Как скорость химических реакций зависит от агрегатного состояния реагирующих веществ? Приведите примеры.
- 21.3. Как скорость химических реакций зависит от степени измельчения реагирующих веществ? Для веществ в каком агрегатном состоянии это применяется? Приведите примеры.
- 21.4. Как скорость химических реакций зависит от концентрации реагирующих веществ? Для веществ в каком агрегатном состоянии это применяется? Приведите примеры.
- 21.5. Как скорость химических реакций зависит от температуры реакционной смеси? Приведите примеры.
- 21.6. Какие реакции называются каталитическими? Приведите примеры катализаторов и каталитических реакций.
- 21.7. Какие химические реакции называются обратимыми? Необратимыми? Приведите примеры таких реакций.
- 21.8. Какие факторы влияют на сдвиг химического равновесия? Объясните свой ответ примерами.
- 21.9. Приведите примеры факторов, от которых зависит скорость химической реакции.
- 21.10. Почему скорость химических реакций с течением времени уменьшается? Приведите примеры ускорения химической реакции со временем.
- 21.11. Изменится ли скорость реакции между водородом и кислородом, если в их смесь ввести азот?
- 21.12. Начавшись, некоторые реакции идут с ускорением, что иногда приводит к взрыву. Укажите, какие факторы могут быть причиной такого явления.
- 21.13. Почему продукты питания хранят в холодильнике?
- 21.14. Как изменится скорость реакции $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{тв}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{г})$ при увеличении концентрации газа в 3 раза?

УРОВЕНЬ В

- 21.15. При 70°C скорость химической реакции равняется $0,4$ моль/л·ч. Постройте график зависимости скорости реакции от температуры, если при увеличении температуры на каждые 10°C скорость реакции увеличивается в 3 раза.
- 21.16. При 50°C скорость химической реакции равняется $0,025$ моль/л·мин. Постройте график зависимости скорости реакции от температуры, если при увеличении температуры на каждые 10°C скорость реакции увеличивается в 3 раза.
- 21.17. Объясните, почему существует опасность взрыва, если есть большое количество сухого горючего порошкообразного вещества. Приведите примеры таких ситуаций.
- 21.18. Объясните, почему разнообразные химические реакции в живом организме, которые требуют разных условий для их протекания, идут с высокой скоростью при одинаковой температуре и давлении. Ответ подтвердите примерами.
- 21.19. К увеличению выхода каких веществ приведет:
- увеличение давления;
 - уменьшение температуры;
 - увеличение концентрации H_2O в равновесной системе:
 $2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{тв}) + \text{O}_2(\text{г}) - Q$? Объясните ваш ответ.
- 21.20. К увеличению выхода каких веществ приведет:
- уменьшение давления
 - увеличение температуры
 - уменьшение концентрации CO в равновесной системе:
 $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{тв}) \rightarrow \text{CO}(\text{г}) - Q$? Объясните ваш ответ.

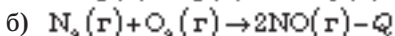
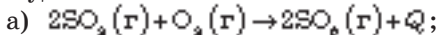
УРОВЕНЬ С

- 21.21. Реакция проходит согласно уравнению:
 $\text{A}_2 + 2\text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}_2$.
 Исходные концентрации веществ А и В составляют $1,3$ и $1,7$ моль/л соответственно. Через 30 секунд концентрация вещества А снизилась до $0,9$ моль/л. Какая в этот момент будет концентрация вещества В? Вычислите среднюю скорость реакции по веществу А и по веществу В.
- 21.22. В реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ объем реагирующих газов уменьшили в два раза. Как при этом изменится скорость химической реакции, если рассчитывать ее по формуле $v = kC^2(\text{NO}) \cdot C(\text{O}_2)$.
- 21.23. Вычислите температурный коэффициент реакции, если при 80°C она заканчивается через 320 с, а при 110°C — через 40 с.

- 21.24. Смесь, которая состояла из трех объемов хлора и одного объема водорода, оставили в закрытом сосуде на рассеянном свете при постоянной температуре. Спустя некоторое время доля хлора в смеси уменьшилась на 30 %. Изменится ли давление в сосуде? Какой состав смеси образовался (по объему)?
- 21.25. Реакция $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ протекает с выделением тепла. Но для того, чтобы реакция началась, исходную смесь необходимо нагреть. Как это объяснить?
- 21.26. В закрытом сосуде смешано 4,0 моль SO_2 и 2,0 моль O_2 . К моменту равновесия в реакцию вступает 80 % исходного объема SO_2 . Определите состав газовой смеси (в молях) при установлении равновесия.
- 21.27. Изменится ли состояние равновесия в приведенных реакциях при повышении давления? Найдите соответствие:

Реакция	Состояние равновесия
1. $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{г})$	а) сместится влево
2. $2\text{NO}_2(\text{г}) \rightarrow \text{O}_2(\text{г}) + 2\text{NO}(\text{г})$	б) не изменится
3. $\text{C}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{г})$	в) сместится вправо
4. $3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{г})$	г) сместится влево

- 21.28. Куда будет смещено равновесие в системах:



при:

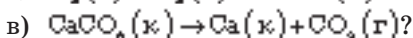
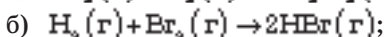
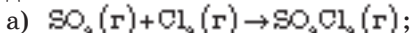
- 1) увеличении концентрации исходных веществ;
- 2) уменьшении концентрации исходных веществ;
- 3) увеличении температуры в системе;
- 4) уменьшении температуры в системе.

- 21.29. Куда будет смещено химическое равновесие при:

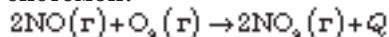
1) увеличении;

2) уменьшении

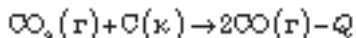
давления в системах:



- 21.30. Предложите изменения, которые надо сделать с равновесной системой:

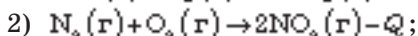
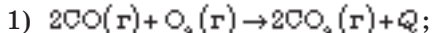


чтобы увеличить выход оксида азота;



чтобы уменьшить количество оксида углерода.

21.31. В каком направлении сместится равновесие в системах:



а) при повышении давления;

б) при снижении температуры?

21.32. Химическая реакция проходит в растворе по схеме:



Найдите соответствие:

Изменение скорости	Изменение концентрации
1. Скорость увеличивается в 3 раза	а) Концентрацию веществ A и B увеличивают в 3 раза
2. Скорость увеличивается в 10 раз	б) Концентрацию вещества A уменьшают в 3 раза
3. Скорость уменьшается в 3 раза	в) Концентрацию вещества A увеличивают в 3 раза
4. Скорость не изменяется	г) Концентрацию вещества A увеличивают в 3 раза, а вещества B уменьшают в 3 раза

21.33. В сосуде при температуре 20 °С находится два газа А и Б. Взаимодействие между газами описывается уравнением: $2\text{A} + \text{B} = \text{A}_2\text{B}$. Как будут влиять на скорость химической реакции между ними изменения следующих факторов:

а) повышение парциальных давлений **A** и **B** в 2 раза;

б) снижение парциальных давлений **A** и **B** в 2 раза;

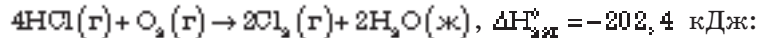
в) увеличение концентрации газа **A** в 2 раза;

г) увеличение концентрации газа **B** в 2 раза;

д) уменьшение объема системы в два раза;

е) одновременное увеличение концентрации газа **A** в 3 раза и уменьшение концентрации газа **B** в 3 раза.

21.34. Как повлияет на выход хлора в системе



а) повышение температуры;

б) уменьшение общего объема смеси;

в) уменьшение концентрации кислорода;

г) увеличение объема системы;

д) введение катализатора?

21.35. Если объем каждой газовой смеси уменьшить в 3 раза, то как изменится скорость прямой и обратной реакции в системах после установления равновесия:



Как повлияет это на равновесие в каждой системе?

ТЕМА 22. ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ О.М. БУТЛЕРОВА. МЕТАН

Органическая химия — это химия соединений на основе углерода. В атоме углерода в возбужденном состоянии четыре неспаренных электрона, которые способны образовывать связи. Во всех органических соединениях углерод четырехвалентный. Атомы углерода могут образовывать цепочки, кольца, соединяться с другими атомами.

Простейшее органическое вещество — метан CH_4 .

Метан является первым представителем насыщенных углеводородов. Для них характерно то, что все валентные электроны атомов углерода образуют химические соединения и свободных валентных электронов нет. Связи в молекуле ковалентные полярные, несколько смещены в сторону более электроотрицательного элемента — углерода.

Гомологи — это вещества, подобные по строению и свойствам, которые отличаются составом на группу CH_2 , которая называется гомологической разницей.

Гомологи расположены в порядке возрастания их относительных молекулярных масс и образуют гомологический ряд.

Теория химического строения органических веществ О.М. Бутлерова.

- В молекулах органических веществ атомы соединены друг с другом в определенной последовательности согласно их валентности. Порядок соединения атомов называется химическим строением.

- Свойства веществ зависят не только от того, какие атомы и в каком количестве входят в состав молекулы, но от того, в каком порядке они соединены между собой, то есть от химического строения.
- Атомы, или группы атомов, которые образуют молекулу, взаимно влияют друг на друга, от чего зависит реакционная способность молекулы.

Изомеры — это вещества, у которых одинаковая молекулярная формула, но разное строение и разные свойства.

Чтобы дать название изомеру, необходимо:

- выделить цепь с наибольшим количеством атомов углерода — главная цепь, посчитать количество атомов углерода в нем; соответствующее название углеводорода будет служить основой названия изомера;
- определить, к какому по счету атому углерода прикрепляется радикал. Это значение будет записано цифрой в начале названия;
- определить название радикала по числу атомов углерода в нем;
- нумерацию атомов углерода в главной цепи надо начинать с того края, к которому разветвление будет ближе;
- главная цепь не всегда бывает прямой, не надо забывать о возможностях ее изгиба;
- радикал не может быть прикреплен к концу цепи.

УРОВЕНЬ А

- 22.1. Что такое химический элемент? Какие свойства присущи химическим элементам?
- 22.2. Дайте характеристику углероду как химическому элементу.
- 22.3. Назовите сложные вещества, в структуру которых входит углерод.
- 22.4. Что изучает органическая химия?
- 22.5. Какой элемент обязательно входит в состав органических веществ?
- 22.6. Можно ли провести четкую границу между органическими и неорганическими веществами?
- 22.7. Попробуйте назвать область промышленности, которая не использует (или не вырабатывает) органические вещества.
- 22.8. Какие элементы, кроме углерода, чаще всего входят в состав органических веществ?
- 22.9. Из каких элементов состоит метан?
- 22.10. Какие связи у молекулы метана?

- 22.11. Напишите структурную и электронную формулы метана.
- 22.12. Какой тип гибридизации в молекуле метана?
- 22.13. Какая пространственная формула у молекулы метана?
- 22.14. Какие физические свойства проявляет метан?
- 22.15. Где метан встречается в природе?
- 22.16. Назовите формулу метана. Что она показывает?
- 22.17. Назовите виды связи в молекуле метана. Ответ объясните.
- 22.18. На каких подуровнях расположены электроны атома углерода, которые принимают участие в образовании ковалентных связей с водородом?
- 22.19. Что происходит с облаками электронов атома углерода при образовании молекулы метана? Как называется этот процесс? Как называются полученные орбитали?
- 22.20. Где в природе встречается метан?
- 22.21. Предположите химические свойства метана, исходя из его строения и нахождения в природе.
- 22.22. Напишите все стадии бромирования метана. Назовите продукты реакции.
- 22.23. Какие вещества могут образоваться при хлорировании хлорметана? Трихлорметана?
- 22.24. Приведите примеры реакции, которые проходят по свободно-радикальному механизму.
- 22.25. Выведите общую форму углеводородов, обозначив число атомов углерода как n . Проверьте правильность формулы на нескольких насыщенных углеводородах.
- 22.26. Какие алканы при комнатной температуре являются газами, жидкостями, твердыми веществами?
- 22.27. Дайте характеристику растворимости алканов в разных растворителях.
- 22.28. Не обращаясь к справочным данным, расположите углеводороды в порядке увеличения температур кипения: декан, гексан, гептан, октан.
- 22.29. Объясните, почему алканы довольно инертные в химическом отношении.
- 22.30. По какому механизму протекают реакции замещения, в которые вступают алканы (на примере метана)?
- 22.31. Почему число электронов в молекулах всех углеводородов парное?
- 22.32. Как изменяется отношение числа атомов углерода и водорода по мере перехода от низших парафинов к высшим?
- 22.33. Назовите алканы, у которых нет изомеров.
- 22.34. Имеет ли смысл название 1-метилбутан? Ответ обоснуйте.

УРОВЕНЬ В

- 22.35. Напишите молекулярные формулы насыщенных углеводов: а) с 13, б) 15, в) 18 атомами углерода. Дайте названия этим углеводородам.
- 22.36. Напишите электронную и структурную формулы ундекана ($C_{11}H_{24}$).
- 22.37. Напишите электронную и структурную формулы додекана ($C_{12}H_{26}$).
- 22.38. Напишите структурную формулу 2,4,4-триметилгептана.
- 22.39. Напишите структурную формулу 3,3-диметилпентана.
- 22.40. Напишите структурные формулы трех насыщенных углеводов, у которых плотность по водороду 36.
- 22.41. Могут ли такие вещества иметь изомеры: $COCl_2$, $C_3H_4Cl_2$?
- 22.42. Можно ли, исходя из формулы CH_2O , сразу сказать, что ей соответствует только одно соединение?
- 22.43. В каких углеводных частицах число электронов, связанных с углеродом, не парное?
- 22.44. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, являются насыщенными: C_7H_{14} , C_3H_4 , C_4H_8 , C_6H_6 , $C_{10}H_{22}$?
- 22.45. Можно ли выявить появление метана в шахте органолептическим путем, то есть по запаху, вкусу и другим признакам. Почему?
- 22.46. При очищении сточных вод, которые содержат органические вещества, методом брожения выделяется газ с плотностью по кислороду равной 1/2, который используется на водоочистительных станциях как горючее. Какой это газ?
- 22.47. Как изменяется содержание (в процентах) углерода и водорода в гомологическом ряду насыщенных углеводородов?
- 22.48. У какого гомолога метана плотность почти равняется плотности воздуха?
- 22.49. В каком из углеводородов наибольшее содержание водорода (в процентах)?
- 22.50. Какой из насыщенных углеводородов легче воздуха? Ответ подтвердите расчетами. Назовите насыщенные углеводороды, у которых плотность приблизительно в два раза больше плотности воздуха. Напишите их структурные формулы.
- 22.51. Составьте молекулярную формулу углеводорода гомологического ряда метана, который содержит: а) 18 атомов водорода; б) 36 атомов водорода.
- 22.52. Какой объем воздуха тратится при полном сгорании 1 л метана?

- 22.53. Что общего в строении метана и его гомологов? Будут ли подобными химические свойства метана и его гомологов?
- 22.54. Какие химические свойства вы можете предположить у гомологов метана?
- 22.55. Напишите уравнения реакций горения: а) пропана, б) пентана, в) гептана. Сделайте вывод об изменении количества кислорода, необходимого для горения этих веществ.
- 22.56. Напишите уравнения реакций получения дихлорэтана из этана.
- 22.57. Напишите уравнение термического разложения пропана.
- 22.58. Напишите структурные формулы галогенопроизводных насыщенного углеводорода составом C_4H_7Cl .
- 22.59. При промышленном хлорировании пропана получают смесь изомерных дихлорпропанов. Напишите формулы этих изомеров.

УРОВЕНЬ С

- 22.60. 100 мл метана, который содержит примесь азота, сожгли в избытке кислорода и потом из полученного газа изъяли углекислый газ с помощью щелочи. При этом объем газа уменьшился на 95 мл. Какое содержание примеси азота (в процентах) во взятом метане?
- 22.61. В замкнутом сосуде произошел взрыв смеси метана с необходимым для полного сгорания объемом воздуха. Каким должно быть объемное содержание углекислого газа в газе, который образовался после его охлаждения?
- 22.62. Во сколько раз при сгорании метана объем вступившей в реакцию смеси превышает объем образовавшегося газа, если пренебречь объемом воды, которая образуется?
- 22.63. В присутствии катализатора метан может частично окисляться с образованием оксида углерода(II). Что еще при этом образуется и может ли эта реакция иметь практическое значение? Какой объем (н. у.) монооксида углерода образуется из 100 г метана, если выход реакции 90 %?
- 22.64. Напишите формулу газа, подобного гомологу метана, при сгорании которого образуется углекислый газ, в три раза больше по объему, чем объем исходного углерода.
- 22.65. Какую степень окисления проявляет углерод: а) в этане C_2H_6 ; б) бутане C_4H_{10} ; в) бензоле C_6H_6 ? Ответ объясните.
- 22.66. Сравните свойства таких соединений водорода, как: HCl , H_2O , NH_3 . Одинаковые ли они по свойствам? Почему?
- 22.67. Напишите формулы возможных изомеров: а) бутана; б) пентана. Сколько веществ изображено этими формулами?

- 22.68. Напишите формулу газообразного парафина, при сгорании которого используется в 5 раз больше кислорода, и формулу парафина, на сгорание которого используется в 11 раз больше кислорода.
- 22.69. Сколько кубических метров кислорода будет использовано на сжигание 1 м^3 газовой смеси, в состав которой входит 75 % метана, 15 % этана и 5 % водорода?
- 22.70. Сколько кубических метров кислорода будет использовано на сжигание 1 м^3 газовой смеси, в состав которой входит 90 % метана, 5 % этана, 3 % углекислого газа и 2 % азота?
- 22.71. Какие из перечисленных хлорпроизводных этана могут иметь изомеры: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$, C_2HCl_5 , C_2Cl_6 ? Напишите структурные формулы всех возможных изомеров.
- 22.72. Молекулярная масса хлорпроизводного насыщенного углеводорода 237. Состав этого соединения следующий: Cl — 89,9 %, C — 10,1 %. Найдите его молекулярную формулу.

ТЕМА 23. ЭТИЛЕН И АЦЕТИЛЕН. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ

Ненасыщенными называются углеводороды, у которых хотя бы один двойной или тройной (кратный) углерод — углеродная связь.

Углеводороды, у которых один двойной углерод — углеродная связь, называются алкены (ряд этилена). В их названии суффикс *-ан* заменяется на *-ен*.

Углеводороды с одним тройным углеродом — углеродная связь называются алкины. В их названии суффикс *-ан* заменяется на *-ин*.

Общая формула алкенов $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

Общая формула алкинов $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$.

У ненасыщенных углеводородов кроме изомерии по углеродному скелету появляется еще один вид изомерии — изомерия по положению кратной связи. Положение кратной связи указывается цифрой в конце названия углеводорода. Для того чтобы определить, от какого атома отходит кратная связь, считают атомы углерода с той стороны, к которой ближе кратная связь. Если в соединении есть и кратная связь и углеводный радикал, то первым в цепочке будет тот атом, к которому ближе кратная связь, а не насыщенный радикал.

УРОВЕНЬ А

- 23.1. Вступают ли в реакцию насыщенные углеводороды с растворами перманганата калия и бромной воды?
- 23.2. Вспомните, как относятся к раствору перманганата калия алканы. Принадлежит ли этилен к насыщенным углеводородам?
- 23.3. Продолжить гомологический ряд алкенов до 6 гомолога.
- 23.4. Вывести общую формулу алкенов.
- 23.5. Почему гомологический ряд начинается с этена? Существует ли метений?
- 23.6. Напишите возможные изомеры пентена.
- 23.7. Сравните количество изомеров в пентане и пентене.
- 23.8. Чем отличаются состав и строение насыщенных углеводородов от ненасыщенных?
- 23.9. Как называется гомологический ряд ненасыщенных углеводородов, у которых одна двойная связь? Какая его общая формула?
- 23.10. Как называются гомологический ряд ненасыщенных углеводородов, у которых одна тройная связь? Какая его общая формула?
- 23.11. Какие типы реакций характерны для ненасыщенных углеводородов? Почему?
- 23.12. Перечислите вещества, которые реагируют с ненасыщенными углеводородами.
- 23.13. Охарактеризуйте физические свойства этилена и ацетилен.
- 23.14. Назовите качественную реакцию на ненасыщенные углеводороды?

УРОВЕНЬ В

- 23.15. Рассчитайте объем водорода, который необходим для получения 1 моль этана: а) из этилена; б) из ацетилен.
- 23.16. Углеводород относится к гомологическому ряду этилена. Напишите его структурную формулу, если известно, что 0,21 г его могут присоединить 0,8 г брома.
- 23.17. Продукт присоединения хлора к этилену — дихлорэтан — получил широкое применение для борьбы с амбарными вредителями. Исходя из нормы 300 г дихлорэтана на 1 м помещения, найдите количество этого вещества, необходимого для обеззараживания помещения объемом 500 м. Какая масса этилена потребуется для получения этого количества дихлорэтана, если выход реакции 80 % ?
- 23.18. При пропускании этанола массой 92 г над нагретым оксидом алюминия получили этилен объемом 40 л (н. у.). Вычислите выход этилена от теоретически возможного.

- 23.19. Массовая доля углерода в молекуле углеводорода равняется 85,7 %. Плотность вещества по воздуху 1,45. Определите молекулярную формулу соединения.
- 23.20. Выведите молекулярную формулу вещества, которое содержит углерод (81,8 %) и водород (18,2 %).
- 23.21. Определите молекулярную формулу вещества, которое содержит (83,72 % и 16,28 %), а молекулярная масса этого вещества равняется 86.
- 23.22. Есть ли сходство в строении полиэтилена и насыщенных углеводородов?
- 23.23. Напишите уравнение полимеризации: а) бутена — 1; б) бутена — 2; в) метилбутена — 2.
- 23.24. Полимеризацией трифторхлорэтилена получают очень ценную пластмассу — фторотен, которая по свойствам подобна тefло-ну. Напишите уравнение полимеризации этого вещества.

УРОВЕНЬ С

- 23.25. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить преобразование: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$.
- 23.26. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить преобразование: $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.
- 23.27. Указатель уровня в цистернах с уровнем кислорода обычно заполняется тетрабромэтаном, который получают из ацетилена. Найдите массу тетрабромэтана, которую можно получить из 400 л ацетилена (н. у.), если выход реакции 86 %.
- 23.28. Какая масса карбида кальция с массовой долей примесей 5 % понадобится для получения 18 л (н. у.) ацетилена, если выход реакции 80 %.
- 23.29. Сожгли 7,2 г органического вещества, плотность которого по водороду равняется 36. В результате было получено 22 г CO_2 и 10,8 г H_2O . Определите формулу и строение этого вещества, если известно, что в результате ее хлорирования может образоваться только одно монохлорпроизводное.
- 23.30. Вычислите объем водорода, измеренный при нормальных условиях, который образуется при циклизации и дегидратировании до ароматического углеводорода н-гексана объемом 200 мл и плотностью 0,66 г/мл. Реакция протекает с выходом 65 %.
- 23.31. Бензол, полученный дегидратированием 115 мл циклогексана (плотность 0,779 г/мл), подвергли хлорированию при освещении. Образовалось хлорпроизводное массой 300 г. Вычислите массовую долю выхода продукта реакции.

- 23.32.** Четыре газометра наполнены газами: один — метаном, второй — этаном, третий — пропаном, четвертый — этиленом. Можно ли решить, какой газ находится в каждом газометре путем сравнения объемов кислорода, необходимых для полного сжигания равных объемов этих газов? Ответ подтвердите расчетами.
- 23.33.** Напишите структурные формулы изомерных углеводородов, которые представляют собой газы с плотностью по водороду 21. Один из них обесцвечивает раствор перманганата калия. Составьте уравнение реакции этого углеводорода с бромной водой.

ТЕМА 24. СПИРТЫ

Спирты — кислородсодержащие органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько гидроксильных групп OH , присоединенных к углеводному радикалу. Группу OH называют функциональной группой, так как она отвечает за все функциональные особенности спиртов, которые отличают спирты от углеводов и определяют их физические и химические свойства.

По числу гидроксильных групп в молекулах спирты разделяют на одноатомные (одна гидроксильная группа), двухатомные (две гидроксильные группы) и так далее.

Общая формула одноатомных спиртов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{OH}(\text{R-OH})$ или $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}$. Первая из этих формул показывает, что данные спирты могут считаться производными углеводов, в молекулах которых один атом водорода заменен гидроксильной группой.

Общая формула многоатомных спиртов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2-m}(\text{OH})_m$.

Для спиртов характерна изомерия углеродного скелета. Кроме этого, у спиртов появляется еще два типа изомерии — изомерия положения функциональной группы и межгрупповая изомерия.

Спирты также имеют общее название — алкано́лы и алко́голи.

Правила составления названия спиртов базируются на правилах для алканов с некоторыми дополнениями:

1. Название спиртов происходит от названия соответствующего алкана изменением суффикса *-ан* на *-ол*.
2. Поскольку существуют спирты с одинаковым количеством атомов углерода в молекуле, в которых OH — группа присоединена к разным атомам углерода, то необходимо также указывать положение гидроксильной группы (пропанол-1, пропанол-2, гексанол-3 и т.п.).

3. При составлении названий спиртов разветвленного строения нумерацию атомов углерода начинают с того конца, к которому ближе гидроксильная группа, в названии сначала обозначают места ответвлений, а потом положение гидроксильной группы (метилпропанол-1, метилбутанол-1 и т.п.). Таким образом, здесь сохраняется тот же принцип, что и в неопределенных соединениях.

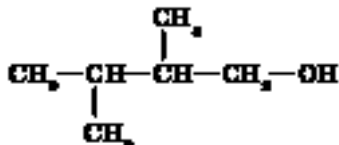
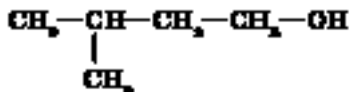
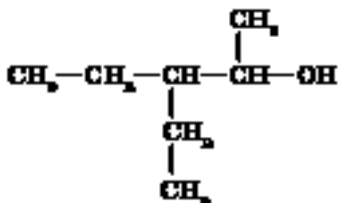
В гомологическом ряду спиртов нет газообразных веществ. Первые члены гомологического ряда — это жидкости, а высшие спирты (от C_{16}) — твердые вещества. В гомологическом ряду нормальных спиртов с увеличением молекулярной массы увеличиваются температуры плавления и кипения. Плотность спиртов практически не изменяется. Растворимость в воде при этом ухудшается, хотя первые три члена гомологического ряда смешиваются с водой неограниченно. Твердые спирты не имеют запаха, в то время как у жидких спиртов специфические запахи, в то же время метанол и этанол по запаху очень похожи и отличить их по запаху крайне сложно.

УРОВЕНЬ А

- 24.1. Какие вещества называются спиртами?
- 24.2. Как называют спирты по международной номенклатуре IUPAC? Какие приставки и суффиксы используют в названиях молекул спиртов?
- 24.3. Что означает понятие «функциональная группа»?
- 24.4. Какие спирты называют алифатическими? Дайте определение.
- 24.5. Какая общая брутто-формула насыщенных спиртов?
- 24.6. Дайте определение понятию изомерия.
- 24.7. По какому признаку спирты относят к первичным, вторичным и третичным?
- 24.8. Какие отличия в физических свойствах одно- и многоатомных спиртов (на примере метанола и глицерина)?
- 24.9. Напишите уравнение реакции этанола и натрия. Как называются продукты этой реакции?
- 24.10. Напишите уравнение реакции натрия с глицерином. Назовите продукты реакции.
- 24.11. Напишите уравнения реакций спиртов с хлороводородом. К какому классу органических соединений относятся продукты реакций?
- 24.12. Напишите уравнение дегидратации пропанола-1. При каких условиях протекает эта реакция? Какой продукт образуется?

УРОВЕНЬ В

24.13. Назовите следующие вещества:



- 24.14. Напишите структурные формулы следующих веществ: пентанол-2, пентанол-1, пентанол-2, бутанол-2.
- 24.15. Сколько разных спиртов изображено следующими формулами:
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHONCH}_3$;
 - $\text{CH}_3\text{CHONCH}_2\text{CH}_3$;
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;
 - $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHONC}_2\text{H}_5$?
- 24.16. Сколько изомерных спиртов отвечают общей формуле $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$? Напишите их структурные формулы.
- 24.17. Напишите уравнение реакции пропанола-1 и пропанола-2 с натрием, бромоводородом и уравнения реакций внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации этих спиртов.
- 24.18. Какой объем займет водород, полученный действием 2,5 г натрия на раствор 23 г этилового спирта в бензоле?
- 24.19. При действии излишка натрия на раствор пропилового спирта в бензоле выделилось 56 мл водорода. Какая масса спирта содержалась в растворе?
- 24.20. Определите относительную молекулярную массу спирта, в молекуле которого содержится одна гидроксильная группа, если известно, что из 3,7 г спирта натрий вытесняет 560 мл водорода.
- 24.21. Напишите уравнение реакций образования спирта: а) из йодметана; б) йодэтана; в) 1-бромпропана.

- 24.22. Изобразите структурные формулы приведенных ниже спиртов: бутен-1-ол-3; 2-метилпропен-1-ол-3; бутен-1-ол-1, 3-гидрокси-пропен-1; бутен-3-ол-2. Сколько спиртов на самом деле приведено? Какие названия написаны неверно? Какие молекулы не могут существовать вообще?
- 24.23. Выберите из приведенного списка молекулы, которые, судя по их брутто-формулам, могут относиться к одноатомным спиртам:
 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
- 24.24. К какому типу относятся реакции горения спиртов и почему? Приведите уравнение реакции горения пентанола-2, расставьте коэффициенты в уравнении. Какой объем конечного продукта — газа образуется при реакции 1 моля спирта и 60 л кислорода?
- 24.25. Напишите реакции горения для метанола, этанола и пропанола. Во сколько раз будут различаться объемы газообразных (при н. у.) продуктов реакции, полученных при горении этих спиртов?
- 24.26. Напишите уравнения реакций метанола, этиленгликоля (этандиола-1,2), глицерина и фенола с натрием. Как называются продукты реакции спиртов со щелочными металлами? К какому классу соединений они относятся?
- 24.27. Рассчитайте массовую долю натрия в веществах, которые образовались после его реакции с метанолом, этандиолом-1,2, из пропантриолом-1,2,3. Какая зависимость (прямая, обратная) наблюдается между массовой долей металла и атомностью спирта?
- 24.28. Сколько гидроксильных групп у молекулы спирта, а если при реакции 1 моля этого спирта с натрием выделяется 2 моля газа?
- 24.29. К какому типу относятся реакции фенолов с гидроксидами щелочных металлов? Какие свойства проявляет фенол при реакции со щелочами. Приведите уравнение реакции 3-хлорфенола с водным раствором NaOH .
- 24.30. Укажите начальные продукты реакции:
 $\dots + \dots \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OK} + \text{H}_2\uparrow$.
- 24.31. Сколько гидроксильных групп у молекулы спирта, если известно, что при реакции 0,5 моль этого спирта с хлористым водородом образуется 27 моль воды (н. у.)?
- 24.32. В зависимости от растворителя, в котором идет реакция, 1-хлорпропан со щелочью может давать два разных продукта. Напишите уравнения обеих реакций и дайте названия полученным веществам.
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH}$ (водный раствор) $\rightarrow \dots$
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH}$ (спиртовой раствор) $\rightarrow \dots$

- 24.33. Сравните химические свойства фенола и бензола. У какой из молекул бензольное кольцо более стойкое к действию реагентов? Объясните почему. В качестве примера приведите уравнение реакции с бромной водой. Вычислите массовую долю брома в конечном продукте.
- 24.34. Выберите из двух реакций правильную и допишите ее до конца:
- $$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$$
- $$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$$
- 24.35. Какую химическую реакцию применяют для выявления многоатомных спиртов? К какому классу (кислоты, основания, соли, оксиды) относятся окрашенные продукты, которые образовались?

УРОВЕНЬ С

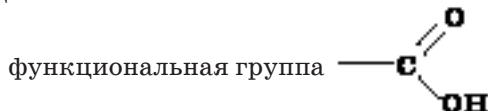
- 24.36. В промышленности метанол получают взаимодействием оксида углерода(II) с водородом в присутствии катализатора под высоким давлением с избытком против рассчитанного по уравнению реакции количеством водорода. Составив уравнение реакции, укажите причины, по которым реакция проводится в таких условиях.
- 24.37. Спирты практически не проводят электрический ток, в то время как щелочи, которые также содержат гидроксильную группу, в расплавленном состоянии или в водном растворе проводят электрический ток. Чем это можно объяснить?
- 24.38. Какая относительная молекулярная масса одноатомного спирта, из 7,4 г которого при действии металлического натрия получается 1,12 л водорода? Назовите этот спирт?
- 24.39. Сравните структурные формулы молекул этандиола-1,2; пропантиола-1,2,3; бутантетраола-1,2,3,4. Являются ли эти спирты гомологами? Если вы думаете, что перечисленные вещества являются гомологами, приведите гомологическую разницу для данного ряда соединений.
- 24.40. Изобразите структурную формулу спирта 1,1-дихлор-4-бром-3-метилгексантиола-2,3,4,6. Какая атомность приведенного спирта? Какой тип гидроксильных групп (первичный, вторичный, третичный) в молекуле этого спирта?
- 24.41. Расчеты показывают, что при нормальных условиях метанол должен быть газом. Чем обусловлено отличие наблюдаемых физических свойств этого вещества от теоретически предусмотренных? Обоснуйте ваш ответ.

- 24.42.** Напишите структурную формулу спирта гександиола-1,6. К какому типу относятся химические связи между третьим и четвертым атомами углерода, между пятым атомом углерода и соседним атомом водорода, между первым атомом углерода и атомом кислорода гидроксильной группы. Обоснуйте ваш ответ.
- 24.43.** Известно, что полярность молекул спиртов обусловлена полярностью связи O-H . Как вы считаете, станет ли в три раза полярнее молекула при переходе от одноатомных спиртов к трехатомным? Обоснуйте ваш ответ.
- 24.44.** Какие кислотно-основные свойства проявляют спирты в реакции замещения гидроксигруппы другими атомами или группами атомов? Приведите примеры таких реакций для спиртов и для аналогичных по свойствам неорганических соединений. Как называются подобные реакции в неорганической химии?
- 24.45.** Какие кислотно-основные свойства проявляет гидроксильная группа при отщеплении от нее атома водорода? Приведите для этанола и для любого неорганического соединения примеры реакций, в которых атом водорода замещается атомом металла, например калия. Как называются подобные реакции в неорганической химии?
- 24.46.** Если предположить, что молекулы спирта амфотерные, значит, они могут вести себя как кислоты и как основания. По аналогии с неорганическими соединениями, попробуйте написать реакцию спирта-кислоты и спирта-основания друг с другом. Какое вещество при этом образуется? Нарисуйте структурную формулу вещества, которое образуется при реакции двух молекул этилового эфира друг с другом. Как называются подобные реакции в неорганической химии?
- 24.47.** Алифатические спирты с длинными углеродными цепями — твердые вещества, не растворимые в воде. С помощью какого реагента можно выявить наличие в твердом алифатическом спирте примесей фенола? С помощью водного раствора какого реагента (щелочи, кислоты, соли меди(II)) можно разделить смесь спирта и фенола на исходные компоненты? Напишите уравнение реакции.
- 24.48.** На основе уже известных вам реакций получите этанол из неорганического вещества — карбида кальция. Приведите уравнение для каждой стадии синтеза, назовите промежуточные продукты.
- 24.49.** На основе уже известных вам реакций получите этандиол-1,2 из неорганического вещества — карбида кальция. Приведите уравнение для каждой стадии синтеза, назовите промежуточные продукты.

- 24.50. Этанол массой 1 кг сожгли в 100 л кислорода. Определите состав смеси газов (при н. у.), которая образуется после окончания горения. На сколько изменится концентрация O_2 в смеси, если вместо этанола сжигать двухатомный спирт этандиол-1,2.
- 24.51. Пропанол-1 массой 100 г кипятили в присутствии сильной кислоты. Газ, который выделился, собирали и пропускали через бромную воду. Продукт, который образовался, кипятили в водном растворе гидроксида натрия, потом жидкую фазу полностью отгоняли. Вычислите массу осадка, который останется после удаления жидкости, если известно, что выход первой реакции — 60 %, второй реакции — 85 %, третьей реакции — 100 %. Приведите уравнения всех реакций. Назовите промежуточные и конечные продукты реакции.

ТЕМА 25. УКСУСНАЯ КИСЛОТА

Поскольку в состав органических кислот, как и в состав других органических соединений, входит углеродная цепь, то все органические кислоты называют углеродными кислотами. Углеродные кислоты относятся к кислородсодержащим органическим соединениям и имеют в своем составе функциональную группу, которая определяет их принадлежность к кислотам.



У кислот функциональная группа соединяет в себе карбоксильную и гидроксильную группу COOH . Эта группа называется карбоксильной группой.

Название кислоты происходит от названия соответствующего углеводорода добавлением суффикса *-овая* к названию алкана. В связи с тем, что много углеродных кислот были открыты задолго до принятия правил международной номенклатуры, у большинства из них тривиальные названия.

Уксусная кислота — жидкость с довольно высокой температурой кипения, со специфическим резким запахом. Неограниченно растворяется в воде. Формула уксусной кислоты CH_3COOH . По международной номенклатуре она называется этановая кислота.

Проявляет обычные свойства неорганических кислот, а также специфические свойства, характерные для органических кислот: хлорирование по углеводному радикалу, этерификация со спиртами в присутствии концентрированной серной кислоты.

Уксусная кислота характеризуется как самая широко используемая из органических кислот. Относительно этого ее можно сравнить с серной кислотой.

Уксусная кислота используется для получения эстеров, например этилацетата и других эстеров, которые вследствие приятного запаха используются в качестве отдушек в парфюмерной и пищевой промышленности.

В сельском хозяйстве и пищевой промышленности уксусная кислота, а также ее ближайшие гомологи — муравьиная и пропионовая используются как консерванты, что позволяет предотвращать в продуктах гнилостные процессы и сохранять их высокую питательность.

УРОВЕНЬ А

- 25.1. Какие вещества называются углеродными кислотами? Приведите общую брутто-формулу насыщенных углеродных кислот.
- 25.2. Изобразите строение карбоксильной группы. Приведите примеры углеродных кислот, изобразите их структурные формулы.
- 25.3. По какому принципу образуются названия углеродных кислот? Приведите тривиальные названия какого-нибудь альдегида и его название соответственно международным правилам IUPAC.
- 25.4. Какие физические свойства и биологическая активность углеродных кислот? Где углеродные кислоты встречаются в природе? Приведите примеры.
- 25.5. Расскажите о физических свойствах уксусной кислоты. Где на практике используется это вещество?
- 25.6. Как изменяют окраску индикаторы в присутствии углеродных кислот? Связана ли способность кислот изменять цвета индикатора с их кислым вкусом?
- 25.7. На примере уксусной кислоты покажите, как углеродные кислоты реагируют с металлами. Приведите уравнение реакции.
- 25.8. Приведите уравнение реакции взаимодействия углеродных кислот с основаниями. Как называется такая реакция? Как называются конечные продукты реакции, к каким классам химических веществ они относятся?
- 25.9. Приведите уравнение реакции взаимодействия углеродных кислот со спиртами. Как называется такая реакция? К каким классам органических веществ относят конечные продукты этой реакции?

- 25.10. Какая реакция является обратной по отношению к реакции этерификации? Приведите пример такой реакции. Какие продукты при этом образуются?

УРОВЕНЬ В

- 25.11. Приведите уравнение реакций для горения уксусной кислоты в избытке и в недостатке воздуха. Расставьте коэффициенты в уравнениях.
- 25.12. Назовите основность уксусной кислоты.
- 25.13. Как получить уксусную кислоту из ее соли?
- 25.14. Этилацетат массой 100 г гидролизovali. Какой выход реакции гидролиза, если кислота, которая образовалась, с гидроксидом натрия образовала 79,5 г соли?
- 25.15. Используя 17 л смеси ацетилена с азотом, было получено 15 г уксусной кислоты. Какой процентный состав исходной газовой смеси, если известно, что выход продукта реакции 81 %.
- 25.16. Этилацетат обработали избытком раствора NaOH . Смесь, которая осталась после реакции, залили концентрированной серной кислотой и добавили этанол. После кипячения раствора был снова получен этилацетат. Вычислите, во сколько раз уменьшилась масса этилацетата после проведения всех реакций, если известно, что выход каждой из реакции составлял 80 %. Приведите все реакции, назовите промежуточный продукт.

УРОВЕНЬ С

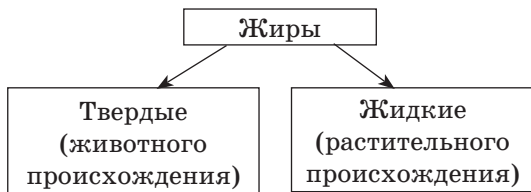
- 25.17. Уксусный альдегид массой 30 г, который содержит 8 % примесей, окислили до углеродной кислоты, а потом к полученному продукту добавили избыток карбоната калия. Какой объем газа выделился, если выход второй реакции — 90 %?
- 25.18. Из неорганического вещества, карбида кальция, получите уксусную кислоту самым коротким путем. Приведите уравнения всех реакций, дайте названия каждому из промежуточных продуктов. Рассчитайте, какая масса кислоты будет получена, если масса карбида кальция — 35 г, а выходы всех реакций одинаковые и равны 60 %.
- 25.19. Из уксусной кислоты без применения каких-нибудь других органических реагентов получите этилацетат. Приведите уравнения всех реакций, дайте названия каждому из промежуточных продуктов. Вычислите, какая масса кислоты будет получена, если масса уксусной кислоты 12 г.

- 25.20.** Уксусная кислота относится к кислотам средней силы. В какой цвет окрашивается лакмусовая бумажка в водных растворах солей уксусной кислоты — ацетат натрия, ацетат аммония и ацетат свинца(II)? Напишите уравнения, которые описывают процесс гидролиза этих солей.
- 25.21.** Из неорганического вещества, карбида кальция, наиболее коротким путем получите уксусную кислоту. Приведите уравнения всех реакций, дайте названия каждому из промежуточных продуктов. Рассчитайте, какая масса кислоты будет получена, если масса карбида кальция — 35 г, а выходы всех реакций одинаковые и равные 60 %.
- 25.22.** Приведите два способа получения этаноля (ацетальдегида) из карбида кальция (с использованием реакции гидратации и реакции присоединения галогеноводородов). Сравните количество полученного обоими способами продукта, при условии, что выход на каждой стадии реакции — 90 %.
- 25.23.** Предыдущий анализ показал наличие в растворе этаноля и ацетата натрия. Как с помощью только одной серной кислоты, по запаху продуктов реакции, доказать присутствие этих веществ? Напишите уравнение соответствующих качественных реакций.
- 25.24.** Смесь метанола и этанола массой 32 г сожгли, при этом получилось 30 л CO_2 . Рассчитайте состав смеси в объемных и массовых процентах. Вычислите объем воздуха, использованного на окисление смеси альдегидов.
- 25.25.** Смесь уксусной кислоты и ацетальдегида массой 30 г поглотила в присутствии катализатора 1 л водорода. По окончании реакции был выявлен только один конечный продукт — этанол. Рассчитайте состав исходной смеси в массовых процентах. Определите массу конечного продукта реакции.

ТЕМА 26. ЖИРЫ

Жиры — эстеры — образованы трехатомным спиртом — глицерином — и тремя молекулами высших углеродных кислот. Из углеродных кислот чаще всего встречаются стеариновая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ и олеиновая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$.

Все жиры подразделяют на две основные группы.



Твердые жиры образуются преимущественно высшими насыщенными углеводными кислотами, а жидкие — преимущественно ненасыщенными.

УРОВЕНЬ А

- 26.1. Какие вещества называются жирами?
- 26.2. Напишите формулы стеариновой и олеиновой кислот. Изобразите структурные формулы жиров, в молекулах которых есть остатки этих кислот. Приведите названия этих жиров.
- 26.3. Приведите уравнения реакций получения жиров из глицерина и углеводных кислот (кислотный остаток можно условно обозначить буквой R).
- 26.4. Как зависят физические свойства жиров, в частности температура плавления, от наличия или отсутствия двойных связей в кислотных остатках?
- 26.5. Какие биологические свойства жиров? Какие функции жиров в организме животных и человека?
- 26.6. Какой химической реакцией обусловлено прогоркание жиров? Для каких жиров (с остатками насыщенных или ненасыщенных углеводных кислот) прогоркание более характерно? Объясните почему.
- 26.7. Напишите реакцию гидрирования жиров, которые имеют ненасыщенные кислотные остатки. Как называется продукт, который образуется при гидрировании? Как изменяется агрегатное состояние жира до и после гидрирования?
- 26.8. Напишите реакцию гидролиза жиров. Почему эту реакцию называют омылением?

УРОВЕНЬ В

- 26.9. Изобразите структурную формулу стеариновой кислоты и жира тристеарина. Рассчитайте массовую долю углерода в этих соединениях.

26.10. Впишите отсутствующие реагенты и продукты реакции:

олеиновая кислота + ... $\xrightarrow{\text{катализатор}}$ триолеин + ...

Изобразите структурные формулы углеродной кислоты и жира.

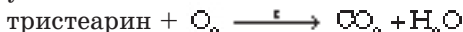
26.11. На бромирование 0,1 моль растительного жира было израсходовано 48 г брома. Рассчитайте, сколько двойных связей находится в одной молекуле жира и в одном остатке углеродной кислоты (при условии, что все три кислотные остатка одинаковые).

26.12. Ферменты нашего организма расщепляют цепь стеариновой кислоты на фрагменты по двум атомам углерода и превращают их в молекулы уксусной кислоты. Какая масса уксусной кислоты вырабатывается нашим организмом из 0,1 г тристеарина?

26.13. Триолеиновый жир массой 100 г, который содержит 2 % воды, гидрогенировали. Вычислите содержание воды в полученном маргарине.

26.14. Реакция омыления жиров используется для производства глицерина. Рассчитайте, какой объем глицерина получают при переработке 100 кг тристеарина, который содержит 15 % примесей. Выход реакции омыления — 85 %, плотность глицерина — 1,261 г/мл.

26.15. Выберите правильную реакцию. Обоснуйте свой выбор. Замените названия веществ их брутто-формулами. Расставьте коэффициенты в обоих уравнениях, при условии, что во второй реакции количество молей углерода вдвое больше количества углекислого газа.



УРОВЕНЬ С

26.16. Смесь равных количеств триолеина и тристеарина гидролизovali в присутствии щелочи, к полученной смеси добавляли избыток кислоты и при нагревании проводили реакцию этерификации. Изобразите структурные формулы жиров, которые при этом образовались, используя для остатка стеариновой кислоты обозначения R_1 , а для остатка олеиновой кислоты — R_2 . Разделите полученные жиры на группы, молекулы которых имеют одинаковую молекулярную массу. Определите процент молекул каждой группы к общему количеству молекул.

26.17. Жир тристеарин гидролизovali, полученную смесь залили этилацетатом и нагрели в присутствии серной кислоты. Изобразите структурные формулы новых эстеров, которые образовались после этерификации. Назовите их. Рассчитайте массу

новых эстеров, полученных из 100 г жира, если выход реакции гидролиза — 90 %, выход нового эстера с низкой молекулярной массой во второй стадии — 60 %, выход эстера с большой молекулярной массой — 10 %.

- 26.18.** Вещество, которое легче воды, подвергли гидролизу в присутствии щелочи. После окончания реакции щелочь нейтрализовали, полученную массу разбавили водой. Осадок, который поднялся на поверхность воды, отделили и исследовали. Оказалось, что этот осадок имеет способность растворяться в водных растворах щелочей, а также 1 моль вещества, который образовал этот осадок, может присоединять 1 моль хлора. Водный раствор, который остался после отделения осадка, в присутствии растворов щелочей может растворять гидроксид меди(II), при этом появляется интенсивно-синяя окраска.

На основании известных вам данных определите, какое вещество подвергли гидролизу. Напишите соответствующие уравнения реакций.

- 26.19.** Жир массой 93,4 г, молекула которого имеет остатки и олеиновой и стеариновой кислот, при бромировании увеличивает свою массу на 32 г. Определите, сколько остатков стеариновой кислоты в молекуле жира. Рассчитайте, какой объем хлороводорода пойдет на реакцию с тем же количеством жира.

- 26.20.** Смесь стеариновой и уксусной кислот можно разделить несколькими способами:

- а) разбавить раствор большим количеством воды,
- б) добавить в раствор карбонат аммония.

На каких принципах основано разделение смеси в первом и во втором случаях. Приведите реакции, которые протекают при разделении смеси вторым способом.

- 26.21.** Жир тристеарин гидролизovali смесью гидроксидов натрия и калия, которые находятся в молярном соотношении 1:1. Какое массовое соотношение продуктов реакции, если выход реакции стеарата калия 0,3 %, стеарата натрия — 0,5 %.

- 26.22.** Для гидрирования некоторого образца жира необходим 1 моль водорода. При нагревании продукта реакции гидрогенизации с водой при 200 °С образуется смесь глицерина и только одной кислоты общей массой 188,8 г. При обработке кислоты избытком раствора карбоната натрия выделяется 6,72 л (н. у.) газа. Вычислите молярную массу жира и приведите одну из его возможных формул.

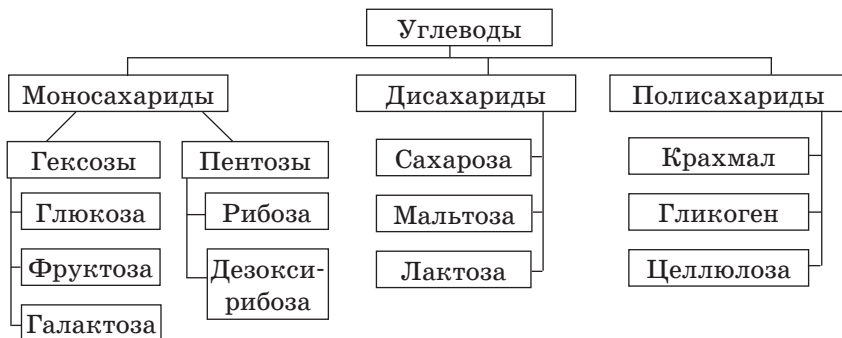
- 26.23.** Раствор, полученный после нагревания 40,3 г жира, образованного только одной органической кислотой, из 70 мл 20 %-го

раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл), нуждался для нейтрализации избытка щелочи 22,9 мл 36,5 %-й соляной кислоты (плотность 1,18 г/мл). Какая кислота входила в состав жира? Какие вещества и в каком количестве вышли при реакции со щелочью? Какая реакция может состояться при дальнейшем добавлении раствора кислоты к полученной смеси?

- 26.24.** Твердый животный жир (триглицерид) массой 12,76 г полностью растворили при нагревании с 19 мл 25 %-го раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/мл). Избыток щелочи нейтрализовали 27,8 мл 5 %-го раствора соляной кислоты (плотность 1,05 г/мл). При следующем избыточном подкислении раствора выпало 10,24 г осадка, который содержит 75 % углерода (по массе). Установите возможную формулу жира.
- 26.25.** Твердый животный жир (триглицерид) массой 13,32 г полностью растворили при нагревании с 38 мл 25 %-го раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/мл). Избыток щелочи нейтрализовали 40,2 мл 12 %-го раствора соляной кислоты (плотность 1,06 г/мл). При следующем избыточном подкислении раствора выделяется 10,8 г не растворимого в воде вещества. Установите возможную формулу жира.
- 26.26.** Растительное масло массой 17,56 г нагрели с 30,1 мл 20 %-го раствора серной кислоты (плотность 1,14 г/мл) до полного исчезновения масляного слоя. Полученная смесь может прореагировать с 11,2 г гидроксида калия. При действии избытка бромной воды на полученный после гидролиза раствор образуется только одно тетрабромпроизводное. Установите возможную формулу жира, если известно, что продукт присоединения брома содержит 53,3 % брома (по массе).

ТЕМА 27. УГЛЕВОДЫ

Общая формула углеводов $C_n(H_2O)_m$. Эта формула отражает только соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в молекулах углеводов. И, собственно, именно этому соотношению этот класс веществ обязан своим названием — (угле)(воды).



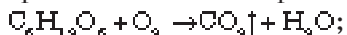
УРОВЕНЬ А

- 27.1. Какие известные вам соединения относят к классу углеводов? Напишите общую брутто-формулу углеводов.
- 27.2. Что такое фотосинтез? Напишите уравнение реакции, которая протекает в процессе фотосинтеза.
- 27.3. Напишите структурную и брутто-формулы глюкозы. К какому классу органических веществ относится глюкоза? Назовите, какие известные вам функциональные группы есть в молекуле глюкозы.
- 27.4. Напишите реакцию взаимодействия глюкозы с гидроксидом серебра в присутствии аммиака. Какие окислительно-восстановительные свойства проявляет глюкоза в данной реакции? К какому классу относится органическое соединение, полученное при окислении глюкозы?
- 27.5. Напишите уравнение реакции брожения глюкозы. Какие катализаторы необходимы для протекания процесса брожения?
- 27.6. Приведите брутто-формулу сахарозы, опишите ее физические свойства. Опишите процесс получения сахарозы из натурального сырья.
- 27.7. Что такое крахмал? Напишите реакцию получения крахмала из глюкозы. Опишите физические и химические свойства крахмала.
- 27.8. Что такое целлюлоза? Напишите реакции, общие для целлюлозы и крахмала. Как отличить друг от друга эти естественные полимеры?

УРОВЕНЬ В

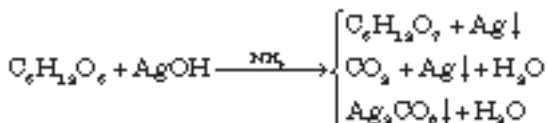
27.9. Какая масса глюкозы образуется в растениях из 300 л углекислого газа, если выход реакции фотосинтеза 0,015 % ?

27.10. Из двух приведенных реакций окисления выберите ту, которая протекает в живых организмах:



Расставьте коэффициенты в уравнениях обеих реакций. Во второй реакции количество молей углекислого газа вдвое превышает количество молей углерода. Определите объем CO_2 , который выделяется при окислении 130 г глюкозы в живых организмах.

27.11. Напишите уравнение реакции, которая описывает брожение глюкозы. Рассчитайте, какой объем 40 % раствора спирта в воде ($\rho = 0,72$ г/мл) можно получить, если спирт получен из 1 кг глюкозы. Выход реакции — 30 %.



27.12. Какие продукты образуются в результате указанной реакции? Выберите один из предложенных вариантов, сравните его. Рассчитайте массу гидроксида серебра, необходимого для окисления 15 г глюкозы.

27.13. Строение молекулы фруктозы подобно строению молекул глюкозы, однако относится к другому классу органических соединений. Какая из функциональных групп отсутствует в молекуле фруктозы, если раствор этого вещества:

- дает стойкую синюю окраску с гидроксидом меди(II) в присутствии раствора щелочи;
- при окислении превращается не в углеводную кислоту, а расщепляется на более мелкие молекулы;
- образует эстеры с уксусной кислотой в присутствии серной кислоты;
- не восстанавливает $AgOH$ до серебра.

Ответ обоснуйте, проанализировав каждую реакцию.

27.14. Сколько глюкозы можно получить в результате гидролиза картофельного крахмала, выделенного из 100 кг картофеля, если известно, что в клубнях картофеля есть 15 % крахмала (количество остатков глюкозы — 12000). Выход реакции гидролиза — 70 %.

- 27.15. Напишите структурную формулу глюкозы. Найдите в молекуле гомологическую разницу (постоянно повторяемый фрагмент), напишите гомологи глюкозы, которые содержат 7, 8 и 9 гомологических разниц. Назовите эти молекулы по правилам IUPAC.
- 27.16. Какое количество тепла выделяется при горении 1 кг древесины, которая содержит 45 % целлюлозы? Тепловой выход реакции окисления целлюлозы 1500 кДж/кг.
- 27.17. Гомологической разницей полимерной молекулы целлюлозы является фрагмент глюкозы $C_6H_{10}O_5$. Рассчитайте, сколько гомологических разниц находится в молекулах целлюлозы, если молекулярная масса целлюлозы колеблется в интервале $1,60 \cdot 10^6 - 2,25 \cdot 10^6$ г/моль.

УРОВЕНЬ С

- 27.18. Дано вещество белого цвета, без вкуса, которое набухает в воде и растворяется в ней при нагревании, которое окрашивается в присутствии йода в темно-синие цвета. После гидролиза образовалось вещество белого цвета, сладкое на вкус, которое вступает в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра. Полученное вещество под действием ферментов превращается в бесцветную жидкость с резким запахом, которая смешивается с водой во всех соотношениях, восстанавливает оксид меди(II) при нагревании до меди и образует при горении воду и углекислый газ. Определите, о каких органических веществах речь идет. Напишите уравнения реакций, которые описывают взаимопревращения органических веществ. Приведите, где возможно, уравнения использованных качественных реакций.
- 27.19. Гидроксид серебра растворили в концентрированном растворе аммиака. При этом образовалось соединение, формула которого $[Ag(NH_3)_2]OH$. Раствор этого соединения добавили к глюкозе, в результате реакции в осадок выпало серебро. Напишите уравнение реакции получения серебра. Укажите, какие реагенты сыграют роль окислителя и восстановителя. Напишите структурную формулу вещества, которое образуется, попробуйте назвать его согласно правилам IUPAC.
- 27.20. Приведите уравнения реакций, которые доказывают, что глюкоза это:
- спирт;
 - многоатомный спирт;
 - альдегид.
- Назовите вещества, которые образуются в результате этих реакций.

- 27.21.** Напишите уравнения реакций, приведите условия их протекания.
клетчатка > глюкоза > глюконовая кислота > этилглюконат (этиловый спирт глюконовой кислоты).
Нарисуйте структурные формулы конечного и промежуточного продуктов.
- 27.22.** Напишите схему получения из крахмала лекарства глюконата кальция (кальциевая соль глюконовой кислоты).
- 27.23.** Смесь 9 г глюкозы и 19 г концентрированной уксусной кислоты нагревали в присутствии H_2SO_4 . На нейтрализацию избытка уксусной кислоты пошло 3,73 г KOH . Определите, какое вещество получилось в результате реакции глюкозы и уксусной кислоты. Напишите его структурную формулу. Какие свойства появляются у глюкозы в этой реакции?
- 27.24.** К раствору глюкозы добавили раствор $NaOH$, потом гидроксид меди. При перемешивании голубой осадок гидроксида растворился и жидкость стала интенсивно-синего цвета. Через 10 минут из раствора начал выпадать бурый осадок, а синяя окраска постепенно исчезла. Какие свойства проявляет глюкоза в первой и во второй реакциях? Напишите уравнение второй реакции, используя как реагенты глюкозу и $Cu(OH)_2$. К каким классам веществ принадлежат конечные продукты?
- 27.25.** В процессе брожения одного моля глюкозы образуется одинаковое количество молей спирта и газа. Пропускание полученного газа через раствор гидроксида кальция приводит к образованию осадка. Какой процент глюкозы превращается в спирт, если газ, полученный из 75 г глюкозы, образует с гидроксидом кальция 3,5 г осадка?
- 27.26.** На гидролиз порции крахмала было израсходовано 150 моль KOH . Какая масса глюкозы будет получена при гидролизе указанного количества крахмала? Какое содержание воды (в массовых процентах) в глюкозе?
- 27.27.** В процессе обмена веществ окисления 1 г тристеарина дает 37,7 кДж энергии. 1 моль глюкозы окисляется с выделением 2870 кДж. Сколько энергии может получить человек, который съел 100 г сгущенного молока с содержанием 43,5 % углеводов и 5,0 % жиров (энергию, которая выделяется при разложении белков в расчет не принимать). Какую часть составляет энергия, полученная за счет окисления жиров?

- 27.28. На производство одного грамма клетчатки, моль которой состоит из 15000 звеньев $C_6H_{10}O_5$, затрачивается 1200 кДж энергии. Гидролиз требует затрат энергии 246 кДж на 1 моль клетчатки. Вычислите, сколько запасенной в клетчатке энергии приходится на 1 молекулу глюкозы.
- 27.29. Глюкозу массой 36 г обработали восстановителем. Образовавшееся сладкое кристаллическое вещество нагревали с 75 г концентрированной уксусной кислоты в присутствии H_2SO_4 . Как показал следующий анализ, после реакции в растворе осталось 3 г уксусной кислоты. Определите, к каким классам органических соединений принадлежат промежуточные и конечные продукты. Нарисуйте их структурные формулы, назовите промежуточный продукт.
- 27.30. Сладкое кристаллическое вещество массой 17,1 г, которое выделяют из сока растений, при гидролизе образует 18 г смеси сладких веществ. Оба вещества окрашиваются гидроксидом меди(II) в щелочной среде в интенсивно-синий цвет и являются изомерами. При обработке смеси аммиачным раствором гидроксида серебра образуется 5,4 г серебра. Используя известные вам из учебника углеводы, попробуйте определить, о каком веществе идет речь. Напишите уравнение гидролиза исходного продукта.

ТЕМА 28. АМИНОКИСЛОТЫ, БЕЛКИ, НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Аминоуглеродные кислоты, или аминокислоты — класс органических соединений, которые содержат одновременно две функциональные группы: аминогруппу NH_2 и карбоксильную группу $COOH$.

Названия аминокислот происходят от названий соответствующих углеродных кислот с указанием положения аминогруппы. В соединениях, в которых присутствуют две разные функциональные группы, их взаимное расположение указывают греческими буквами.

Так, если в состав аминокислот входят две функциональные группы, то аминокислоты проявляют свойства двух классов соединений: углеродных кислот и органических аминов.

Белки (белковые вещества) — естественные макромолекулярные соединения (биополимеры), структурную основу которых представляют полипептидные цепи, построенные из остатков аминокислот. Белки содержат обязательно элементы **C**, **H**, **N** и **O**, почти всегда **S**, часто **P**, реже **Fe**, **Cu**, **Zn** и др.

По составу белки разделяют на:

- Протеины — простые белки, которые состоят из остатков аминокислот.
- Протеиды — сложные белки, которые состоят из остатков аминокислот и разных небелковых веществ.

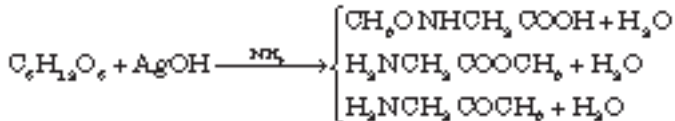
УРОВЕНЬ А

- 28.1. Какими кислотно-основными свойствами обладают аминокислоты? Приведите уравнения реакций, которые подтверждают ваш выбор.
- 28.2. Какие соединения называются аминокислотами? Приведите структурную формулу аминокислот. Какие функциональные группы находятся в молекулах аминокислот?
- 28.3. Приведите уравнения реакций, которые подтверждают наличие у аминокислот кислотных свойств.
- 28.4. Приведите уравнения реакций, которые подтверждают наличие у аминокислот основных свойств.
- 28.5. Приведите реакцию взаимодействия аминокислот друг с другом. Укажите расположение пептидной связи в полученной молекуле.
- 28.6. Дайте определение понятиям полимер, полимеризация. Приведите пример полимеризации.
- 28.7. Что такое протеин (белок, полипептид)? Какая структура протеиновой цепи?
- 28.8. Пользуясь знаниями, полученными из курса биологии, объясните, что такое первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура молекул (протеинов).
- 28.9. Опишите физические свойства протеинов.
- 28.10. Какие функции молекул протеинов в живых организмах?
- 28.11. Что такое денатурация и гидролиз протеинов? К каким изменениям физических (на примере яичного желтка) и биологических свойств протеинов приводит денатурация?
- 28.12. Какие качественные реакции на белковые молекулы?
- 28.13. Опишите использование полимеризации аминокислот для производства синтетических волокон. Напишите реакцию полимеризации для получения капрона.

УРОВЕНЬ В

28.14. Напишите структурные формулы аминокислот: 2-аминоэтановой кислоты (глицина), 2-аминопропановой кислоты (серина), 2,5-диаминопентановой кислоты (лизина), 6-аминогексановой кислоты (аминокапроновой).

28.15. Из предложенных продуктов реакции выберите правильные:



28.16. Смесь 2-аминоуксусной (глицина) и 2-аминопропановой (аланина) кислот обработали катализатором. При этом образовалась смесь четырех дипептидов. Изобразите их структурные формулы. Рассчитайте массовую долю углерода в этих соединениях.

28.17. Химический состав аминокислоты $\text{C} — 40,4\%$, $\text{H} — 7,9\%$, $\text{N} — 15,7\%$, $\text{O} — 35,9\%$. Найдите брутто-формулу аминокислоты, изобразите структурные формулы изомеров этого состава, назовите их.

28.18. Гидролиз этилового 2-эстера аминокпропановой кислоты гидроксидом натрия массой 2 г приводит до образования 5 г соли. Изобразите структурную формулу кислоты и соли, назовите соль по правилам IUPAC, рассчитайте выход реакции гидролиза.

28.19. Неизвестная аминокислота образует с гидроксидом калия соль, молярная масса которой 105 г/моль. При добавлении к аминокислоте соляной кислоты также образуется соль — хлорид. Какую массу хлорида можно получить из 1,27 г натриевой соли?

28.20. В процессе полимеризации 2-аминопропановой кислоты выделилось 270 г воды на 1 моль полипептида. Определите количество аминокислотных звеньев в молекуле полипептида, рассчитайте его молекулярную массу.

28.21. Гидролиз дипептида аминоксусной кислоты сопровождается поглощением тепла в количестве 18 кДж/моль на одну аминокислотную цепь. Рассчитайте, какое количество тепла должно быть израсходовано на гидролиз одного моля пептида, молекулярная масса которого 22818 г/моль.

28.22. 120 г раствора 12% 2-аминоуксусной кислоты залили избытком карбоната натрия. Газ, который выделился, пропустили через раствор гидроксида кальция. Масса осадка, который выпал при этом, составила 8,9 г. Определите процентный выход первой реакции при условии, что поглощение газа происходит во второй реакции полностью.

УРОВЕНЬ С

- 28.23.** Основная и кислотная группы аминокислот могут реагировать друг с другом внутри одной молекулы. При этом, как и в реакциях нейтрализации, происходит перенос иона водорода от кислоты к основанию. Изобразите структурную формулу такой частицы на примере 2-аминоуксусной кислоты. Ответьте на вопросы.
- а) Какой заряд (заряды) такой частицы?
 - б) Частица, которая образовалась, имеет большую или меньшую полярность, чем исходная аминокислота?
- 28.24.** Этерификация 2,34 г неизвестной аминокислоты с этанолом приводит к образованию эстера массой 2,9 г. Обработка этой аминокислоты азотной кислотой и следующее восстановление полученного продукта водородом в присутствии катализатора дает углеводород 2-метилбутан. Изобразите структурную формулу аминокислоты и назовите ее по правилам IUPAC.
- 28.25.** В результате гидролиза дипептида, который содержит фрагмент 2-аминоуксусной кислоты, была получена эквимольная смесь аминокислот, отношение масс которых равняется 1,75. Определите, какие аминокислоты находятся в смеси, если известно, что они являются гомологами с гомологической разницей CH_2 .
- 28.26.** Дипептид количеством вещества 0,025 моль при гидролизе распадается на две аминокислоты, которые после обработки азотной кислотой образует смесь кислот массой 8,3 г. Определите строение дипептида, если известно, что отношение молекулярных масс аминокислот равняется 1,187.
- 28.27.** При гидролизе 46,1 г трипептида в присутствии NaOH образовалась соль только одной аминокислоты массой 66,6 г. Определите строение трипептида.

ТЕМА 29. НЕМЕТАЛЛЫ

Кислород — самый распространенный элемент на Земле. Его содержание в земной коре составляет около 47 %. Свободный кислород в виде молекул находится в воздухе (около $1,1 \cdot 10^{18}$ т, или 21 % по объему) и в воде. Связанный кислород содержится в воде, силикатах, кварце и других минералах (известно свыше 1400 минералов, которые содержат кислород), а также в живых организмах: все органические вещества — это соединения, которые содержат кислород. Он образуется при фотосинтезе зеленых растений. Кислород используется в процессе дыхания и ассимиляции почти всеми живыми организмами, исключением являются только анаэробные бактерии.

В свободном виде кислород образует две аллотропные модификации: диоксиген (обычный кислород) O_2 и триоксиген (озон) O_3 .

В природе сера встречается в свободном виде (самородная сера) и в составе сульфидов и сульфатов, которые образуют много минералов (пирит, серный колчедан, железный колчедан FeS_2 , галенит или свинцовый блеск PbS , гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Сера входит в состав естественного угля и нефти. Сера — жизненно важный элемент: в связанном виде он содержится во всех высших организмах как составная часть белков (особенно много серы содержится в кератине волос, перьев и шерсти).

Характерная валентность для атомов азота и фосфора в невозбужденном состоянии равняется III, а в возбужденном состоянии — V.

Степени окисления азота: -1, -2, -3, +1, +2, +3, +4, +5; фосфора: -2, -3, +1, +3, +4, +5. Наиболее характерные для фосфора степени окисления -3, +3, +5.

Фосфор — жизненно важный элемент. Фосфор встречается в организмах и минералах только в химически связанном состоянии.

При обычных условиях фосфорная кислота — твердое, бесцветное, кристаллическое вещество. Температура плавления -42,3 °C. В твердой и жидкой кислоте молекулы ассоциированы за счет водородных связей. Этим же обусловлена повышенная вязкость концентрированных растворов фосфорной кислоты. Она хорошо растворима в воде, ее раствор — электролит средней силы.

Безводная (100 % -я) азотная кислота — бесцветная, очень ароматная жидкость, с температурой кипения +86 °C. При хранении на свету кислота постепенно окрашивается в бурый цвет вследствие разложения с образованием высших оксидов азота, в том числе и бурого газа NO_2 . Хорошо смешивается с водой в любых соотношениях.

УРОВЕНЬ А

- 29.1.** Существуют ли соединения, в которых кислород проявляет положительные степени окисления? Напишите примеры. В подавляющем большинстве реакций кислород выступает как окислитель. Напишите уравнения реакций, в которых он выступает в роли восстановителя.
- 29.2.** Напишите формулы: серной кислоты, сульфида натрия, сернистой кислоты, сульфата кальция, сероводородной кислоты, сульфита магния, сульфата алюминия, сульфида меди, гидросульфата калия, железного купороса, сульфида свинца, медного купороса.
- 29.3.** Приведите два уравнения реакций, в одном из которых сера является окислителем, а в другом — восстановителем.
- 29.4.** Какие соединения серы вы знаете? Напишите их формулы по росту в них степени окисления серы.
- 29.5.** Дайте сравнительную характеристику элементам V группы.
- 29.6.** Опишите круговорот азота и фосфора в природе. Где возможно, приведите уравнение реакций.
- 29.7.** Как можно погасить горящий фосфор?
- 29.8.** Очень много людей считают, что циферблат часов и другие вещи, которые светятся в темноте, покрыты фосфором или соединениями фосфора. Эта же теория есть и в произведении Конан Дойля «Собака Баскервиль». Там утверждается, что ужасный вид собаке придавали соединения фосфора, которые светились в темноте. Как вы считаете, правильны ли такие соображения? Как можно разделить смесь газов, которая состоит из кислорода и аммиака?
- 29.9.** Аммиак — ядовитый газ. Почему же тогда его дают вдыхать при потере сознания?
- 29.10.** Колбу, в которой был аммиак, заполнили водой. Рассчитайте массовую долю аммиака в полученном растворе. (Плотность всех жидкостей принять равными 1 г/мл).
- 29.11.** Некоторые соли аммония подвергаются гидролизу. Помня о том, что ион аммония — ион слабого основания, приведите примеры таких солей и напишите реакции их гидролиза.
- 29.12.** Как из воздуха и воды получить соль, которую применяют как удобрение? Напишите уравнение реакций.
- 29.13.** Напишите по одному уравнению реакций, которые характеризуют окислительные и восстановительные свойства оксида фосфора(III).

- 29.14. Известно, что во время грозы дождевая вода представляет собой очень слабый раствор азотной кислоты. Почему? Напишите уравнения реакций, которые происходят при этом.
- 29.15. Азот является окислителем или восстановителем в приведенных реакциях? Расставьте коэффициенты методом электронного баланса:

$$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O};$$

$$\text{HNO}_3 + \text{Ba} \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}.$$
- 29.16. Фосфор является окислителем или восстановителем в приведенных реакциях? Расставьте коэффициенты методом электронного баланса:

$$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P} + \text{CO};$$

$$\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}.$$
- 29.17. Напишите уравнения реакций, в которых фосфор как простое вещество играет роль:
 а) окислителя;
 б) восстановителя.
- 29.18. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из азота и других необходимых реагентов можно получить:
 а) азотную кислоту;
 б) нитрат аммония.
- 29.19. Напишите уравнения разложения нитратов натрия, никеля, серебра, меди(II).
- 29.20. Даны растворы трех кислот: серной, азотной и фосфорной. Как их распознать?

УРОВЕНЬ В

- 29.21. Цинк массой 13 г сплавляли с избытком серы. Полученное твердое вещество обработали избытком серной кислоты. Определите объем газа, который выделился.
- 29.22. Напишите уравнение взаимодействия разбавленной и концентрированной серной кислоты с металлами: цинком, медью, железом, кальцием при нагревании. Сравните взаимодействие разбавленной и концентрированной серной кислоты с металлами.
- 29.23. Предложите не меньше трех способов получения сульфата меди. Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 29.24. Приведите примеры трех кислых солей, которые отличаются друг от друга степенью окисления серы. Напишите уравнения реакций, с помощью которых эти кислые соли можно превратить в средние.

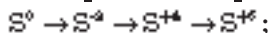
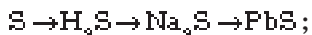
- 29.25.** Дано три пробирки с прозрачными бесцветными растворами. Известно, что в одной пробирке — щелочь, в другой — серная кислота, в третьей — вода. Как определить, какое вещество находится в каждой из пробирок? Как доказать, что в одной из пробирок находится именно серная кислота?
- 29.26.** В двух пробирках находятся прозрачные бесцветные растворы карбоната натрия, нитрата натрия и сульфата натрия. Как распознать соли?
- 29.27.** Как из сульфида железа получить сульфид свинца, используя водные растворы только одной кислоты и одной соли?
- 29.28.** В трех цилиндрах находятся газы: оксид серы(IV), бромоводород, сероводород. Как можно идентифицировать каждый газ?
- 29.29.** Предложите способ разделения смеси водорода и оксида серы(IV).
- 29.30.** Укажите, с какими из приведенных веществ будет вступать в окислительно-восстановительные реакции оксид серы(IV): перманганатом калия, магнием, хлоридом натрия, фосфорной кислотой, сероводородом, углекислым газом, сульфатом алюминия. Напишите уравнения реакций.
- 29.31.** Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций, которые протекают между йодом и оксидом серы(IV) в щелочном растворе.
- 29.32.** Укажите, с какими из перечисленных веществ будет реагировать разбавленная серная кислота: алюминий, оксид кремния, вода, оксид магния, гидроксид калия, соляная кислота, золото, карбонат калия. Напишите уравнения восстановительных реакций. Для окислительно-восстановительных реакций составьте электронный баланс, укажите процессы окисления и восстановления, окислитель и восстановитель. Уравнения реакций ионного обмена запишите в молекулярной, ионной и сокращенной ионной формах. Назовите условия, при которых химические реакции являются практически необратимыми.
- 29.33.** Укажите, с какими из перечисленных веществ реагирует аммиак: нитратом магния, серной кислотой, бромоводородом? Напишите уравнения реакций.
- 29.34.** Рассчитайте значение концентрации ионов водорода в растворе аммиака с концентрацией $1,5$ моль/л. Константа диссоциации гидроксида аммиака равняется $1,7 \cdot 10^{-5}$.
- 29.35.** Известно, что аммиак восстанавливает из оксидов малоактивные металлы. Возможен ли этот процесс со щелочными металлами? Напишите уравнение реакции взаимодействия оксида калия с аммиаком.

- 29.36. Как с помощью химических реакций можно доказать, что данное вещество — хлорид аммония?
- 29.37. Напишите три принципиально разных уравнения разложения солей аммония.
- 29.38. Укажите, с каким веществом будет реагировать сульфат аммония: соляной кислотой, гидроксидом натрия, оксидом кальция, серной кислотой, нитратом бария? Напишите уравнения реакций.
- 29.39. Как азотную кислоту очистить от примесей:
а) соляной кислоты; б) серной кислоты?
- 29.40. Напишите уравнение взаимодействия между сульфидом меди(І) и концентрированной азотной кислотой. Предложите вещество, которое может вступать в реакции со всеми продуктами этого взаимодействия (кроме воды), и напишите уравнения реакций.
- 29.41. Обсудите возможность взаимодействия между веществами:
а) фосфором и азотной кислотой;
б) дисульфидом железа(ІІ) и азотной кислотой.
Напишите возможные уравнения реакций.
- 29.42. Обсудите, возможно ли протекание реакций между разбавленной азотной кислотой и такими веществами: сульфитом калия, гидроксидом цинка, серебром, гидроксидом натрия, оксидом серы(ІV), хлоридом аммония, оксидом железа(ІІІ), цинком, платиной. Напишите молекулярные, полные и короткие ионные уравнения возможных реакций.
- 29.43. Обсудите, возможно ли протекание реакций между фосфорной кислотой и такими веществами: карбонатом натрия, магнием, гидроксидом калия, сульфатом аммония, медью, оксидом углерода(ІV), гидроксидом алюминия, оксидом меди. Считайте, что в результате реакций образуются только средние соли. Напишите молекулярные, полные и короткие ионные уравнения возможных реакций.
- 29.44. Почему следует вносить минеральные удобрения в почву?
- 29.45. При полном разложении нитрата одновалентного металла масса твердого продукта составила 63,5 % от исходной массы нитрата. Установите формулу нитрата.

УРОВЕНЬ С

- 29.46. При выжигании сульфида меди(ІІ) массой 48 г, который содержит 17 % примесей, в состав которых входит сера, получили газ, который был полностью растворен в 200 г воды. Определите массовую долю полученного раствора.

29.47. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить такие преобразования:



29.48. Диоксид серы объемом 5,6 л (н. у.) растворили в воде объемом 200 мл (принять плотность воды равной 1 г/мл). Найдите массовую долю полученного раствора сернистой кислоты.

29.49. В колбу налили 100 г воды и прибавили 20 г раствора серной кислоты с массовой долей H_2SO_4 , что равняется 0,96. Чему равняется массовая доля кислоты в полученном растворе?

29.50. 50 мл раствора с массовой долей H_2SO_4 12 % ($\rho = 1,08$ г/мл) добавили излишек раствора нитрата бария. Определите массу осадка, который образовался.

29.51. Смесь стружек железа, цинка и меди массой 20 г разделили пополам. Одну половину на холоде обработали избытком раствора концентрированной серной кислоты. В результате образовался осадок массой 8 г. Вторую половину обработали избытком щелочи. Масса полученного осадка составила 4 г. Найдите массовые доли металлов в исходной смеси.

29.52. К раствору медного купороса массой 200 г долили избыток раствора сульфида натрия. Масса осадка, который образовался, составила 4,8 г. Вычислите:

а) массу и массовую долю сульфата меди в растворе;

б) массу медного купороса, взятого для его приготовления.

29.53. Приведите уравнение реакций получения кислой соли сероводородной кислоты по схеме:



29.54. Приведите уравнение реакций получения среднего сульфата по схеме:



29.55. Имея только йодид калия, концентрированную серную кислоту и воду, получите девять соединений, которые содержат серу.

29.56. Смесь солей магния массой 90,2 г, образованных серной, азотной и соляной кислотами, обработали раствором хлорида бария объемом 1 л с концентрацией 0,2 моль/л.

- 29.57. Масса осадка оказалась равной 23,3 г. В полученный после отделения осадка раствор добавили избыток раствора нитрата серебра, в результате чего образовалось 115 г осадка. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси.
- 29.58. Вычислите массовую долю серной кислоты в водном растворе после добавления к 500 г 40 %-го раствора серной кислоты 40 г 50 %-го олеума.
- 29.59. До 10 г 30 %-го олеума добавили 200 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,5 моль/л. Какая масса насыщенного раствора гидроксида калия (растворимость 112 г в 100 г воды) необходима для получения максимальной массы кислой соли?
- 29.60. Какую массу хромосилиевых галунов необходимо добавить к 1000 г 5 %-го раствора сульфата калия, чтобы массовая доля последнего увеличилась вдвое?
- 29.61. Цинк массой 32,5 г взаимодействует с серой массой 24 г. Какая масса сульфида цинка образуется? Какое вещество в избытке? Определите массу избытка.
- 29.62. Найдите массу сероводорода, который образуется при взаимодействии 16 г серы и 5,6 л (н. у.) водорода.
- 29.63. Сероводород объемом 5,6 л сожгли в 11,2 л кислорода. Какие продукты образуются в результате реакции? Найдите массы продуктов реакции. Объемы газов вымерены при одинаковых условиях.
- 29.64. В раствор серной кислоты, которая содержит 0,5 моль H_2SO_4 , опустили образец железа массой 44,8 г. Рассчитайте объем газа, который образовался.
- 29.65. К раствору серной кислоты массой 60 г с массовой долей 10 % добавили 80 г 15 %-го раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу соли, которая образовалась.
- 29.66. Серу массой 8 г сплавляли с 10,5 г железа. Полученный продукт обрабатывали избытком раствора соляной кислоты. Определите объем газа (н. у.), который можно получить при этом.
- 29.67. Серу массой 15 г сплавляли с железом массой 30 г. Полученный продукт обрабатывали избытком соляной кислоты. Газ, который образовался, сожгли в кислороде, получив после охлаждения паров до 20 °C твердое и жидкое вещества. Рассчитайте объем кислорода, который прореагировал, и массы веществ, полученных в результате реакции горения.
- 29.68. Определите, какую массу серной кислоты можно получить из 36 г триоксида серы и 9 г воды. Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.

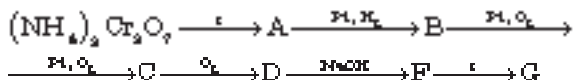
- 29.69. Определите массу осадка, который образуется при взаимодействии 52 г серной кислоты и 108 г хлорида бария. Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.
- 29.70. Определите массу соли, которая образуется при взаимодействии 20 г серной кислоты и 20 г гидроксида натрия. Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.
- 29.71. Определите массу воды, которая образуется при взаимодействии 14 г серной кислоты и 12 г гидроксида меди(II). Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.
- 29.72. Определите, какую массу сероводородной кислоты можно получить из 5,6 л (н. у.) диоксида серы и 20 г воды. Какое вещество будет в избытке? В недостатке?
- 29.73. Определите объем газа (н. у.), который выделится при взаимодействии 112 г карбоната натрия и 98 г серной кислоты. Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.
- 29.74. Какой объем диоксида серы (н. у.) образуется при взаимодействии 8 г серы и 64 г кислорода? Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.
- 29.75. В реакцию вступает 24 г диоксида серы и 18 г кислорода. Какая масса триоксида серы образуется при этом? Какое вещество будет в избытке? В недостатке? Найдите массу избытка.
- 29.76. Какую массу соли можно получить из 24,5 г серной кислоты и гидроксида калия, если выход реакции равняется 88 %?
- 29.77. Какую массу соли можно получить из 30 г 20 %-й серной кислоты и гидроксида железа(III), если выход реакции 90 %?
- 29.78. Рассчитайте массу цинка, необходимого для получения 10 л водорода (н. у.) при реакции с серной кислотой, если выход реакции 78 %.
- 29.79. Карбонат натрия массой 90 г полностью растворился в серной кислоте, при этом образовалось 15,2 л газа. Определите выход реакции.
- 29.80. В реактор для синтеза оксида серы(VI) ввели смесь оксида серы(IV) и кислорода в объемном соотношении 1:3. Вычислите объемные части газов в полученной смеси, если известно, что выход реакции равняется 30.
- 29.81. Какая масса 98 % серной кислоты может быть получена из 40 т пирита, если потери на каждой стадии производства составляют 15 %?
- 29.82. Какая масса серы будет нужна для получения 160 т олеума по схеме: $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$, если выход конечного продукта 78 %?

- 29.83. К раствору, который содержит 49 г серной кислоты, добавили 45 г гидроксида натрия. Назовите соль, которая образовалась, и определите ее массу. Какие вещества, кроме соли, остались в растворе после окончания химической реакции? Вычислите массу каждой из них. Для серной кислоты запишите уравнение диссоциации, рассчитайте количество молекул, которые распались на ионы во время полной диссоциации 49 г кислоты, учитывая, что степень диссоциации равняется 12 %.
- 29.84. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить такие преобразования:
 $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$.
- 29.85. Вычислите массовую долю аммиака в растворе при 0 °С и при 20 °С. Растворимость аммиака в воде при 20 °С — в 1 объеме воды 700 объемов аммиака, при 0 °С — 1200 объемов аммиака.
- 29.86. При действии на хлорид аммония излишком раствора гидроксида калия образовался газ объемом 11 л (н. у.). Какая масса хлорида аммония прореагировала, если выход реакции 76 %?
- 29.87. Смешали 20 г гашеной извести и 20 г хлорида аммония. Какой объем аммиака (н. у.) можно получить при нагревании этой смеси?
- 29.88. При сгорании в присутствии кислорода бесцветного газа А с резким характерным запахом образуется газ В без цвета и запаха. Газ реагирует при комнатной температуре с литием с образованием твердого вещества С. Приведите возможные формулы А, В, С. Напишите уравнения реакций.
- 29.89. Аммиак можно получить непосредственно при нагревании фосфата аммония, тогда как для получения его из хлорида аммония последний необходимо предварительно смешать со щелочью. Почему? Напишите уравнение реакции разложения фосфата аммония.
- 29.90. Бесцветный газ А с резким характерным запахом, легче воздуха, реагирует с сильной кислотой В, при этом образуется соль С, водный раствор которой не образует осадков ни с хлоридом бария, ни с нитритом серебра. Что представляют собой вещества А, В, С? Напишите уравнения реакций.
- 29.91. Напишите уравнения реакций, которые соответствуют такой схеме: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$. Назовите условия, необходимые для сжижения аммиака.
- 29.92. При давлении 450 МПа и 850 °С выход аммиака составляет 97 %, причем реакция проходит без катализатора. Почему эти параметры не применяют на производстве?

- 29.93.** Какая роль катализатора? (Ответ должен базироваться на понятии «энергия активации».)
- 29.94.** После пропускания 10 л (н. у.) смеси азота и водорода через аппарат для синтеза аммиака ее объем уменьшился в 1,172 раза. Вычислите массу гидросульфата аммония, который можно синтезировать из полученного аммиака.
- 29.95.** Твердое, белое, хорошо растворимое в воде соединение А представляет собой кислоту. При добавлении к водному раствору А оксида В образуется белое, не растворимое в воде соединение С. При прожаривании С при высокой температуре в присутствии песка и угля образуется простое вещество, которое входит в состав А. Что представляют собой вещества А, В, С? Напишите уравнения реакций.
- 29.96.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить такие преобразования:
- а) фосфат кальция → фосфор → оксид фосфора(V) → метафосфорная кислота → ортофосфорная кислота → фосфат кальция;
- б) азот → аммиак → оксид азота(II) → оксид азота(IV) → азотная кислота → нитрат калия.
- 29.97.** Какая масса фосфорной кислоты прореагирует с 4 %-м раствором гидроксида натрия массой 250 г, если образуется гидрофосфат натрия?
- 29.98.** Вычислите массу оксида фосфора(V), которую надо добавить к водному раствору, который содержит 3,4 г аммиака, для получения дигидрофосфата аммония.
- 29.99.** Какой объем 28 %-го раствора азотной кислоты (плотностью 1,17 г/мл) следует добавить к фосфату кальция массой 60 г для его полного растворения?
- 29.100.** Из аммиака объемом 5,6 л (н. у.) получили азотную кислоту. Вычислите массу полученной кислоты, если ее выход 78 %.
- 29.101.** Раствором азотной кислоты с массовой долей кислоты 24 % в количестве 48 г нейтрализовали раствор гидроксида калия 16 %-го в количестве 56 г. Найдите массы веществ в растворе после реакции.
- 29.102.** Назовите вещества А, В, С, если известно, что они вступают в реакции по таким схемам:
- а) $A + H_2O \rightarrow C$; б) $C + Cu \rightarrow A + \dots$;
в) $B + H_2O \rightarrow A + C$; г) $B + Cu \rightarrow A + \dots$

- 29.103. Как с помощью одного реактива можно определить растворы дигидрофосфата калия и гидрофосфата натрия? Напишите уравнения реакций.
- 29.104. При гидролизе хлорида фосфора(V) образовалось 2,5 моль хлороводорода. Чему равняется масса ортофосфорной кислоты, которая образовалась при этом?
- 29.105. Какие продукты реакции образуются при смешивании 20 %-го раствора фосфорной кислоты массой 300 г и 16 %-го раствора гидроксида натрия массой 180 г? Рассчитайте их массу.
- 29.106. Назовите вещества, которые: а) будут реагировать с азотной и с соляной кислотами; б) реагируют с соляной, но не реагируют с азотной кислотой; в) реагируют с азотной, но не реагируют с соляной кислотой. Приведите уравнения реакций.
- 29.107. Напишите уравнения реакций, которые протекают в водной среде:
 а) $(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{HPO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{излишек}) \rightarrow \text{ж} + \dots$;
 б) $\text{ж} + \text{HNO}_3 (\text{разб}) \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \dots$
- 29.108. До 110 г 20 %-го раствора азотной кислоты добавили 11 г оксида фосфора(V). Вычислите массовые доли кислот в полученном растворе.
- 29.109. В состав 1 л раствора входит смесь нитрата аммония, фосфата калия и йодида натрия. При обработке 100 мл такого раствора избытком гидроксида кальция выделяется 448 мл (н. у.) газа и образуется 1,55 г осадка. При добавлении к 10 мл исходного раствора избытка нитрата серебра выпадает 1,124 г осадка. Вычислите молярные концентрации солей в исходном растворе.
- 29.110. Запишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить такие преобразования:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{1} \text{Na}_2\text{PO}_4 \xrightarrow{2} \text{Na}_2\text{HPO}_4 \xrightarrow{3} \text{Na}_3\text{PO}_4$$
- 29.111. Газы, полученные при термическом разложении 27,25 г смеси нитрата натрия и нитрата меди(II), пропустили через 115,2 мл воды. При этом 1,12 л газа не поглотились. Определите массовые доли веществ в исходной смеси и массовую долю вещества в растворе, полученном после поглощения газов.
- 29.112. В трех пробирках без этикеток находятся концентрированные растворы кислот: серной, азотной, соляной. Как с помощью одного реактива распознать кислоты? Напишите уравнения реакций, которые соответствуют схеме:



- 29.113. Объясните, почему фосфор в метафосфорной кислоте и азот в азотной кислоте имеют одинаковую степень окисления, но разную валентность?
- 29.114. Приведите уравнения реакций в соответствии со схемой: $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{Г} \rightarrow \text{Д}$. Все вещества в схеме — растворимые в воде кислоты и средние соли фосфорной кислоты.

ТЕМА 30. МЕТАЛЛЫ

УРОВЕНЬ А

- 30.1. Какие металлы называют амфотерными?
- 30.2. Какие основные физические и химические свойства характерные для металлов?
- 30.3. Почему большинство металлов, которые длительное время находились на воздухе, теряют металлический блеск?
- 30.4. Что такое коррозия?
- 30.5. Все ли металлы способны реагировать с кислородом, кислотами в обычных условиях?
- 30.6. Почему золото, платину, серебро и другие металлы называют благородными?
- 30.7. Какие основные методы получения чистых металлов?
- 30.8. Что такое шихта?
- 30.9. Чем отличаются чугун и сталь?
- 30.10. Из какого сырья выплавляют сталь?
- 30.11. Что такое сплавы?
- 30.12. Что такое электролиз?
- 30.13. Где в народном хозяйстве используются металлы и сплавы?
- 30.14. Какая масса железа необходима для полного вытеснения меди из раствора массой 200 г, в котором содержится сульфата меди(II) количеством вещества 0,2 моль?
- 30.15. Какие химические свойства характерны для металлов? Приведите соответствующие уравнения реакций.

- 30.16. В раствор хлорида двухвалентной меди поместили цинковую пластинку. Вступил в реакцию цинк массой 13 г. Рассчитайте, сколько граммов меди осело на пластинку.
- 30.17. Напишите уравнения реакций взаимодействия меди и цинка с кислородом, галогенами, серой, водой, разбавленной серной кислотой и сульфатом железа. Разберите их как окислительно-восстановительные.
- 30.18. Какими способами можно получить цинк из его оксида?
- 30.19. Запишите уравнения реакций промышленного способа получения цинка из его сульфида.
- 30.20. Как очистить кристаллическую соль — сульфат железа(II) — от примесей железа?
- 30.21. Определите массовую долю железа в магнитном железняке (считая его соединение Fe_3O_4).
- 30.22. Напишите уравнение электролиза расплавов хлорида натрия и бромида магния.
- 30.23. Напишите схему электронного строения атомов калия и натрия. В чем сходство и в чем разница в строении электронной оболочки этих атомов?
- 30.24. Опишите физические свойства натрия, калия и кальция.
- 30.25. Опишите физические свойства алюминия.
- 30.26. Опишите физические свойства железа.
- 30.27. Закончите уравнения реакций:
- | | |
|--|--|
| а) $\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; | б) $\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; |
| в) $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; | г) $\text{K} + \text{S} \rightarrow \dots$; |
| д) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | е) $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; |
| ж) $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; | з) $\text{Ca} + \text{S} \rightarrow \dots$; |
| и) $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | к) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; |
| л) $\text{Al} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; | м) $\text{Al} + \text{S} \rightarrow \dots$; |
| н) $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | о) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \dots$; |
| п) $\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots$; | р) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; |
| с) $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; | т) $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \dots$; |
| у) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | ф) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \dots$; |
| х) $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \dots$. | |
- Назовите продукты реакций. Укажите при необходимости условия проведения реакций.
- 30.28. Какими методами добываются натрий, калий, кальций и алюминий. Напишите соответствующие уравнения реакций.

- 30.29. Докажите амфотерность оксида и гидроксида алюминия. Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 30.30. К какому типу элементов (*s*, *p*, *d*, *f*) относят натрий, калий, кальций, алюминий и железо? Докажите это с помощью схемы строения электронной оболочки их атомов.
- 30.31. Опишите применение алюминия и железа в народном хозяйстве.
- 30.32. В образце мела массой 156 г содержится 123 г карбоната кальция. Вычислите массовую долю примесей в этом образце.
- 30.33. Какая масса карбоната натрия содержится в образце кальцинированной соды массой 5 г, который содержит 12 % примесей.
- 30.34. Для исследования взяли три образца алюминиевой руды массой 3 г, 3,5 г и 4 г. Оказалось, что содержание оксида алюминия в этих образцах равняется 0,156 г, 0,203 г и 0,192 г. Вычислите среднее содержание (в %) оксида алюминия в этих образцах.
- 30.35. Какую массу негашеной извести с массовой долей примесей 5,6 % необходимо взять, чтобы выделить из нее 50 г оксида кальция?
- 30.36. Почему гидроксиды натрия и калия называют щелочами, а гидроксиды алюминия и железа — нет.

УРОВЕНЬ В

- 30.37. В чем природа металлической связи? Чем она отличается от ковалентной? Чем похожа на неё?
- 30.38. В виде каких соединений в основном находятся металлы в природе?
- 30.39. Какие методы защиты от коррозии вы знаете? В чем заключается их химическая сущность?
- 30.40. Есть ли химическая разница между чугуном и сталью?
- 30.41. Какой из металлов химически более активный относительно воды: калий или натрий? Почему?
- 30.42. Чем отличается строение электронной оболочки металлов от неметаллов?
- 30.43. Как изменяются химические свойства металлов в зависимости от положения в Периодической системе?
- 30.44. Какие вещества подвергаются электролизу?
- 30.45. Опишите химические процессы при доменной выплавке чугуна и стали.
- 30.46. Какую роль сыграет кокс в доменном процессе?

30.47. Какие реакции осуществимы практически?

- | | |
|---|---|
| а) $\text{Cu} + \text{HCl} \rightarrow \dots$; | б) $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; |
| в) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; | г) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \dots$; |
| д) $\text{Zn} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \dots$; | е) $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \dots$; |
| ж) $\text{Cu} + \text{AgCl} \rightarrow \dots$; | з) $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; |
| и) $\text{Cu} + \text{ZnCl}_2 \rightarrow \dots$; | к) $\text{Ca} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots$; |
| л) $\text{CuCl}_2 + \text{Ag} \rightarrow \dots$; | м) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Ca} \rightarrow \dots$; |
| н) $\text{Mg} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \dots$; | о) $\text{CaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; |
| п) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | р) $\text{BaSO}_4 + \text{ZnCl}_2 \rightarrow \dots$; |
| с) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} \rightarrow \dots$; | т) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$. |

Допишите эти уравнения реакций. Разберите один из примеров как окислительно-восстановительный процесс.

30.48. Какой объем водорода (при н. у.) выделится при погружении в воду двадцатиграммового изделия из сплава натрия, калия и меди (в массовом соотношении 1:1:2)?

30.49. Какое строение имеют электронные оболочки атомов парного ряда четвертого периода? Объясните, почему эти элементы проявляют металлические свойства.

30.50. Какая будет массовая доля гидроксида калия в растворе, если калий массой 3,9 г растворить в воде объемом 80 мл.

30.51. В раствор хлорида меди(II) массой 200 г (массовая доля CuCl_2 0,135) опустили железную деталь массой 5,6 г. После окончания реакции оказалось, что хлорида меди в растворе осталось 13,5 г. Вычислите массу меди, которая выделилась из раствора.

30.52. Смесь порошков алюминия и меди массой 20 г обработали раствором серной кислоты, в результате выделился водород объемом 6,72 л. Определите массовые доли металлов в смеси.

30.53. Какой объем водорода (при н. у.) потребуется для восстановления меди из смеси оксида меди(II) и меди массой 80 г (в которой массовая доля меди составляет 0,25)? Какая общая масса меди при этом образуется?

30.54. Запишите уравнения реакций следующих преобразований:
 $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}$.

30.55. Вычислите массовые доли углерода и кремния в образце стали массой 5 г, которую сожгли в потоке кислорода. При этом образовалось 90 мл углекислого газа (н. у.) и 0,12 г твердого силиций оксида.

30.56. Какая масса боксита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, который содержит 25 % примесей, необходима для получения алюминия массой 10,8 кг?

- 30.57. При электролизе расплава хлорида натрия на аноде выделилось 5,6 л (н. у.) хлора. Какая масса натрия выделилась на катоде? Какая масса хлорида натрия подверглась электролизу? Напишите схему электролиза расплава хлорида натрия.
- 30.58. Определите массу хлорида меди(II), необходимую для получения 5 г меди методом электролиза.
- 30.59. В каких условиях необходимо сохранять калий и натрий? Почему?
- 30.60. Напишите схему строения электронной оболочки атома железа. В чем заключается особенность строения атомов элементов побочных групп?
- 30.61. Какие вещества вступают в реакцию с карбонатом натрия: H_2O , CaSO_4 , CO_2 , HCl , LiOH , CuCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, Ca ?
- 30.62. В чем заключается метод алюминотермии? Для чего его используют? Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 30.63. Почему железо может проявлять в соединениях две степени окисления. Напишите примеры соединений железа, в которых оно проявляет эти степени окисления.
- 30.64. Опишите, в составе каких соединений встречаются в природе и в быту следующие металлы: натрий, калий, кальций, алюминий, железо.
- 30.65. Закончите уравнения практически осуществимых реакций:
- | | |
|--|---|
| 1) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | 2) $\text{NaCl} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \dots$; |
| 3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca} \rightarrow \dots$; | 4) $\text{KOH} + \text{SO}_2 \rightarrow \dots$; |
| 5) $\text{LiCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \dots$; | 6) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; |
| 7) $\text{NaCl} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \dots$; | 8) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Ca} \rightarrow \dots$; |
| 9) $\text{FeSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \dots$; | 10) $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \dots$; |
| 11) $\text{Al} + \text{KOH} \rightarrow \dots$; | 12) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$; |
| 13) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; | 14) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; |
| 15) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \dots$; | 16) $\text{Na} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \dots$; |
| 17) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \dots$; | 18) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow \dots$; |
| 19) $\text{NaOH} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \dots$; | 20) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C} \rightarrow \dots$; |
| 21) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; | 22) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; |
| 23) $\text{AlCl}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \dots$; | 24) $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \dots$; |
| 25) $\text{MgCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; | 26) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{разб}) \rightarrow \dots$; |
| 27) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; | 28) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$; |
| 29) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$; | 30) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na} \rightarrow \dots$. |

Назовите полученные вещества. Там, где возможно, запишите реакции в молекулярном и ионном виде.

- 30.66. Для полной нейтрализации 7,3 %-го раствора хлороводородной кислоты массой 150 г необходимо 200 г раствора гидроксида натрия. Рассчитайте, какая массовая доля NaOH во взятом растворе.
- 30.67. Какой объем углекислого газа можно получить из образца технического карбоната кальция массой 150 г, который содержит 15 % примесей?
- 30.68. Какой объем углекислого газа можно поглотить гашеной известью массой 5 кг, которая содержит 8,4 % примесей карбоната кальция?
- 30.69. Какую реакцию среды покажет лакмус после сливания растворов серной кислоты массой 100 г (массовая доля H_2SO_4 0,2) и гидроксид натрия массой 200 г (массовая доля NaOH 0,1)?
- 30.70. Какое количество вещества и какая масса калия будет нужна для приготовления раствора едкого кале, необходимого для нейтрализации 14,6 % раствора хлороводородной кислоты массой 300 г?
- 30.71. При взаимодействии с избытком воды порции сплава калия и меди, которая состоит из $3,01 \cdot 10^{23}$ атомов, образуется водород и гидроксид калия. Какой объем водорода выделится, если в сплаве 10 % атомов меди?
- 30.72. Какое естественное соединение алюминия содержит большую массовую долю (в %) алюминия: боксит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ или глина $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?
- 30.73. Какие вещества вступают в реакцию между собой: гидроксид железа(II), соляная кислота, кислород, хлорид бария, вода, нитрат свинца? Запишите уравнения реакций.
- 30.74. Запишите молекулярные и ионные уравнения качественных реакций на ионы железа.
- 30.75. Какая из железных руд богаче железом: магнетит Fe_3O_4 , гематит Fe_2O_3 или лимонит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$? Ответ подтвердите расчетами.
- 30.76. Запишите уравнение реакции взаимодействия гидридов натрия и калия с водой. Разберите их как окислительно-восстановительные.

УРОВЕНЬ С

- 30.77. Какими методами можно окислить благородные металлы? Опишите химические процессы, которые происходят при этом.
- 30.78. Влияет ли степень измельчения металлов на их активность?
- 30.79. Можно ли сплавы назвать смесью металлов или твердыми растворами?

- 30.80. Какие основные химические процессы лежат в основе получения металлов следующими методами: гидрометаллургия, алюминотермия, пирометаллургия, электролиз?
- 30.81. Какими способами в промышленности получают сплавы металлов?
- 30.82. Чем отличается производство металлов в доменных печах и мартеновских печах?
- 30.83. Дайте определение закона Фарадея.
- 30.84. Какие вы знаете методы обогащения руды? Какие химические процессы при этом происходят?
- 30.85. Какие свойства металлов обусловлены наличием металлической связи?
- 30.86. Чем отличаются черные металлы от цветных? Есть ли в этой классификации химическая основа? Которая?
- 30.87. Как очистить сульфат цинка от примесей сульфата меди(II)?
- 30.88. Разберите процессы, которые происходят при погружении в раствор хлороводородной кислоты куска оцинкованной жести. Напишите соответствующие уравнения реакций.
- 30.89. Какую массу алюминия можно получить при электролизе расплава Al_2O_3 , если на протяжении 1 ч пропускать ток силой 20000 А при выходе по току 85 %?
- 30.90. Определите силу тока, необходимую для процесса электролиза расплава хлорида магния на протяжении 10 ч при выходе по току 85 %, чтобы получить 0,5 кг магния.
- 30.91. Выход по току при получении кальция при электролизе расплава хлорида кальция равняется 70 %. Сколько электрики надо пропустить через электролизер, чтобы получить 200 г кальция?
- 30.92. Охарактеризуйте изменение металлических свойств элементов главной подгруппы первой группы Периодической системы химических элементов.
- 30.93. Можно ли назвать оксид и гидроксид железа амфотерными? Докажите это с помощью соответствующих уравнений реакций.
- 30.94. Почему изделия из алюминия не подвергаются коррозии?
- 30.95. Определите массу осадка, который образовался при слиянии 10 %-х растворов хлорида натрия и нитрата серебра массой по 400 г.
- 30.96. При взаимодействии с избытком воды порции сплава натрия и железа, который состоит из $3,01 \cdot 10^{23}$ атомов, образуется водород и гидроксид натрия. Какой объем водорода выделится, если массовая доля железа в сплаве 12 %?

- 30.97. Оксид углерода(IV), полученный разложением карбоната кальция, который содержит 3,2 % примесей, массой 62 г, пропускают через раствор гидроксида натрия объемом 200 г, с массовой долей NaOH 8 %. Определите, какая соль образуется. Какая у нее масса?
- 30.98. Смесь солей сульфата железа(III) и сульфата натрия массой 200 г растворили в воде и добавили избыток раствора гидроксида натрия, в результате чего выпал осадок массой 64,2 г. Рассчитайте массу и массовую долю каждой соли в исходной смеси.
- 30.99. Как различить растворы хлоридов железа(III), магния и бария? Запишите соответствующие уравнения реакций.
- 30.100. Как можно различить между собой растворы нитратов натрия, калия, кальция, алюминия и железа?
- 30.101. При взаимодействии натрия и калия с водой всегда слышны характерные щелчки. Какая причина этого явления?
- 30.102. Почему при сильном прожаривании сухих кристалликов поваренной соли они с хрустом рассыпаются?
- 30.103. Почему гидриды щелочных металлов в расплавленном состоянии проводят электрический ток? Запишите уравнение электролиза расплава гидроксида калия. Какой тип химической связи в этих соединениях?
- 30.104. В некоторых учебниках все соединения водорода называют гидридами. Согласны ли вы с этим? Все ли бинарные соединения водорода следует относить к гидридам?
- 30.105. Укажите реакции, с помощью которых минерал пирит FeS_2 можно превратить в следующие вещества: сульфат железа(III), сульфат железа(II), оксид железа(III), оксид железа(II), нитрат железа(III).
- 30.106. Почему получение нитрата железа(II) является сложной химико-технологической задачей? В какое соединение при сохранении превращается нитрат железа(II)? Напишите уравнение этой реакции.
- 30.107. Определите массовую долю примесей в техническом карбиде кальция, если при полном разложении 1,8 кг образца водой образовалось 560 л ацетилена по реакции:
$$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$$
- 30.108. Определите массу Na_2O_2 , который вступил в реакцию с водой, если общий объем полученного раствора 0,75 л, а 0,01 л этого раствора необходимо для нейтрализации 0,03 л 3 %-го раствора соляной кислоты.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Распространенные соли и гидроксиды, их свойства

Формула	Название по номенклатуре	Традиционное название	Плотность, г/см ³	Температура плавления	Физические свойства	Растворимость, г на 100 г воды
$(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$	Основной карбонат свинца(II)	Свинцовые белила	6,14	Разлагается при 400 °С	Бесцветный аморфный порошок	Нерастворимый
ZnS_2	Сульфид олова(IV)	Сусальное золото	2,5	При нагревании разлагается	Желтые кристаллы	$2 \cdot 10^{-4}$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Гидроксид кальция	Гашеная известь	3,2	Разлагается при 580 °С	Бесцветные гексагональные кристаллы	0,15
$\text{Ca}(\text{Cl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Гипохлорит кальция	Хлорная известь	—	Теряет воду при 74 °С	Бесцветные тетрагональные кристаллы	Очень хорошо растворяется
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Сульфат железа(II) семиводный	Железный купорос	1,9	64 °С	Зеленоватые игольчатые кристаллы	33
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Сульфат меди(II) пятиводный	Медный купорос	2,3	200 °С	Синие трехлинные кристаллы	35,6
NH_4Cl	Хлорид аммония	Нашатырь	1,53	Сублимирует при 338 °С	Бесцветные кубические кристаллы	29,4

Продолжение таблицы

Формула	Название по номенклатуре	Традиционное название	Плотность, г/см ³	Температура плавления	Физические свойства	Растворимость, г на 100 г воды
$Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$	Ацетат свинца(II) трехводный	Свинцовый сахар	2,55	75 °С	Белые прозрачные кристаллы	55
NH_4NO_3	Нитрат аммония	Аммонийная селитра	1,7	170 °С	Бесцветные ромбические кристаллы	122
$Ca(NO_3)_2$	Нитрат кальция	Известковая селитра	3,51	561 °С	Бесцветные кубические кристаллы	126
KNO_3	Нитрат калия	Индийская, или калийная, селитра	4,09	335 °С	Белые тригональные кристаллы	31,6
$NaNO_3$	Нитрат натрия	Натронная, или чилийская, селитра	2,2	271 °С	Бесцветные ромбические кристаллы	82,9
$AgNO_3$	Азид серебра	Гремучее се-ребро	—	Взрывается 297 °С	Белые ромбические кристаллы	Не растворяется
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	Карбонат натрия десятиводный	Сода кристаллическая	2,45	32,5 °С	Бесцветные кристаллы	6,95
$NaOH$	Гидроксид натрия	Сода каустическая	2,13	320 °С	Белое расплывчатое вещество	107

Окончание таблицы

Формула	Название по номенклатуре	Традиционное название	Плотность, г/см ³	Температура плавления	Физические свойства	Растворимость, г на 100 г воды
Na_2CO_3	Карбонат натрия	Сода кальцинированная	1,5	852 °С	Белые кристаллы	Растворяется
NaHCO_3	Гидрогенокарбонат натрия	Сода пищевая	2,15	Разлагается при 160 °С	Белые кристаллы	9,6
KCl	Хлорат калия	Бертолетова соль	2,32	3,56 °С	Бесцветные кристаллы	7,3
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Сульфат натрия десятиводный	Глауберова соль	2,5	Разлагается при 32,4 °С	Бесцветные кристаллы	19,2
Ca_3	Фторид кальция	Плавленый шпат	2,25	1360 °С	Бесцветные кубические кристаллы	0,0016
BaSO_4	Сульфат бария	Тяжелый шпат	4,5	1350 °С	Бесцветные ромбические кристаллы	$2,2 \cdot 10^{-4}$
FeCO_3	Карбонат железа (II)	Железный шпат	3,8	При нагревании разлагается	Серые тригональные кристаллы	$5,2 \cdot 10^{-4}$
CaCO_3	Карбонат кальция	Известь, или известковый шпат	4,05	Разлагается при 1100 °С	Бесцветные кристаллы	Нерастворимый

ОКСИДЫ

Сравнительная характеристика оксидов

Оксиды			
Основные	Амфотерные	Кислотные	Несолеобразующие
Определение			
Оксиды, которым соответствуют основания	Оксиды, которые в зависимости от условий проявляют свойства кислотных и основных оксидов	Оксиды, которым соответствуют кислоты с той же степенью окисления элемента в оксиде	Оксиды, которые при взаимодействии со щелочами не образуют соли с той же степенью окисления элемента в оксиде
Химические элементы, которые образуют оксиды			
Металлические элементы $\text{Na}_2\text{O}, \text{CuO}, \text{CaO}$	Некоторые металлические элементы $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{BeO}, \text{ZnO}, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Cr}_2\text{O}_3$	Неметаллические элементы $\text{CO}_2, \text{SO}_2, \text{SO}_3, \text{N}_2\text{O}_5$ Металлические элементы со степенью окисления выше +4 $\text{CrO}_3, \text{Mn}_2\text{O}_7$	Неметаллические элементы $\text{NO}, \text{NO}_2, \text{CO}$
Соответствующие гидраты			
Основания	Амфотерные гидроксиды	Кислоты	Не образуют гидратов
Агрегатное состояние при обычных условиях			
Твердое	Твердое	Твердое, жидкое, газообразное	Газообразное

Сравнение химических свойств оксидов

Химические свойства оксидов		
Основные	Амфотерные	Кислотные
<p>Взаимодействуют с кислотами с образованием соли и воды:</p> $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	<p>Взаимодействуют с кислотами и основаниями с образованием соли и воды:</p> $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$	<p>Взаимодействуют с основаниями с образованием соли и воды:</p> $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
<p>Оксиды щелочных и щелочноземельных элементов взаимодействуют с водой с образованием щелочей:</p> $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ <p>Другие с водой не реагируют:</p> $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \neq$	<p>С водой не реагируют.</p>	<p>Взаимодействуют с водой с образованием кислот (за исключением оксида кремния):</p> $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3;$ $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \neq$
<p>Взаимодействуют с кислотными оксидами с образованием соли:</p> $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$	<p>Взаимодействуют с кислотными и основными оксидами и друг с другом:</p> $\text{ZnO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3;$ $\text{ZnO} + \text{CaO} \rightarrow \text{CaZnO}_2;$ $\text{ZnO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{AlO}_2)_2.$	<p>Взаимодействуют с основными оксидами с образованием соли:</p> $\text{CaO} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3$

Получение оксидов

Способ получения	Уравнение реакций
Взаимодействие простых веществ с кислородом	$2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO};$ $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
Взаимодействие сложных веществ (бинарных соединений) с кислородом	$2\text{Ca} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Ca}_3\text{O}_2 + 2\text{SO}_2$
Разложение некоторых солей при нагревании, из которых образуются летучие оксиды (за исключением солей щелочных элементов)	$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow;$ $2\text{CuSO}_4 \xrightarrow{t} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
Дегидратация кислородсодержащих кислот и нерастворимых гидроксидов	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O};$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
Окисление и восстановление других оксидов	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2;$ $\text{MnO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{MnO} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr};$ $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$
Вытеснение летучих оксидов из солей менее летучих	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

КИСЛОТЫ

Химические свойства кислот

Химические свойства	Уравнение реакции
Изменяют окраску индикаторов	
Взаимодействуют с металлами, которые стоят в вытесняемом ряду левее водорода	$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$
Взаимодействуют с основными оксидами с образованием соли и воды	$Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$
Взаимодействуют с основаниями с образованием соли и воды	$3NaOH + H_3PO_4 \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$
Взаимодействуют с солями, если выполняется хотя бы одно условие протекания реакций обмена	$H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl;$ $2HCl + Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \downarrow + 2NaCl;$ $2HCl + FeS \rightarrow FeCl_2 + H_2S;$ $2HNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2$

Получение кислот

Способ получения	Уравнение реакции
Бескислородные кислоты	
Растворение в воде летучих соединений с водородом (HF, HCl, HBr, HI, H_2S)	
Вытеснение из солей более сильной кислотой	$2HCl + FeS \rightarrow FeCl_2 + H_2S;$ $H_2SO_4 (конц.) + NaCl(тв) \rightarrow NaHSO_4 + HCl \uparrow$
Вытеснение из солей с образованием осадка	$H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$

Способ получения	Уравнение реакции
Кислородсодержащие кислоты	
Взаимодействие ангидридов кислот с водой	$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3;$ $P_2O_5 + 3H_2O \xrightarrow{\quad} 2H_3PO_4$
Вытеснение из солей более сильной кислотой	$Na_3PO_4 + 3HCl \rightarrow H_3PO_4 + 3NaCl;$ $2HCl + Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \downarrow + 2NaCl;$ $NaNO_3 (тв) + H_2SO_4 (конц) \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3 \uparrow$

ОСНОВАНИЯ

Сравнение свойств оснований

Основания	
Щелочи	Не растворимые в воде
Химические элементы, которые образуют основания	
Щелочные и некоторые щелочноземельные металлы (Ca, Sr, Ba)	Металлические элементы (за исключением щелочных металлов, кальция, стронция и бария) со степенями окисления до +4.
Физические свойства	
Твердые кристаллические вещества, растворимые в воде. Их растворы мылкие на ощупь. Гидроксиды щелочных элементов гидроскопичные.	Выпадают из растворов в виде железистых аморфных осадков, которые со временем кристаллизуются. Гидроксиды многих переходных элементов имеют специфическую окраску

Основания		
Щелочи	Не растворимые в воде	
Химические свойства		
Изменяют окраску индикаторов		
Взаимодействуют с кислотами с образованием соли и воды (реакция нейтрализации): $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Взаимодействуют с кислотами с образованием соли и воды (реакция нейтрализации): $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	
Взаимодействуют с кислотными оксидами: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Взаимодействуют с кислотными оксидами (ангидридами сильных кислот): $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{SO}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	
Взаимодействуют с амфотерными оксидами и гидроксидами: $2\text{NaOH} + \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{KOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KAl}(\text{OH})_4$		
Взаимодействуют с солями, если выполняется хотя бы одно условие хода реакций обмена: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4;$ $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$		
Гидроксиды щелочных металлов стойкие относительно нагревания, гидроксиды щелочноземельных металлов разлагаются, но при более высокой температуре, чем нерастворимые гидроксиды: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$	При нагревании разлагаются: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	

Получение оснований

Способы получения оснований	
Щелочи	Нерастворимые гидроксиды
<p>Электролиз водных растворов солей:</p> $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{э. ток.}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$	
<p>Взаимодействие металлов с водой:</p> $2\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$	
<p>Взаимодействие оксидов с водой:</p> $\text{Ba} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$	
<p>Реакция обмена:</p> $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KOH} + \text{BaSO}_4\downarrow$	<p>Реакция обмена:</p> $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

СОЛИ

Классификация солей		
Кислые	Средние	Основные
Определение		
Продукт неполного замещения атомов водорода в кислоте атомом металлического элемента	Состоят только из атомов металлического элемента и кислотных остатков, ни единого атома водорода	Продукт неполного замещения гидроксигрупп оснований на кислотный остаток
Какими веществами образуются		
Образуются только многоосновными кислотами	Образуются любой кислотой и основанием	Образуются только многокислотными основаниями, не образуются щелочами
Примеры и названия		
Гидрогенсульфат натрия NaHSO_4 ; Дигидрогенфосфат калия KH_2PO_4	Сульфат натрия Na_2SO_4 ; Фосфат калий K_2PO_4	Гидроксохлорид меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$; Гидроксофосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})$
Основные способы получения		
Взаимодействие оснований с кислотами: $\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$		Взаимодействие оснований с кислотами: $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие солей с кислотами: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaHSO}_4$		Взаимодействие солей со щелочами: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.	Вещества и материалы. Чистые вещества и смеси.	3
Тема 2.	Атомы, молекулы, ионы. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Относительная атомная масса.	6
Тема 3.	Простые и сложные вещества. Металлы и неметаллы. Химические формулы. Валентность. Относительная молекулярная масса. Массовая доля вещества.	11
Тема 4.	Физические и химические явления. Закон сохранения массы. Химические уравнения.	19
Тема 5.	Кислород.	27
Тема 6.	Железо.	33
Тема 7.	Количество вещества. Постоянная Авогадро. Молярная масса.	36
Тема 8.	Молярный объем газов. Относительная плотность газов.	44
Тема 9.	Основные классы неорганических соединений.	52
Тема 10.	Свойства основных классов неорганических соединений.	58
Тема 11.	Амфотерность. Генетическая связь между основными классами неорганических соединений.	65
Тема 12.	Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.	72
Тема 13.	Строение атома. Изотопы. Радиоактивный распад.	78
Тема 14.	Строение электронной оболочки.	81
Тема 15.	Химическая связь, степень окисления.	89
Тема 16.	Строение вещества.	94
Тема 17.	Растворы. Массовая доля растворенного вещества.	98
Тема 18.	Электролиты. Электролитическая диссоциация. Реакции обмена.	106
Тема 19.	Классификация химических реакций. Окислительно-восстановительные реакции.	115
Тема 20.	Тепловой эффект химической реакции.	124
Тема 21.	Скорость химической реакции.	127
Тема 22.	Теория строения органических веществ О. М. Бутлерова. Метан.	132
Тема 23.	Этилен и ацетилен. Химические свойства углеводородов.	137
Тема 24.	Спирты.	140
Тема 25.	Уксусная кислота.	146
Тема 26.	Жиры.	149
Тема 27.	Углеводы.	153
Тема 28.	Аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты.	158
Тема 29.	Неметаллы.	162
Тема 30.	Металлы.	173
Приложения	181

I	II	III	IV	V
1	<p>Пособия серии «Библиотека творческого учителя» станут незаменимыми помощниками в непростой работе учителя: помогут правильно построить урок, быстро проверить уровень усвоения учащимися учебного материала без затрат времени на поиск заданий в разных источниках, предложат разнообразные внеклассные мероприятия, подробнее познакомят с новыми методическими технологиями</p>			
2	Li Літій		N Нітроген	14,0 2s ² 2p ³
3	Na Натрій		P Фосфор	30,9 3s ² 3p ³
4	K Калій	Ca Кальцій	Sc Скандій	Ti Титан
	19 39,098 4s ¹	20 40,08 4s ²	21 44,956 3d ¹ 4s ²	22 47,90 3d ² 4s ²
	29 63,546 3d ¹⁰ 4s ¹	30 65,38 3d ¹⁰ 4s ²	31 69,72 4s ² 4p ¹	32 72,59 4s ² 4p ²
	Cu	Zn	Ga	Ge
	18 63,546 3d ¹⁰ 4s ¹	18 65,38 3d ¹⁰ 4s ²	18 69,72 4s ² 4p ¹	18 72,59 4s ² 4p ²
	As			
	74,92 4s ² 4p ³			

ХИМИЯ • Сборник задач и упражнений • 7–11 классы

Пособие содержит:

- основные сведения из общей, органической и неорганической химии;
- более 1500 заданий разных уровней сложности, которые соответствуют основным разделам программы по химии для 7–11 классов

Пособие поможет:

- усовершенствовать умение школьников развязывать сложные задания по химии во время групповой и индивидуальной подготовки;
- разнообразить домашние задания;
- облегчить выбор заданий для дифференцированного оценивания на уроке;
- подготовиться к урокам-семинарам и проведению факультативных занятий



Служба «Книга — почтой»

61045 Харьков, а/я 3355,
«Ранок-почта»

☎ (057) 717-74-55

✉ pochta@ranok.kharkov.ua

ИЗДАТЕЛЬСТВО
РАНОК

ISBN 978-966-672-293-8



9 789666 722938 >