

ЭФФЕКТИВНАЯ  
ПОДГОТОВКА  
К ЕГЭ

# ЕГЭ 2015

П.А. Оржековский, Н.Н. Богданова, Е.Ю. Васюкова и др.

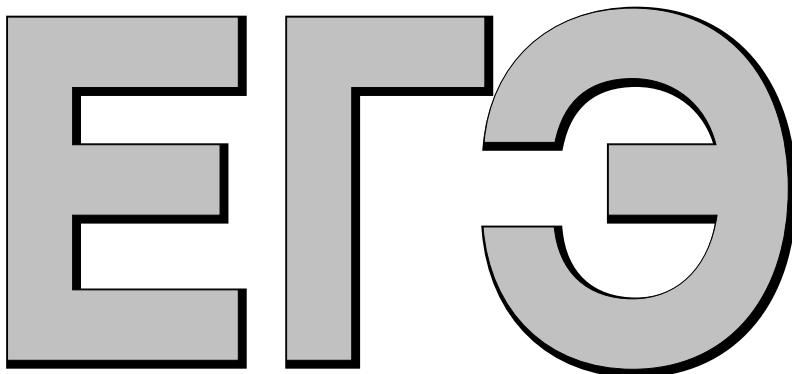
## ХИМИЯ

### СБОРНИК ЗАДАНИЙ

- Краткие теоретические сведения
- Более 300 заданий частей А, В и С
- Ответы и комментарии



**ЭФФЕКТИВНАЯ  
ПОДГОТОВКА  
К ЕГЭ**



**2015**

П.А. Оржековский,  
Н.Н. Богданова, Е.Ю. Васюкова и др.

**ХИМИЯ**

---

**СБОРНИК ЗАДАНИЙ**

ЭКСМО  
МОСКВА  
2014



УДК 373.167.1:54  
ББК 24 я721  
О-65

**Об авторах:**

*П. А. Оржековский* — доктор педагогических наук, профессор,  
зав. кафедрой методики преподавания химии МИОО

*Н. Н. Богданова* — ст. преподаватель кафедры  
методики преподавания химии МИОО

*Е. Ю. Васюкова* — ст. преподаватель кафедры  
методики преподавания химии МИОО

*Л. М. Мещерякова* — ст. преподаватель кафедры  
методики преподавания химии МИОО

**Оржековский, Павел Александрович.**

О-65 ЕГЭ 2015. Химия : сборник заданий / П. А. Оржековский,  
Н. Н. Богданова, Е. Ю. Васюкова, Л. М. Мещерякова. — Москва :  
Эксмо, 2014. — 240 с. — (ЕГЭ. Сборник заданий).

ISBN 978-5-699-73937-0

Книга адресована учащимся старших классов для подготовки к ЕГЭ по химии.

Издание содержит:

- краткие теоретические сведения;
- задания разных типов по всем темам ЕГЭ;
- ответы ко всем заданиям;
- критерий оценивания.

Пособие будет полезно учителям химии, так как дает возможность эффективно организовать подготовку учащихся к ЕГЭ.

УДК 373.167.1:54  
ББК 24 я721

ISBN 978-5-699-73937-0

© Авторский коллектив, 2014

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2014

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<i>Введение</i> .....	3
<b>РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ</b>	
1.1. Современные представления о строении атомов .....	5
1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева .....	14
1.3. Химическая связь и строение вещества.....	24
1.4. Химическая реакция.....	39
<b>РАЗДЕЛ 2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>	
2.1. Классификация неорганических веществ .....	81
2.2. Характерные химические свойства основных классов неорганических соединений .....	88
2.3. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ .....	104
<b>РАЗДЕЛ 3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>	
3.1. Теория строения органических соединений.....	111
3.2. Классификация и номенклатура органических веществ ..	117
3.3. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений.....	125
3.4. Углеводороды .....	128
3.5. Спирты и фенолы.....	140
3.6. Альдегиды. Карбоновые кислоты. Сложные эфиры. Жиры .....	145
3.7. Углеводы .....	152
3.8. Амины. Аминокислоты. Белки .....	157
3.9. Взаимосвязь органических соединений .....	159
<b>РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ</b>	
4.1. Реакции, лежащие в основе получения органических соединений.....	164

4.2. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ . . . . .	169
4.3. Экспериментальные основы химии . . . . .	177
<i>Приложения</i> . . . . .	184
<i>Приложение 1.</i> Основные формулы, используемые при решении химических задач . . . . .	184
<i>Приложение 2.</i> Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. . . . .	187
<i>Ответы</i> . . . . .	191

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сборник, который вы держите в руках, предназначен для самостоятельной работы выпускников, готовящихся к сдаче единого государственного экзамена по химии. В пособии кратко изложены основные вопросы курса химии, которые необходимо знать, чтобы успешно сдать экзамен в форме ЕГЭ.

Авторы надеются, что предложенные материалы помогут и учителям при организации обобщающего повторения в 11 классе с целью подготовки учащихся к выпускным экзаменам в школе.

Часть заданий, приведенных в сборнике, уже использовались на экзаменах, другие являются оригинальными, составленными в соответствии с требованиями Государственного стандарта химического образования и единого государственного экзамена.

Материалы и задания, включенные в сборник, сгруппированы по разделам, каждый из которых соответствует содержательному блоку кодификатора элементов содержания для проведения ЕГЭ по химии. Всего в кодификаторе четыре блока: *Теоретические основы химии; Неорганическая химия; Органическая химия; Методы познания химии, химия и жизнь*. В каждом разделе кратко характеризуется каждый элемент содержания, включенный в экзаменационную работу, приводятся задания разных типов.

Тест ЕГЭ по химии содержит задания трех типов, каждый из которых может иметь несколько разновидностей.

**Часть 1** состоит из заданий с *выбором ответа* (задания типа А), которые подразделяются на два типа: 1) задания, содержащие предметный вопрос и предлагающие четыре варианта ответа, один из которых правильный; 2) задания, предлагающие для анализа два суждения по определенной теме курса и требующие определить их истинность.

**Часть 2** содержит в себе задания с *кратким ответом* (задания типа В), которые делятся на три типа: 1) задания,

требующие установить соответствие позиций, предложенных в двух множествах; 2) задания, требующие выбора нескольких правильных ответов из предложенного неупорядоченного списка; 3) задания, требующие записи ответа в виде числа. Всего в экзаменационной работе десять заданий такого типа. Ответ состоит из числа или последовательности цифр.

**Часть 3** содержит наиболее сложные задания — это задания с *развернутым ответом*. В экзаменационной работе их пять. Они предусматривают одновременную проверку усвоения нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков.

Выполнение заданий части 3 предполагает применение знаний для:

— **объяснения причин** многообразия веществ и химических явлений, обусловленности свойств и применения веществ их составом и строением; взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений; взаимосвязи неорганических и органических веществ; сущности и закономерностей протекания всех видов реакций.

— **обоснования** возможных способов решения экологических проблем;

— **составления плана** решения экспериментальных задач и прогнозирования результатов химического эксперимента;

— **проведения расчетов** по химическим уравнениям и по определению молекулярной формулы вещества.

По всем разделам даются ответы к заданиям, а к заданиям со свободно формулируемым ответом дается примерное содержание ответа и система его оценивания (описание того, при каких условиях начисляются баллы).

Специфика данного сборника заключается в тематическом структурировании заданий, позволяющем использовать их в текущей работе и при тематической проверке (самопроверке) знаний по мере повторения или изучения отдельных элементов содержания курса химии. Именно это обеспечивает систематическую подготовку к ЕГЭ.

Надеемся, что данная книга окажет существенную помощь при подготовке к экзамену.

*Желааем успехов!*

## **Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ**

### **1.1. Современные представления о строении атомов**

Атом — это мельчайшая химически неделимая частица. Атом является сложной частицей, не имеющей заряда. Вокруг его положительно заряженного ядра движутся отрицательно заряженные электроны. Отрицательный заряд электрона — наименьший (принят за единицу). Так как атом в целом электронейтрален, то, следовательно, число электронов, движущихся вокруг ядра атома, должно быть равно порядковому номеру элемента. Например, порядковый номер элемента калия 19, следовательно, заряд ядра его атома +19. Вокруг ядра атома калия размещаются девятнадцать электронов с общим отрицательным зарядом -19. Следовательно, **порядковый номер элемента равен заряду ядра его атома.**

Таким образом, заряд ядра атома или порядковый номер элемента определяют электронное строение атомов и, соответственно, свойства элементов.

**Состав атомных ядер (протоны и нейтроны).** В состав ядер атомов входят частицы с зарядом +1 и с массой 1 а.е.м. Такие частицы были названы *протонами*. Так как массы атомов, за исключением атома водорода, всегда больше той массы, которая приходится на протоны, то естественно было предположить, что в состав ядер входят также нейтральные частицы с массой 1 а.е.м. Такие частицы были экспериментально получены и названы *нейtronами*.

**Изотопы.** В результате экспериментальных исследований было установлено, что, например, в природном кислороде, кроме атомов с массой 16 а.е.м., имеются также атомы с массой 17 а.е.м. и 18 а.е.м. Их соотношение:  $3 \cdot 10^8 : 1 : 6$  соответственно.

Другие элементы также состоят из атомов с различной массой. Так, например, в природной воде, кроме атомов водорода с массой 1 а.е.м. (протий), имеются также атомы с массой 2 а.е.м. (дейтерий). Соотношение чисел этих атомов следующее:  $7 \cdot 10^3 : 1$ .

В ядерных реакциях получен также водород с атомной массой 3 а.е.м. (тритий).

Разновидности атомов одного и того же химического элемента, имеющие одинаковое число протонов в ядре, но разную массу, называют *изотопами*.

«Изотоп» означает «занимающий одно и то же место».

Общее число протонов и нейтронов в ядре называют *массовым числом атома A*. Поскольку масса каждого протона и нейтрона примерно равна 1 а.е.м., а масса электрона очень мала, то *массовое число атома приблизительно равно его относительной атомной массе*. (Относительная атомная масса  $A_r$  — масса атома, выраженная в а.е.м.) Таким образом, если известны округленная до целого числа относительная атомная масса элемента ( $A_r$ ) и его порядковый номер ( $Z$ ), то можно найти число нейтронов ( $N$ ) по разности

$$N = A_r - Z.$$

На основе этого удалось углубить и расширить знания о химическом элементе. Согласно учению об изотопах понятию «химический элемент» можно дать следующее определение:

**Химический элемент — это вид атомов с одинаковым зарядом ядра.**

Почему же атомные массы большинства элементов имеют дробные значения? Следует разграничивать понятия «относительная атомная масса» и «относительная атомная масса элемента». Значения относительных атомных масс изотопов очень близки к целым числам. Относительные же атомные массы элементов, как совокупности изотопов, выражаются дробными числами. Например, относительная атомная масса элемента хлора 35,5. Это зависит от того,

какие изотопы, тяжелые и легкие, преобладают в данном элементе. Элемент калий, например, состоит преимущественно из более легких, а аргон — из более тяжелых изотопов.

Химические элементы могут существовать как в виде простых, так и в составе сложных веществ. Названия простых веществ, как правило, совпадают с названиями химических элементов. Исключение — элемент углерод. Нет простого вещества с таким названием. Углерод образует несколько простых веществ: графит, алмаз, карбин, фуллерен. Явление существования химического элемента в виде нескольких простых веществ получило название **аллотропии**. А сами простые вещества называют **аллотропными модификациями**. Аллотропия характерна не только для углерода, но и для других химических элементов, как неметаллов, так и металлов, например, серы, фосфора, олова и т.д.

1. Число протонов, нейтронов и электронов изотопа  $^{90}\text{Sr}$  соответственно равно
  - 1) 38, 90, 38
  - 2) 38, 52, 38
  - 3) 90, 52, 38
  - 4) 38, 52, 90
2. Число электронов на внешнем энергетическом уровне атома брома
  - 1) 1
  - 2) 4
  - 3) 5
  - 4) 7
3. Число электронов на внешнем энергетическом уровне атома мышьяка
  - 1) 3
  - 2) 4
  - 3) 5
  - 4) 7
4. Элемент второго периода, атом которого в основном состоянии имеет 3 неспаренных электрона
  - 1) Ca
  - 2) B
  - 3) N
  - 4) P

Электроны в атомах обладают различной энергией. Согласно квантово-механической модели строения атома они распределены по уровням и подуровням. Электроны, которые обладают наименьшей потенциальной энергией, находятся на первом *энергетическом уровне* (электронном слое).

Область пространства, где наиболее вероятно нахождение электрона, называют *орбиталью*. Графически орбиталь изображают в виде поверхности, очерчивающей данную область пространства: *s*-орбиталь — сфера, *p*-орбиталь — «вы-

тянутая восьмерка»,  $d$ - и  $f$ -орбитали более сложной формы. Число орбиталей каждой формы различно. На каждой орбитали могут находиться не более двух электронов.

На первом энергетическом уровне могут находиться два электрона, на втором — восемь, на третьем — восемнадцать электронов и т.д. (см. табл. 1).

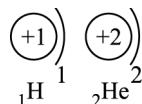
Таблица 1

**Распределение электронов по энергетическим уровням**

№ уровня	Число орбиталей каждой формы				Общее число электронов
	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	
1	1				2
2	1	3			$2 + 6 = 8$
3	1	3	5		$2 + 6 + 10 = 18$
4	1	3	5	7	$2 + 6 + 10 + 14 = 32$
...	...	...	...	...	...

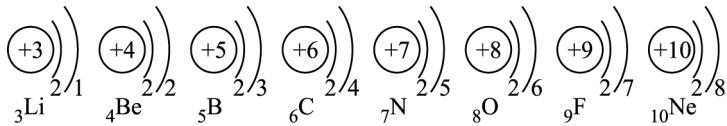
Орбитали существуют независимо от того, находятся на них электроны (заполненные орбитали) или отсутствуют (вакантные орбитали). Атом каждого элемента, начиная с водорода и заканчивая последним полученным на сегодня элементом, имеет полный набор всех орбиталей на всех уровнях. Их заполнение происходит постепенно и определяется энергией — чем ниже энергия орбитали, тем предпочтительнее нахождение на ней электрона.

В атомах элементов 1-го периода заполняется только один энергетический уровень, на котором могут находиться не более двух электронов. Так, в атоме водорода H находится один электрон, а в атоме гелия He — два электрона:

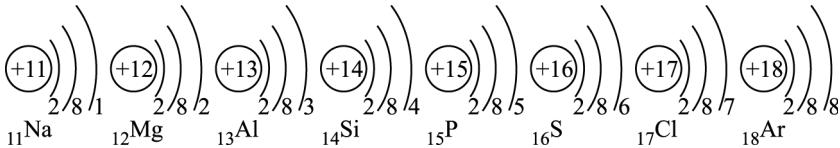


В атомах лития Li третий электрон помещается на втором энергетическом уровне, ибо первый уже заполнен. Всего на втором энергетическом уровне могут поместить-

ся восемь электронов. Поэтому во втором периоде восемь элементов:



В атомах элементов третьего периода от натрия Na до аргона Ar заполняется третий энергетический уровень:

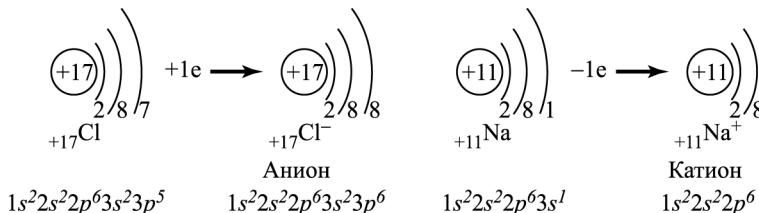


Несмотря на имеющиеся вакантные орбитали третьего уровня, у следующего за аргоном элемента — калия — начинают заполняться *s*-орбитали четвертого уровня, поскольку их энергия ниже, чем энергия *d*-орбиталей третьего уровня.

Строение электронной оболочки атомов может быть изображено с помощью электронных формул, в которых цифрой обозначают номер энергетического уровня, буквой — форму орбитали, а цифрой — показателем степени — число электронов на данной орбитали. При этом сумма всех цифр — показателей степени равна порядковому номеру элемента.

Например: **Na**  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ; **P**  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$  и т.д.

Электроны внешнего энергетического уровня, как правило, участвуют в образовании химических связей (*являются валентными*). В ходе химических реакций они могут переходить к более электроотрицательному атому. В результате атомы превращаются в заряженные частицы, называемые *ионами*. Например:



Радиус атома элемента определяется числом энергетических уровней и зависит от степени взаимодействия электронов наружного энергетического уровня и ядра — чем больше заряд ядра и число внешних электронов, тем они сильнее притягиваются друг к другу, что выражается в некотором «сжимании» атома. На основании этого можно сделать следующий вывод: у элементов одной группы с увеличением порядкового номера радиус атома увеличивается, а у элементов одного периода — уменьшается.

При переходе от одного периода к другому в результате увеличения общего числа энергетических уровней радиус атомов возрастает, но затем у элементов, находящихся в одном периоде, постепенно уменьшается. Поэтому говорят о периодическом изменении радиусов атомов при увеличении порядкового номера элемента.

Современная формулировка **периодического закона**: свойства атомов, а также свойства простых и сложных веществ,ими образуемых, находятся в периодической зависимости от величины зарядов их атомных ядер.

**12.** Электронная формула  $1s^22s^22p^6$  соответствует частице

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 1) $\text{Li}^+$ | 3) $\text{Ne}$     |
| 2) $\text{Na}^+$ | 4) $\text{S}^{2-}$ |

**13.** Электронная формула  $1s^22s^22p^6$  соответствует частице

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 1) $\text{Li}^+$ | 3) $\text{He}$     |
| 2) $\text{Cl}^-$ | 4) $\text{O}^{2-}$ |

**14.** Инертный газ, имеющий такую же электронную конфигурацию, что и ион  $\text{Ca}^{2+}$

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1) $\text{He}$ | 3) $\text{Xe}$ |
| 2) $\text{Ne}$ | 4) $\text{Ar}$ |

**15.** Ионы, имеющие такую же электронную конфигурацию, что и атом  $\text{Ar}$

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) $\text{K}^+$ и $\text{S}^{2-}$ | 3) $\text{Al}^{3+}$ и $\text{S}^{2-}$ |
| 2) $\text{K}^+$ и $\text{Na}^+$   | 4) $\text{Na}^+$ и $\text{Al}^{3+}$   |

**16. Электронная формула меди**

- 1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$
- 2)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
- 3)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2 4p^5$
- 4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

**17. Ряд, не содержащий  $d$ -элементы**

- 1) титан, ванадий, хром, цинк
- 2) натрий, алюминий, сера, хлор
- 3) калий, кремний, фосфор, хром
- 4) железо, марганец, хлор, бром

**18. Заряд иона, образующегося в результате удаления всех валентных электронов атома с электронной конфигурацией  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$**

- |        |       |
|--------|-------|
| 1) +14 | 3) +5 |
| 2) +1  | 4) +6 |

**19. Суммарное число электронов в частице  $\text{NO}_2^-$**

- |       |       |
|-------|-------|
| 1) 22 | 3) 24 |
| 2) 23 | 4) 25 |

**20. Установите соответствие между формулой частицы и ее электронной конфигурацией.**

ЧАСТИЦА	ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ
A) $\text{S}^{+4}$	1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 p^3$
Б) $\text{Cl}^{+3}$	2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
В) $\text{P}^0$	3) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2$
Г) $\text{N}^{-2}$	4) $1s^2 2s^2 2p^5$

Ответ:

A	Б	В	Г

**21. Установите соответствие между электронными конфигурациями валентных электронов атомов и знаками химических элементов.**

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ	ЗНАКИ ЭЛЕМЕНТОВ
A) $3d^74s^2$	1) Ni
Б) $3s^23p^1$	2) Cr
В) $4s^2$	3) Al
Г) $3d^54s^1$	4) Ca 5) Ga 6) Co

Ответ:

A	Б	В	Г

22. Установите соответствие между формулой частицы и ее электронной конфигурацией.

ЧАСТИЦА	ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ
A) $S^0$	1) $1s^22s^22p^63s^2$
Б) $Cl^{+7}$	2) $1s^22s^22p^63s^23p^4$
В) $P^{+3}$	3) $1s^22s^22p^5$
Г) $N^{-2}$	4) $1s^22s^22p^6$ 5) $1s^22s^22p^63s^23p^6$

Ответ:

A	Б	В	Г

23. Установите соответствие между формулой частицы и общим числом электронов, содержащихся в ней.

ЧАСТИЦА	ЧИСЛО ЭЛЕКТРОНОВ
A) $Al^{3+}$	1) 18
Б) $Mg^0$	2) 15
В) $P^{-3}$	3) 19
Г) $K^0$	4) 10 5) 12

Ответ:

A	Б	В	Г

24. Установите соответствие между названием химического элемента и числом неспаренных электронов его атома в основном состоянии.

НАЗВАНИЕ	ЧИСЛО НЕСПАРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ
А) алюминий	1) 0
Б) кальций	2) 1
В) сера	3) 2
Г) фосфор	4) 3 5) 4 6) 5 7) 6

Ответ:

A	Б	В	Г

## 1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

**Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева** — графическое изображение периодического закона. Ее образуют *периоды* — горизонтальные ряды элементов с одинаковым числом энергетических уровней и *группы* — вертикальные ряды элементов с одинаковым числом валентных электронов. Кроме того, группы подразделяются на подгруппы: *главную* — содержит элементы, у которых валентные электроны расположены на внешнем энергетическом уровне и равны № группы, и *побочную* — включает элементы, у которых на внешнем уровне содер-

жится не более 2 валентных электронов, а остальные находятся на предвнешнем.

Каждый элемент имеет свой порядковый номер, который постепенно увеличивается, т.е. общее число электронов постепенно растет, а вот их расположение на внешнем энергетическом уровне периодически повторяется. Поэтому и свойства элементов и их соединений периодически повторяются.

Восстановительные свойства атомов (способность терять электроны при образовании химической связи) в группах возрастают, в периодах — уменьшаются. Окислительные (способность принимать электроны) наоборот — в группах уменьшаются, в периодах — возрастают. Поскольку окислительно-восстановительные свойства атомов оказывают влияние на свойства простых веществ и их соединений, то металлические свойства в группах возрастают, в периодах — убывают, а неметаллические — соответственно, наоборот — в группах убывают, а в периодах — возрастают.

В высшем оксиде валентность элемента равна № группы, в летучем водородном соединении для неметаллов валентность определяется как разность ( $8 - \text{№ группы}$ ).

Высший гидроксид металла главной подгруппы, как правило, — основание (записывается атом металла и число OH-групп, равное высшей валентности металла).

Высший гидроксид неметалла — кислота (составить формулу просто — мысленно прибавить к оксиду воду и сложить числа атомов каждого элемента, записав их в одну формулу и поставив на первое место водород:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ).

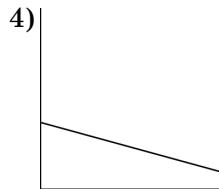
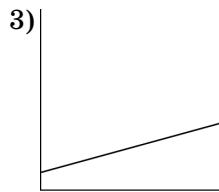
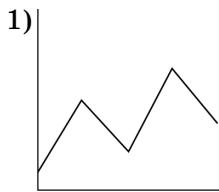
Характер оксидов и гидроксидов соответственно изменяется: в группах кислотные свойства убывают, а основные возрастают; в периодах основные свойства убывают, а кислотные нарастают.

1. С увеличением порядкового номера элемента в подгруппе электроотрицательность атома
  - 1) уменьшается
  - 2) увеличивается
  - 3) не меняется
  - 4) меняется периодически

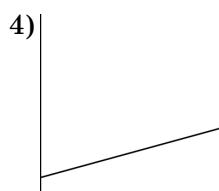
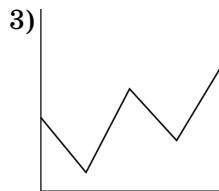
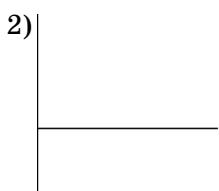
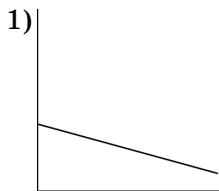
2. С увеличением порядкового номера элемента в подгруппе радиус атома

1) уменьшается                            3) не меняется  
2) увеличивается                            4) меняется периодически

3. На каком графике представлена зависимость относительной электроотрицательности химического элемента от его порядкового номера?



4. На каком графике отражена закономерность изменения величины радиуса атома химического элемента от порядкового номера в Периодической системе химических элементов?



5. Химический элемент расположен в IV периоде, IA группе. Распределение электронов в атоме этого элемента соответствует ряду чисел

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1) 2, 8, 8, 2  | 3) 2, 8, 8, 1  |
| 2) 2, 8, 18, 1 | 4) 2, 8, 18, 2 |

6. Расположите элементы в порядке увеличения их атомного радиуса

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1) натрий   | 4) кремний |
| 2) алюминий | 5) хлор    |
| 3) магний   | 6) фосфор  |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите последовательность цифр в порядке увеличения атомного радиуса элемента.)

7. Расположите элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1) углерод  | 4) бор      |
| 2) фтор     | 5) азот     |
| 3) кислород | 6) бериллий |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите последовательность цифр в порядке уменьшения атомного радиуса элемента.)

Общая характеристика элементов определенных групп на основании их положения в периодической системе Д.И. Менделеева представлена в таблицах 2—4.

**Таблица 2**  
**Металлы IA группы (s-элементы)**

Элемент	Электронная формула	Изменение радиуса атома	Изменение энергии ионизации $\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}^+$	Изменение восстановительных свойств
Li	$1s^2 2s^1$	увеличивается сверху вниз ↓	увеличивается сверху вниз ↓	увеличивается сверху вниз ↓

Эле-мент	Электронная формула	Изме-нение радиуса атома	Изменение энергии ионизации $\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}^+$	Измене-ние вос-станови-тельных свойств
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$			
K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$			
Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$			
Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$			
Fr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2$ $5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 7s^1$			

Все элементы данной группы относятся к активным металлам. Образуют основные оксиды и гидроксиды в виде оснований, хорошо растворимых в воде (подробнее химические свойства оснований см. в главе 4).

Таблица 3  
Металлы ПА группы (*s*-элементы)

Эле-мент	Электронная формула	Изме-нение радиуса атома	Изменение энергии ионизации $\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}^{2+}$	Измене-ние вос-станови-тельных свойств
Be	$1s^2 2s^2$			
Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	удви- тива- ется сверху вниз	удви- тива- ется сверху вниз	удви- тива- ется сверху вниз
Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$			
Sr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 5s^2$			
Ba	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2$ $5p^6 6s^2$			

Эле-мент	Электронная формула	Изме-нение радиуса атома	Изменение энергии ионизации $\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}^{2+}$	Измене-ние вос-станови-тельных свойств
Ra	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2$ $5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 7s^2$	↓	↓	↓

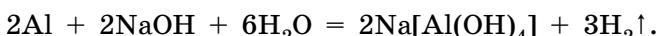
Все элементы данной группы, **кроме бериллия**, обладают ярко выраженным металлическими свойствами. Образуют основные оксиды и гидроксиды в виде оснований, хорошо растворимых в воде (подробнее химические свойства смотри в главе 4).

Бериллий по своим свойствам больше похож на алюминий (см. ниже).

*Таблица 4*  
Металлы IIIA группы (*p*-элементы)

Эле-мент	Электронная формула	Изме-нение радиуса атома	Изменение энергии ионизации $\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}^{3+}$	Измене-ние вос-станови-тельных свойств		
Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	увели-чива-ется сверху вниз ↓	увели-чива-ется снизу вверх ↓	увели-чива-ется сверху вниз ↓		
Ga	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $4s^2 4p^1$					
In	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 5s^2 5p^1$					
Tl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$ $6s^2 6p^1$					

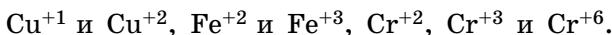
Металлические свойства элементов этой группы выражены значительно слабее. Кроме того, алюминий способен взаимодействовать с раствором щелочи с выделением водорода и образованием соли (бериллий — аналогично):



Оксиды и гидроксиды являются амфотерными (исключение составляет таллий и его соединения, которые проявляют основные свойства).

Таким образом, при увеличении порядкового номера у элементов одной и той же группы усиливаются восстановительные свойства, следовательно, усиливаются металлические свойства простых веществ и основный характер их соединений. А при увеличении порядкового номера у элементов, находящихся в одном периоде, восстановительные свойства уменьшаются и характер соединений постепенно становится амфотерным (подробнее химические свойства соединений см. ниже).

Металлы побочных подгрупп являются *d*-элементами. У атомов меди и хрома на внешнем энергетическом уровне находится 1 электрон, а у атома железа — 2. Кроме того, на *d*-орбитали предыдущего энергетического уровня находятся электроны, способные принимать участие в образовании химической связи, т.е. валентные. Поэтому высшая степень окисления может принимать значения, равные номеру группы:



Металлические свойства этих элементов выражены слабее, чем у элементов главных подгрупп. Значит, восстановительные свойства простых веществ тоже более слабые (см. их положение в ряду активности металлов).

Оксиды и гидроксиды в степенях окисления +1 и +2 проявляют основные свойства, в степенях окисления +3, +4 и +5 — амфотерные, а в высших (+6, +7) — кислотные.

Все неметаллы являются *p*-элементами. На внешнем энергетическом уровне у них находится более трех электронов (исключение — водород, у него только один электрон). Электроотрицательность атомов этих элементов достаточно высокая, причем увеличивается с уменьшением радиуса атома и увеличением заряда ядра: в группе окислительные свойства ослабевают с увеличением порядкового номера,

а в *периоде* — усиливаются. Из этого следует, что самым электроотрицательным элементом является фтор.

При образовании химических связей атомы неметаллов могут как притягивать к себе электроны, так и отдавать их более электроотрицательным атомам. Поэтому они проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства. Исключение — фтор, он всегда окислитель! Даже кислород при взаимодействии с фтором проявляет положительную степень окисления, равную +2 ( $\text{OF}_2$ ).

Соединения неметаллов — оксиды и гидроксиды — проявляют кислотные свойства (см. ниже).

8. При увеличении порядкового номера элемента неметаллические свойства
  - 1) усиливаются
  - 2) ослабевают
  - 3) не изменяются
  - 4) изменяются периодически
9. Основные свойства летучих водородных соединений элементов VA группы Периодической системы химических элементов с увеличением порядкового номера химического элемента
  - 1) изменяются периодически
  - 2) усиливаются
  - 3) не изменяются
  - 4) ослабевают
10. Восстановительные свойства металлов одной подгруппы с увеличением порядкового номера элемента
  - 1) убывают
  - 2) не изменяются
  - 3) возрастают
  - 4) сначала возрастают, затем убывают
11. Радиусы атомов элементов, расположенных в третьем периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева,

- 1) меняются периодически
  - 2) увеличиваются
  - 3) не изменяются
  - 4) уменьшаются
- 12.** Электроотрицательность в ряду Na — Mg — Al
- 1) не изменяется
  - 2) уменьшается
  - 3) увеличивается
  - 4) сначала уменьшается, а затем увеличивается
- 13.** Химический элемент расположен в третьем периоде и IIIA группе периодической системы химических элементов. Его гидроксид
- 1) основный
  - 2) амфотерный
  - 3) ни основный, ни кислотный
  - 4) кислотный
- 14.** Высший гидроксид хрома
- 1) проявляет кислотные свойства
  - 2) проявляет основные свойства
  - 3) проявляет амфотерные свойства
  - 4) не проявляет кислотно-основных свойств
- 15.** Высшие оксиды элементов VA группы Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева являются
- 1) кислотными
  - 2) основными
  - 3) амфотерными
  - 4) несолеобразующими
- 16.** Формула высшего гидроксида мышьяка
- 1)  $\text{As}_2\text{O}_3$
  - 2)  $\text{As}_2\text{O}_5$
  - 3)  $\text{HAsO}_2$
  - 4)  $\text{H}_3\text{AsO}_4$

**17.** Бром — это элемент

- 1) главной подгруппы IV группы
- 2) побочной подгруппы IV группы
- 3) главной подгруппы VII группы
- 4) побочной подгруппы VII группы

**18.** Установите соответствие между электронными конфигурациями атомов химических элементов и формулами их водородных соединений.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ	ФОРМУЛЫ ВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	1) $\text{SiH}_4$
Б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	2) $\text{AlH}_3$
В) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	3) $\text{PH}_3$
Г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	4) $\text{HCl}$
	5) $\text{HBr}$

Ответ:

A	Б	В	Г

**19.** Установите соответствие между электронными конфигурациями атомов химических элементов и формулами их высших гидроксидов.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ	ФОРМУЛЫ ГИДРОКСИДОВ
A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	1) $\text{HNO}_3$
Б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	2) $\text{HClO}_4$
В) $1s^2 2s^2 2p^3$	3) $\text{H}_2\text{SO}_4$
Г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	4) $\text{Mg}(\text{OH})_2$
	5) $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Ответ:

A	Б	В	Г

**20.** Установите соответствие между названием химического элемента и формулой его соединения с водородом.

НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	ФОРМУЛА ВОДОРОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ
А) азот	1) ЭН
Б) кальций	2) ЭН <sub>2</sub>
В) кремний	3) ЭН <sub>3</sub>
Г) сера	4) ЭН <sub>4</sub> 5) ЭН <sub>5</sub>

Ответ:

А	Б	В	Г

### 1.3. Химическая связь и строение вещества

**Химическая связь** — взаимодействие атомов, обусловливающее их соединение в молекулы и кристаллы. В зависимости от строения атома и свойств элементов, взаимодействующих друг с другом, выделяют 3 основных вида: 1) ковалентная, 2) ионная, 3) металлическая.

1) **Ковалентная связь** образуется посредством общих электронных пар между атомами с одинаковой электроотрицательностью или между атомами с небольшой разницей в электроотрицательности (не более 1,5 единицы). (Значение относительной электроотрицательности по Поллингу можно найти в справочных таблицах.) Если это атомы одного и того же химического элемента, то ее называют **неполярной**, если разных — **полярной**.

Ковалентная связь может образовываться двумя способами:

а) посредством образования общих электронных пар. Для этого взаимодействующие атомы должны иметь неспаренные электроны, количеством которых будет определяться число связей;

б) по донорно-акцепторному механизму. Для этого у одного атома должна быть хотя бы одна неподеленная пара электронов, у другого — свободная электронная орбиталь.

Независимо от способа образования реализуется система «одна орбиталь — пара электронов», что никак не будет зависеть от способа ее образования.

Ковалентная связь характеризуется длиной, энергией, насыщаемостью и направленностью.

*Длина связи* — это расстояние между ядрами связанных атомов. Чем больше радиусы атомов, тем длиннее химическая связь.

*Энергия связи* — это та энергия, которая необходима, чтобы данную связь «разорвать». Чем короче связь, тем она прочнее, т.е. больше требуется энергии для ее разрыва.

*Насыщаемость* — определяется валентными возможностями атома, т.е. числом неспаренных электронов и неподеленных электронных пар на внешнем энергетическом уровне.

*Направленность* — объясняется различным расположением перекрывающихся электронных облаков в пространстве (их формой и направлением в пространстве) и определяет геометрию молекулы.

Кроме того, перекрывание электронных облаков может осуществляться вдоль линии, соединяющей ядра атомов ( $\sigma$ -связь), или над и под линией, соединяющей ядра ( $\pi$ -связь).

*Кратность связи* — определяется числом пар электронов, общих для двух непосредственно соединенных атомов. Если атомы соединены одной парой электронов, то такая связь называется *одинарной*, двумя — *двойной*, тремя — *тройной*. Одинарная связь всегда  $\sigma$ -связь, а в составе кратной связи одна —  $\sigma$ -связь, а остальные (одна или две) —  $\pi$ -связи.

**2) Ионная связь** образуется посредством электростатических сил притяжения между ионами, которые образуются из атомов с разницей в электроотрицательности более 1,5 единицы. Как правило, это атомы металлов и неметаллов.

**3) Металлическая связь** образуется между атомами металлов посредством электронов, которые относительно свободно перемещаются между ядрами атомов.

**Водородная связь** является одним из видов межмолекулярного взаимодействия. Для ее образования необходимо наличие относительно «подвижного» атома водорода (т.е. связанного сильно полярной ковалентной связью с каким-либо атомом), с одной стороны, и сильно электроотрицательным атомом (т.е. атомом неметалла), имеющим хотя бы одну неподеленную пару электронов, с другой стороны.

1. Только ковалентными связями образованы вещества
  - A) бензол
  - B) хлорид аммония
  - C) сероводород
  - D) оксид натрия
  - 1) АВГ            2) БВД            3) АВД            4) БГД
2. Энергия связи между атомами углерода в ряду *одинарная — двойная — тройная*
  - 1) уменьшается
  - 2) увеличивается
  - 3) не изменяется
  - 4) увеличивается, а затем уменьшается
3. В каждой молекуле имеются как  $\sigma$ -, так и  $\pi$ -связи
  - 1)  $\text{H}_2$  и  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$
  - 2)  $\text{O}_2$  и  $\text{C}_6\text{H}_6$
  - 3)  $\text{C}_2\text{H}_6$  и  $\text{CH}_3\text{COH}$
  - 4)  $\text{N}_2$  и  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
4. Длина связи и энергия связи Э—Н у элементов пятой группы подгруппы А Периодической системы соответственно
  - 1) уменьшается и уменьшается
  - 2) увеличивается и увеличивается
  - 3) увеличивается и уменьшается
  - 4) уменьшается и увеличивается

5. В каком из веществ имеются две  $\pi$ - и три  $\sigma$ -ковалентные связи между атомами?

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1) пентен | 3) ацетилен  |
| 2) этан   | 4) пропадиен |

6. Число электронов, которые участвуют в образовании химических связей в молекуле аммиака,

- |      |       |
|------|-------|
| 1) 8 | 3) 10 |
| 2) 6 | 4) 2  |

7. В каких веществах между атомами образуется ковалентная неполярная связь?

- |           |                  |
|-----------|------------------|
| 1) озон   | 4) сернистый газ |
| 2) графит | 5) аммиак        |
| 3) железо | 6) водород       |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите последовательность цифр.)

8. Наличием водородных связей объясняется

- 1) температура кипения воды
- 2) растворимость спиртов в воде
- 3) температура кипения водорода
- 4) существование вторичной структуры белка
- 5) пластичность свинца

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите последовательность цифр.)

9. Установите соответствие между веществами и числом  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в них.

ВЕЩЕСТВА	ЧИСЛО СВЯЗЕЙ
А) ацетон	1) 6 $\sigma$ - и 0 $\pi$ -связей
Б) метиламин	2) 5 $\sigma$ - и 1 $\pi$ -связь
В) ацетилен	3) 9 $\sigma$ - и 1 $\pi$ -связь
Г) хлорвинил	4) 3 $\sigma$ - и 2 $\pi$ -связи

Ответ:

A	B	V	G

**10.** Установите соответствие между веществами и числом  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в них.

ВЕЩЕСТВА	ЧИСЛО СВЯЗЕЙ
А) этаналь	1) 9 и 0
Б) бутадиен	2) 6 и 1
В) циклопропан	3) 9 и 2
Г) бутин	4) 8 и 2

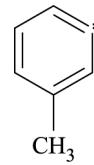
Ответ:

A	B	V	G

**11.** Сколько  $\sigma$ -связей образует атом углерода, отмеченный в формуле звездочкой?

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Ответ запишите цифрами без пробелов.)



**12.** Верны ли следующие суждения о водородной связи?

А) Для ее образования необходимо наличие атома водорода в молекуле.

Б) Хорошая растворимость этилового спирта в воде обусловлена образованием водородных связей.

1) верно только А

2) верно только Б

3) верны оба утверждения

4) оба утверждения неверны

**13.** Частица, в которой ковалентная связь образована по донорно-акцепторному механизму

1)  $\text{NH}_3$

2)  $\text{NO}_3^-$

3)  $\text{N}_2\text{H}_4$

4)  $\text{NH}_4^+$

**14.** Установите соответствие между веществами и типами химической связи в них.

ВЕЩЕСТВА	ТИПЫ СВЯЗИ
А) формальдегид	1) ионная
Б) озон	2) ковалентная полярная
В) серебро	3) ковалентная неполярная
Г) оксид кальция	4) металлическая

Ответ:

A	B	V	G

**15.** Установите соответствие между веществами и типами химической связи в них.

ВЕЩЕСТВА	ТИП СВЯЗИ
А) вольфрам	1) ионная
Б) алмаз	2) ковалентная полярная
В) аммиак	3) ковалентная неполярная
Г) поваренная соль	4) металлическая

Ответ:

A	B	V	G

**16.** Установите соответствие между типом химической связи в веществах и их химическими формулами.

ТИП ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ
А) ионная	1) $N_2$
Б) ковалентная полярная	2) $NH_3$
В) ковалентная неполярная	3) $CaH_2$
Г) металлическая	4) Ca

Ответ:

A	Б	В	Г

17. Установите соответствие между названием веществ и типом химической связи в этих веществах.

ТИП ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ
А) вольфрам Б) метан В) фосфор Г) оксид серы (VI)	1) ионная 2) ковалентная полярная 3) ковалентная неполярная 4) металлическая 5) водородная

Ответ:

A	Б	В	Г

18. Установите соответствие между типом химической связи в веществах и их названиями.

ТИП ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	НАЗВАНИЯ ВЕЩЕСТВ
А) ионная Б) ковалентная полярная В) ковалентная неполярная Г) металлическая	1) иод 2) цезий 3) аммиак 4) хлорид серебра

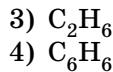
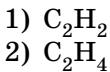
Ответ:

A	Б	В	Г

19. Соединение с ионной связью образуется при взаимодействии

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1) Li и O <sub>2</sub>              | 3) Cl <sub>2</sub> и P                              |
| 2) NH <sub>3</sub> и O <sub>2</sub> | 4) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и H <sub>2</sub> O |

**20.** Расположите вещества в порядке увеличения длины углерод-углеродной связи



Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите последовательность цифр в соответствующем порядке.)

**21.** Установите соответствие между веществами и типами химической связи в них.

ВЕЩЕСТВА	ТИПЫ СВЯЗИ
А) формальдегид и хлороводород Б) метанол и водород В) хлорид кальция и метан Г) алмаз и графит	1) ионная и ковалентная полярная 2) ковалентная неполярная и ионная 3) ковалентная полярная и ковалентная неполярная 4) ковалентная неполярная и ковалентная неполярная 5) ковалентная неполярная и металлическая 6) ковалентная полярная и ковалентная полярная

Ответ:

A	B	V	G

**22.** Ковалентная неполярная связь образуется между атомами в веществах

- 1) озон  
 2) графит  
 3) железо  
 4) сернистый газ  
 5) метан  
 6) водород

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**Электроотрицательность** — это способность атома «притягивать» к себе электроны. Чем меньше радиус атома и чем больше заряд его ядра, тем выше значение электроотрицательности. *Разность в электроотрицательности — причина образования ионов или полярности ковалентной связи.*

При принятии электронов у атома заряд ядра остается неизменным, а число электронов увеличивается. Следовательно, суммарный заряд частицы становится отрицательным. Такая частица называется **анионом**:  $S^0 + 2\bar{e} \rightarrow S^{2-}$ .

Если же атом теряет электроны, то при неизменном заряде ядра число электронов становится меньше и суммарный заряд частицы становится положительным. Эта частица называется **катионом**:  $Ca^0 - 2\bar{e} \rightarrow Ca^{2+}$ . Общее название катионов и анионов — **ионы**.

Как правило, полная передача электронов происходит при образовании ионной связи. Если же образуется ковалентная полярная связь, то говорят, что на атомах возникает формальный заряд, который реализовался бы, если бы передача электронов была бы полной. Такой заряд называется **степенью окисления (со)**. Более электроотрицательный атом электронами принимает, менее электроотрицательный — отдает.

Степени окисления некоторых атомов надо запомнить, чтобы можно было определять ее в молекулах сложных веществ. Например, атомы кислорода в большинстве химических соединений имеют со  $-2$  (исключение — пероксиды и фторид кислорода  $OF_2$ ), атомы водорода имеют со  $+1$  (исключение — гидриды металлов), атомы металлов главных подгрупп Периодической системы Д.И. Менделеева проявляют положительную степень окисления, равную номеру группы. У металлов побочных подгрупп степень окисления тоже положительная, но значение может быть разное. Зная это, легко определять степени окисления атомов в соединениях.

Например: определить степени окисления атомов в бихромате аммония  $(NH_4)_2Cr_2O_7$ .

Из таблицы растворимости можно определить, что заряд иона аммония равен +1. Степень окисления водорода тоже +1, следовательно, степень окисления атома

$$N = +1 - (+1 \times 4) = -3.$$

Степень окисления кислорода равна -2. Молекула в целом нейтральна (т.е. ее заряд 0). Значит, степень окисления атома Cr = [0 - (-3 × 2) + (+1 × 4) × 2 + (-2 × 7)] : 2 = +6.

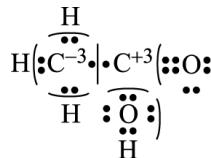
Аналогично определяются степени окисления атомов и в ионах.

Например: определить степени окисления атомов в тиосульфат-ионе  $S_2O_3^{2-}$  степень окисления атома S = [-2 - (-2 × 3)] : 2 = +2.

Определение степени окисления атомов в органических веществах формально можно провести по приведенному выше алгоритму. Однако это не всегда приведет к правильно-му результату. Например, при определении степени окисления атомов углерода в уксусной кислоте  $CH_3^{+1}CO^{-2}O^{-2}H^{+1}$  получается:

$$(0 - ((+1) \times 4 + (-2) \times 2)) : 2 = 0,$$

а это неверно. Поэтому степень окисления атомов в органических веществах следует определять по электронным формулам:



Из этой формулы следует, что один атом С имеет  $co = +3$ , а другой  $co = -3$ .

**23.** Степень окисления атома углерода в соединении  $CH_2Cl_2$  равна

- 1) -4
- 2) 0
- 3) +4
- 4) +2

**24.** Степень окисления атома железа в соединении  $K_4[Fe(CN)_6]$  равна

- 1) 0
- 2) +3
- 3) +2
- 4) +1

**25.** Установите соответствие между элементом X в соединении и его степенью окисления.

ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ
A) $Na[X(OH)_4]$	1) +7
Б) $KXO_4$	2) +5
В) $K_3[X(CN)_6]$	3) +3
Г) $NH_4XO_3$	

Ответ:

А	Б	В	Г

**26.** Установите соответствие между формулами веществ и степенью окисления атома азота в этих веществах.

ФОРМУЛЫ СОЕДИНЕНИЙ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АТОМА АЗОТА
A) $NO_2$	1) -3
Б) $NH_4Cl$	2) 0
В) $HNO_2$	3) +1
Г) $N_2O$	4) +2 5) +3 6) +4

Ответ:

А	Б	В	Г

**27.** Установите соответствие между степенью окисления хлора в соединениях и химическими формулами этих соединений.

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ	ФОРМУЛЫ СОЕДИНЕНИЙ
А) -1	1) $\text{KClO}$
Б) +1	2) $\text{KClO}_2$
В) +3	3) $\text{KClO}_3$
Г) +7	4) $\text{KClO}_4$
	5) $\text{PCl}_3$

Ответ:

А	Б	В	Г

**28.** Отрицательную степень окисления атомы азота проявляют в соединениях

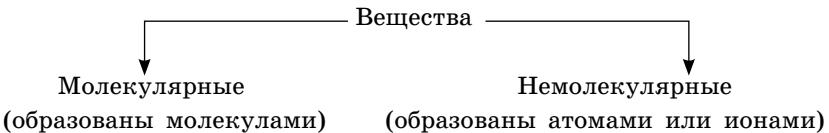
- 1)  $\text{HNO}_3$
- 2)  $\text{N}_2\text{O}_5$
- 3)  $\text{N}_2\text{H}_2$
- 4)  $\text{NaNO}_3$
- 5)  $\text{NaN}_3$
- 6)  $\text{NH}_3$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

Свойства простых и сложных веществ зависят от их строения. Строение неорганических веществ характеризуется кристаллической решеткой, характер которой определяется типом химической связи.

**Вещества** могут быть образованы молекулами (ковалентная полярная и/или неполярная связь), атомами (ковалентная неполярная и/или полярная связь) или ионами (ионная связь), а также ионами и «электронным» газом (металлическая связь). По этому признаку их разделяют:



Между типом химической связи, видом кристаллической решетки и физическими свойствами веществ существует взаимосвязь, которая отражена в табл. 5.

*Таблица 5*  
**Взаимосвязь типа связи, вида кристаллической решетки  
и физических свойств веществ**

Тип химической связи	Вид кристаллической решетки	Физические свойства	Примеры веществ
Ковалентная неполярная	Атомная (в узлах решетки — атомы)	Высокие температуры плавления и кипения, высокая твердость, хрупкость, низкая электропроводность, не растворимы в воде	Алмаз
	Молекулярная (в узлах решетки — молекулы)	Низкие температуры плавления и кипения, летучесть, низкая электро- и теплопроводность, плохая растворимость в воде	Кислород
Ковалентная полярная	Молекулярная (в узлах решетки — молекулы)	Низкие температуры плавления и кипения, летучесть, низкая твердость, низкая электро- и теплопроводность, растворимость в воде разная	Сахар, вода

Тип химической связи	Вид кристаллической решетки	Физические свойства	Примеры веществ
Ионная	Ионная (в узлах решетки — ионы)	Высокие температуры плавления и кипения, высокая твердость, хрупкость, низкая электрическая и теплопроводность, хорошая растворимость в воде	Практически все соли
Металлическая	Металлическая (в узлах решетки — атомы и/или ядра атомов)	Разные температуры плавления, пластичность, ковкость, высокая электрическая и теплопроводность, плохая растворимость в воде	Железо, алюминий

29. Вещества, имеющие молекулярную кристаллическую решетку, как правило,
- 1) тугоплавкие и хорошо растворимы в воде
  - 2) легкоплавкие и летучие
  - 3) твердые и электропроводные
  - 4) теплопроводные и пластичные
30. Понятие «молекула» не применимо по отношению к структурной единице вещества
- |               |           |
|---------------|-----------|
| 1) хлороформа | 3) алмаза |
| 2) кислорода  | 4) озона  |
31. Атомная кристаллическая решетка характерна для
- 1) алюминия и карбида кремния
  - 2) серы и йода
  - 3) оксида кремния и хлорида натрия
  - 4) алмаза и бора

**32.** Если вещество хорошо растворимо в воде, имеет высокую температуру плавления, не электропроводно, то его кристаллическая решетка

- 1) молекулярная
- 2) атомная
- 3) ионная
- 4) металлическая

**33.** Верны ли следующие утверждения о хлороформе?

- A) Понятие «молекула» не применимо по отношению к структурной единице вещества.
- B) Вещество имеет металлическую кристаллическую решетку.
- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

**34.** Все вещества с молекулярными решетками

- 1) имеют металлический блеск
- 2) хорошие проводники электрического тока
- 3) обладают низкими температурами плавления
- 4) хорошо растворяются в воде

**35.** Установите соответствие между физическими свойствами и видами кристаллических решеток.

СВОЙСТВА	ВИД РЕШЕТКИ
А) электропроводность раствора	1) ионная
Б) ковкость	2) молекулярная
В) высокая твердость	3) атомная
Г) низкая температура кипения	4) металлическая

Ответ:

A	B	V	G

## 1.4. Химическая реакция

### 1.4.1. Классификация химических реакций

Под классификацией чего-либо понимают распределение объектов в соответствии с определенным признаком. В зависимости от выбора признака классификации одни и те же объекты могут попадать в разные группы, а некоторые могут вообще выпасть из классификации. Поэтому, классифицируя какие-либо объекты, удобнее сначала выбрать наиболее общий для них признак, а затем уже более частные. Так, по изменению степеней окисления атомов в химической реакции можно все реакции разделить на две группы — окислительно-восстановительные и не окислительно-восстановительные. При классификации же по другому признаку, например по числу и составу реагентов и продуктов, некоторые химические реакции вообще не могут быть отнесены ни к одной группе. В табл. 6 представлены способы классификации химических реакций, причем таблица построена по принципу перехода от наиболее общих признаков классификации к частным.

Таблица 6  
Классификация химических реакций

Признак классификации	Типы химических реакций
Изменение степени окисления атомов	1. Окислительно-восстановительные 2. Не окислительно-восстановительные
Число и состав реагентов и продуктов	1. Реакция замещения 2. Реакция соединения 3. Реакция разложения 4. Реакция обмена
Механизм реакции (с участием органических веществ)	1. Реакции замещения → 2. Реакции присоединения → 3. Реакции отщепления →

радикальные  
 ионные  
 радикальные  
 ионные  
 радикальные  
 ионные

Признак классификации	Типы химических реакций
Направление протекания реакции	1. Обратимые 2. Необратимые
Тепловой эффект	1. Экзотермические 2. Эндотермические
Использование катализатора	1. Каталитические 2. Некаталитические

**Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)** — реакции, при которых изменяются степени окисления атомов. Если в реакции участвуют простые вещества, то они обязательно относятся к ОВР. Например, реакции замещения всегда окислительно-восстановительные.

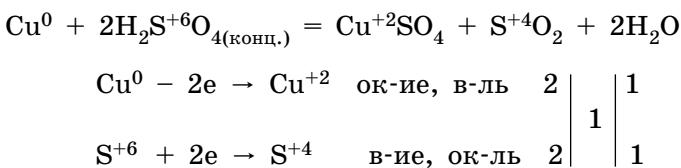
Вещества, в состав которых входят атомы, отдающие электроны в ходе реакции, называют *восстановителями*; вещества, в состав которых входят атомы, принимающие электроны, — *окислителями*.

**Восстановление** — процесс присоединения электронов.

**Окисление** — процесс отдачи электронов.

Так как передача электронов осуществляется в момент протекания реакции (разрушение старых и образование новых химических связей), то процессы окисления и восстановления всегда существуют в единстве. Если указан окислитель или процесс восстановления, то обязательно надо указать восстановитель и процесс окисления.

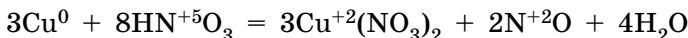
Для того чтобы расставить коэффициенты в уравнении окислительно-восстановительной реакции, используют электронный баланс:



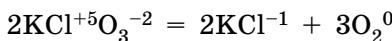
Так как один атом серы изменяет степень окисления, а второй нет, то перед формулой серной кислоты надо поставить коэффициент.

В зависимости от того, в состав каких веществ входят атомы, изменяющие степень окисления, ОВР можно разделить на следующие группы.

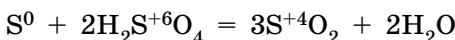
- Межмолекулярные ОВР (атом-окислитель и атом-восстановитель входят в состав разных веществ):



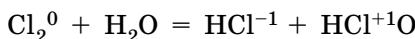
- Внутримолекулярные ОВР (атом-окислитель и атом-восстановитель входят в состав одного и того же вещества, но являются атомами разных элементов):



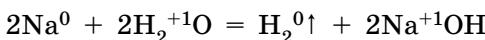
- Реакции самоокисления-самовосстановления (атом-окислитель и атом-восстановитель являются атомами одного и того же элемента, но находятся в разных степенях окисления):



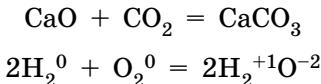
- Реакции диспропорционирования (атом-окислитель и атом-восстановитель являются атомами одного химического элемента, находятся в одинаковой степени окисления):



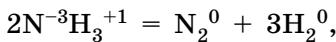
- Реакции замещения — реакции между простым и сложным веществами, в результате которой атомы простого вещества замещают какие-либо атомы в сложном. Все реакции замещения относятся к ОВР:



- Реакции соединения — реакции, в результате которых из нескольких веществ образуется одно более сложное. Данные реакции могут быть как окислительно-восстановительными, так и неокислительно-восстановительными:



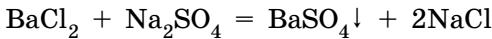
• Реакции разложения — реакции, в результате которых из одного вещества образуется несколько более простых. Данные реакции тоже могут быть как ОВР:



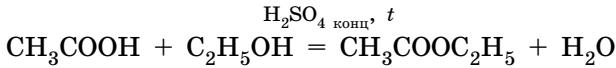
так и не ОВР:



• Реакции обмена — реакции между сложными веществами, в результате которых они обмениваются своими составными частями. При их протекании степени окисления атомов не изменяются:



• Обратимые реакции — реакции, протекающие при одних и тех же условиях во взаимно противоположных направлениях:



1. К окислительно-восстановительным относится реакция
  - 1) гидролиза крахмала
  - 2) полимеризации метилметакрилата
  - 3) гидрирования ацетилена
  - 4) нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция
  
2. Вещество бихромат калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в окислительно-восстановительных реакциях может быть
  - 1) как окислителем, так и восстановителем
  - 2) только восстановителем
  - 3) только окислителем
  - 4) источником кислорода

3. В реакции оксида вольфрама (VI) с водородом окислителем является
- 1)  $\text{W}^{+6}$                             3)  $\text{O}^{-2}$   
2)  $\text{H}_2\text{O}$                             4)  $\text{W}^0$
4. В реакции оксида марганца(II) с углеродом окислителем является
- 1)  $\text{C}^0$                                     3)  $\text{Mn}^{+2}$   
2)  $\text{O}^{-2}$                                     4)  $\text{Mn}^0$
5. Какова степень окисления атома-окислителя в реакции, уравнение которой
- $$4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}?$$
- 1) +2                                    3) -1  
2) -2                                    4) +4
6. Какова степень окисления атома-восстановителя в реакции, уравнение которой
- $$2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{O}_2 + \text{I}_2?$$
- 1) -1                                    3) 0  
2) 12                                    4) +1
7. Чему равен коэффициент перед формулой восстановителя в реакции, схема которой
- $$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}?$$
- 1) 5                                    3) 2  
2) 4                                    4) 10
8. Взаимодействие между веществами соответствует переходу  $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{-2}$
- 1) S и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.)  
2) HCl и  $\text{CaSO}_3$   
3) S и Al  
4)  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{SO}_2$
9. Схема превращений, для осуществления которых **не требуется** проведение окислительно-восстановительных реакций

- 1)  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}$
- 2)  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
- 4)  $\text{FeBr}_3 \rightarrow \text{NaBr} \rightarrow \text{AgBr}$

**10.** Вещества, проявляющие только окислительные свойства

- 1)  $\text{HNO}_3, \text{F}_2$
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_3, \text{O}_2$
- 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{Cl}_2$
- 4)  $\text{KMnO}_4, \text{I}_2$

**11.** Окислительно-восстановительная, экзотермическая реакция соединения представлена уравнением

- 1)  $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$
- 2)  $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- 3)  $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$
- 4)  $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

**12.** Окислительно-восстановительная, экзотермическая реакция соединения представлена уравнением

- 1)  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$
- 2)  $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
- 3)  $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$

**13.** Дилютат-ионы в кислой среде легко переходят в ионы  $\text{Cr}^{3+}$  под действием

- 1)  $\text{H}_2\text{S}$
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{SO}_2$
- 4)  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- 5)  $\text{O}_2$
- 6)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

14. Продуктами реакции, протекающей при взаимодействии концентрированной хлороводородной кислоты с оксидом марганца (IV), являются

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1) H <sub>2</sub>  | 4) H <sub>2</sub> O  |
| 2) O <sub>2</sub>  | 5) MnO               |
| 3) Cl <sub>2</sub> | 6) MnCl <sub>2</sub> |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

15. Продуктами реакции, протекающей при взаимодействии H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub>, являются

- |                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1) S              | 4) H <sub>2</sub> O               |
| 2) H <sub>2</sub> | 5) SO <sub>3</sub>                |
| 3) O <sub>2</sub> | 6) H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

16. Продуктами реакции SO<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> + NaOH → являются

- |                                    |
|------------------------------------|
| 1) S                               |
| 2) H <sub>2</sub> S                |
| 3) H <sub>2</sub> O                |
| 4) Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> |
| 5) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 6) NaCl                            |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

17. Продуктами реакции Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O → являются

- |                                    |
|------------------------------------|
| 1) S                               |
| 2) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 3) KOH                             |
| 4) K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |
| 5) MnSO <sub>4</sub>               |
| 6) MnO <sub>2</sub>                |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**18.** Установите соответствие между схемой изменения степени окисления элемента и уравнением реакции, в ходе которой оно происходит.

СХЕМА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ
A) $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^{+2}$	1) $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
Б) $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^{+4}$	2) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
В) $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^0$	3) $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Г) $\text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6}$	4) $2\text{HI} + 2\text{FeCl}_3 = \text{I}_2 + 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl}$
	5) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
	6) $2\text{Fe(OH)}_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Ответ:

А	Б	В	Г

**19.** Установите соответствие между изменением степени окисления серы в реакции и формулами веществ, которые вступают в эту реакцию.

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ	ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ
А) $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+4}$	1) $\text{HCl}$ и $\text{FeS}$
Б) $\text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6}$	2) $\text{SO}_2$ и $\text{O}_2$
В) $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$	3) $\text{H}_2\text{SO}_4$ и $\text{Cu}$
Г) $\text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{+4}$	4) $\text{S}$ и $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.)
	5) $\text{H}_2\text{S}$ и $\text{O}_{2(\text{недост.})}$

Ответ:

А	Б	В	Г

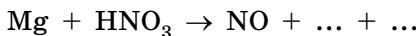
- 20.** Установите соответствие между схемой изменения степени окисления элемента и уравнением реакции, в ходе которой это изменение происходит.

СХЕМА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ
A) $P^{-3} \rightarrow P^{+5}$	1) $5HNO_3 + P = H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$
Б) $Si^{+4} \rightarrow Si^0$	2) $PH_3 + 2O_2 = H_3PO_4$
В) $Si^{-4} \rightarrow Si^{+4}$	3) $Ca_2Si + 6H_2O = 2Ca(OH)_2 + SiO_2 + 4H_2$
Г) $P^0 \rightarrow P^{+5}$	4) $SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O$
	5) $SiO_2 + 2Mg = 2MgO + Si$

Ответ:

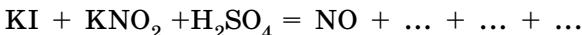
A	Б	В	Г

- 21.** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



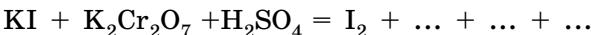
Определите окислитель и восстановитель.

- 22.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



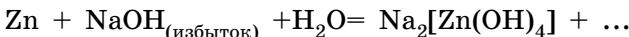
Определите окислитель и восстановитель.

- 23.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

- 24.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



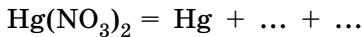
Определите окислитель и восстановитель.

- 25.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



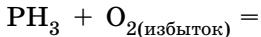
Определите окислитель и восстановитель.

- 26.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



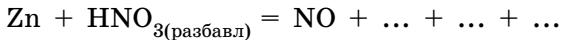
Определите окислитель и восстановитель.

- 27.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



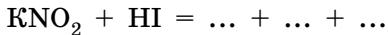
Определите окислитель и восстановитель.

- 28.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

- 29.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

#### **1.4.2. Тепловой эффект химической реакции. Сохранение и превращение энергии при химических реакциях**

В результате химических реакций выделяется или поглощается теплота. Эту величину называют тепловым эффектом реакции. Если тепловой эффект положительный, то реакция *экзотермическая*, если отрицательный — *эндотермическая*.

Уравнение реакции, в котором указан тепловой эффект, называется *термохимическим*. Так как уравнения реакций составляют на основании закона сохранения массы и энергии, то по термохимическим уравнениям можно производить расчеты обычным способом.

На практике часто пользуются понятиями «*теплота образования*» и «*теплота сгорания*». Под *теплотой образования* понимают тепловой эффект реакции образования сложного вещества из простых, рассчитанный на 1 моль вещества:



$$Q_{\text{реакции}} = 571,6 \text{ кДж},$$

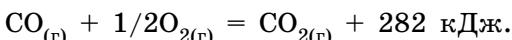
$Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) = 285,8 \text{ кДж/моль}$ , так по уравнению образуется 2 моль воды.

Под *теплотой сгорания* понимают тепловой эффект реакции горения вещества, рассчитанный на 1 моль. В данном примере теплота сгорания водорода равна теплоте образования воды.

*Каталитическими* называют реакции, протекающие в присутствии катализатора. Катализатор — это вещество, изменяющее скорость протекания реакции и сохраняющее в результате свой первоначальный состав.

1. Количество теплоты (в кДж), выделившееся при горении 62 г фосфора, согласно термохимическому уравнению  $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5 + 3010 \text{ кДж}$ , равно
  - 1) 6020
  - 2) 1505
  - 3) 3010
  - 4) 752,5
2. Экзотермической является реакция
  - 1)  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$
  - 2)  $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
  - 3)  $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
  - 4)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$

3. Об эндотермической реакции идет речь в утверждении
- электрический разряд молний способствует превращению кислорода в озон
  - при добавлении концентрированной серной кислоты к воде пробирка нагрелась
  - метан горит прозрачным пламенем
  - при взаимодействии натрия с водой могут наблюдаться вспышки
4. При сгорании 1 моль углерода до углекислого газа выделяется 395 кДж тепла. Какое количество углерода было сожжено, если при сгорании выделилось 1975 кДж?
- Ответ: \_\_\_\_\_ г.  
(Ответ округлите до целого числа.)
5. Термохимическое уравнение реакции имеет следующий вид:



Найдите количество выделившейся теплоты, если в реакцию вступило 56 л (н.у.) кислорода.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.  
(Запишите число с точностью до целых.)

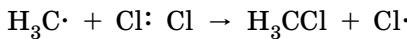
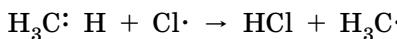
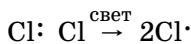
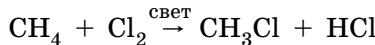
6. Тепловой эффект реакции разложения 1 моль  $\text{KClO}_3$  в присутствии катализатора равен +91 кДж. Найдите объем образовавшегося кислорода, если в реакции выделилось 136,5 кДж теплоты.
- Ответ: \_\_\_\_\_ .  
(Запишите число с точностью до целых.)

### **1.4.3. Механизмы реакций замещения и присоединения в органической химии. Правило Марковникова**

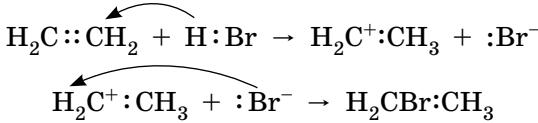
Реакции, в которых участвуют органические вещества, принято подразделять на реакции замещения, присоединения, отщепления. Все эти реакции могут протекать по радикальному и ионному механизму.

**Радикальные реакции** сопровождаются образованием свободных радикалов. *Свободные радикалы* — частицы (атомы или группы атомов), имеющие неспаренные электроны.

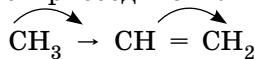
Приведем механизм радикального хлорирования предельного углеводорода — метана:



**Ионная реакция** — реакция, в процессе которой образуются карбониевые ионы (карбкатионы или карбанионы).



Направление присоединения протона к молекуле несимметрично замещенного алкена определяется **правилом Марковникова**: протон присоединяется к тому углеродному атому, у которого меньше углеводородных заместителей (к «более гидрированному»). Эта направленность легко объясняется классической электронной теорией. Молекула несимметрично замещенного алкена является поляризованной, а алкильные радикалы как электронодорные заместители определяют наиболее вероятное место присоединения протона



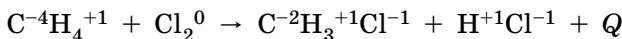
Очень часто одну и ту же реакцию можно отнести к разным группам. Например: реакция синтеза аммиака  $\text{N}_2^0 + 3\text{H}_2^0 \rightleftharpoons 2\text{N}^{-3}\text{H}_3^{+1} + Q$

Так как атомы азота и водорода изменяют свои степени окисления, то это ОВР.

Из двух веществ образуется одно — реакция соединения. При одних и тех же условиях протекает в двух взаим-

но противоположных направлениях — обратимая реакция. Сопровождается выделением большого количества теплоты (положительный тепловой эффект) — экзотермическая реакция. В промышленности для создания оптимальных условий используют катализатор — кATALитическая.

Например, реакция хлорирования метана:



Атомы хлора и углерода изменяют свои степени окисления (это можно определить, не рассчитывая их, а учитя тот факт, что если в реакцию вступает простое вещество, то она обязательно будет ОВР). Из простого и сложного образуется два новых вещества — замещение. В процессе реакции образуются радикалы — замещение радикальное. При данных условиях протекает только в одном направлении — необратимая. Сопровождается выделением теплоты — экзотермическая. Катализаторы не используют — некatalитическая.

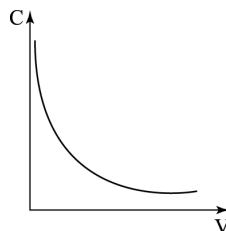
Реакции, в которых участвуют органические вещества, принято подразделять на реакции *замещения, присоединения, отщепления*. Все эти реакции могут протекать по радикальному и ионному механизму.

1. При взаимодействии хлороводорода с циклопропаном образуется
  - 1) 1-хлорпропан
  - 2) хлорциклогексан
  - 3) 2-хлорпропан
  - 4) 1,3-дихлорпропан
2. В реакции присоединения хлороводорода к пропану образуется
  - 1) хлорциклогексан
  - 2) 2-хлорпропан
  - 3) 1,2-дихлорпропан
  - 4) 1-хлорпропан

3. Бутанол-2 образуется в результате гидратации
- 1) бутена-1
  - 2) бутина-2
  - 3) бутина-1
  - 4) бутана
4. При обработке пропина хлороводородом в соотношении 1:1 образуется
- 1) 2-хлорпропен
  - 2) 1-хлорпропен
  - 3) 2,2-дихлорпропан
  - 4) 1,2-дихлорпропан

#### **1.4.4. Понятие о скорости химической реакции. Факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции**

Как любой процесс, химическую реакцию количественно характеризуют скоростью. Под *скоростью химической реакции* понимают изменение молярной концентрации реагента (или продукта) в единицу времени. Так как в начальный момент времени концентрация реагента максимальна, то и скорость реакции тоже. С течением времени вещество расходуется и скорость реакции уменьшается, но до нуля практически не доходит, потому что с разбавлением уменьшается вероятность столкновения молекул и какая-то их часть остается неизрасходованной (см. рисунок).



*На скорость химической реакции влияют различные факторы:*

- Концентрация

Скорость реакции прямо пропорциональна концентрации реагентов и обратно пропорциональна концентрации продуктов реакции.

- Температура

Скорость большинства химических реакций увеличивается в 2—4 раза при повышении температуры на каждые 10 градусов. Эта зависимость выражается следующим уравнением:  $V_2 = V_1 \cdot \gamma^{\Delta T/10}$ .

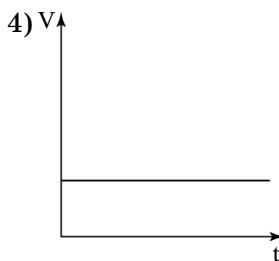
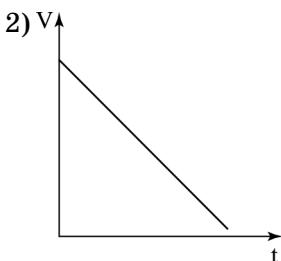
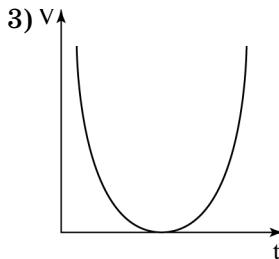
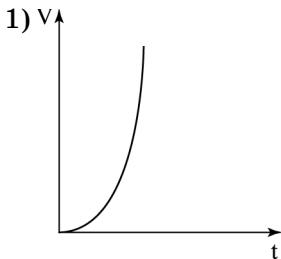
- Давление

Этот фактор оказывает влияние, если в реакции участвуют газообразные вещества, концентрация которых пропорциональна давлению в системе. С увеличением давления растет концентрация газообразных реагентов и, следовательно, увеличивается скорость реакции.

- Катализатор

При помощи катализатора можно изменить механизм протекания реакции — «путь реакции», что приводит к увеличению скорости (положительный катализ) или уменьшению скорости реакции (отрицательный катализ, или ингибиование).

1. График, отражающий зависимость скорости реакции оксида меди (II) и соляной кислоты от температуры:



2. Какой из факторов **не** оказывает влияния на скорость химической реакции в растворах?
- 1) концентрация веществ
  - 2) использование катализатора
  - 3) использование ингибитора
  - 4) объем реакционного сосуда
3. На скорость химической реакции между раствором серной кислоты и железом **не** оказывает влияния
- 1) концентрация кислоты
  - 2) измельчение железа
  - 3) температура реакции
  - 4) увеличение давления
4. Быстрее при комнатной температуре будет протекать реакция между 10%-ным раствором соляной кислоты и
- 1) цинком в гранулах
  - 2) большим куском цинка
  - 3) цинком, покрытым медью
  - 4) цинком в порошке
5. В течение одной минуты выделится больше водорода, если для реакции использовать
- 1) Zn (гранулы) и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (10%-ный раствор)
  - 2) Zn (порошок) и HCl (10%-ный раствор)
  - 3) Zn (гранулы) и HCl (10%-ный раствор)
  - 4) Zn (порошок) и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (10%-ный раствор)
6. С наименьшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция между
- 1) Na и  $\text{O}_2$
  - 2) CO и  $\text{O}_2$
  - 3) CaO и  $\text{H}_2\text{O}$
  - 4)  $\text{NH}_3$  и HCl
7. От увеличения площади поверхности соприкосновения реагентов **не** зависит скорость реакции между
- 1) серой и железом
  - 2) кремнием и кислородом

- 3) водородом и кислородом  
4) цинком и соляной кислотой
8. Скорость реакции известняка с раствором кислоты увеличивается при
- 1) понижении температуры
  - 2) измельчении известняка
  - 3) использовании катализатора
  - 4) понижении давления
9. Максимальная скорость горения сероводорода в кислороде (реакция необратимая) будет при
- 1) уменьшении температуры и увеличении давления
  - 2) одновременном увеличении температуры и давления
  - 3) увеличении температуры и уменьшении давления
  - 4) одновременном уменьшении температуры и давления
10. При комнатной температуре медленнее всего протекает реакция между
- 1) Cu и O<sub>2</sub>
  - 2) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (тв.) и HCl (р-р)
  - 3) NaOH (р-р) и HCl (р-р)
  - 4) NO и O<sub>2</sub>
11. Скорость горения водорода в кислороде (реакция необратима) можно уменьшить, если одновременно
- 1) внести катализатор и повысить давление
  - 2) повысить температуру и понизить давление
  - 3) одновременно увеличить давление и температуру
  - 4) разбавить кислород азотом и повысить давление
12. Увеличить скорость реакции  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + \text{Q}$  можно,
- 1) измельчив пирит (FeS<sub>2</sub>)
  - 2) используя воздух, обогащенный азотом
  - 3) поглощая оксид серы (IV) водой
  - 4) снижая температуру

### 1.4.5. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие и условия его смещения

При обратимом протекании химической реакции говорят о состоянии *химического равновесия*, при котором скорость прямой и обратной реакций равна. В состоянии равновесия процесс не прекращается, но концентрации его участников не изменяются. Момент наступления равновесия можно отодвигать во времени или приближать к началу реакции, поэтому химическое равновесие называют *динамическим*, т. е. подвижным.

На состояние химического равновесия могут оказывать влияние те же факторы, что и на скорость реакции (за исключением катализатора, который изменяет путь как прямой, так и обратной реакции).

- Концентрация

Добавление в систему дополнительного количества хотя бы одного из реагентов или удаление из системы хотя бы одного из продуктов реакции приводит к смещению равновесия в сторону прямой реакции, и наоборот.

- Температура

Воздействие температуры зависит от теплового эффекта: при повышении температуры экзотермической реакции равновесие смещается в сторону обратной реакции, а равновесие эндотермической реакции — в сторону прямой реакции. И соответственно наоборот.

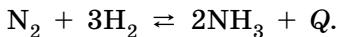
- Давление

Давление оказывает воздействие только в том случае, если в системе находятся газообразные вещества. Возможно три варианта:

а) если в процессе реакции общее число газообразных частиц увеличивается, то повышение давления приведет к смещению равновесия в сторону обратной реакции, а понижение — в сторону прямой;

- б) если в процессе реакции общее число газообразных частиц уменьшается, то повышение давления приведет к смещению равновесия в сторону прямой реакции, а понижение — в сторону обратной;
- в) если в процессе реакции число газообразных частиц не меняется, то изменение давления не влияет на смещение равновесия.

Используя знания перечисленных выше закономерностей, подбирают оптимальные условия для проведения промышленных синтезов. Рассмотрим, например, синтез аммиака:



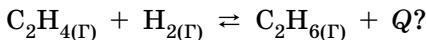
Данная реакция экзотермическая — значит, повышение температуры смещает равновесие в сторону исходных веществ. Из этого следует, что процесс надо вести при как можно более низкой температуре, но тогда скорость реакции сильно замедлится. Поэтому принимают компромиссное решение — температуру поддерживать в пределах 350 °C, но реагенты, отделяя от продуктов, несколько раз пропускать через контактный аппарат.

Поскольку реагенты и продукты — газы и реакция идет с уменьшением числа газообразных частиц, то увеличить скорость и сместить равновесие в нужном направлении можно, повысив давление. Однако это связано с большими энергетическими, а следовательно, и экономическими затратами, поэтому давление выше 50 атм не повышают.

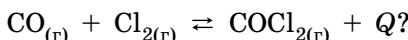
Скорость реакции увеличивают, используя катализатор. Выводя из сферы реакции образующийся аммиак, смещают равновесие в сторону прямой реакции. Кроме того, увеличению выхода продукта способствует многократное пропускание не прореагировавшей азото-водородной смеси через контактный аппарат.

1. Приведет к смещению равновесия в реакции  
 $2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Cl}_2 - Q$
- 1) перемешивание смеси
  - 2) повышение давления
  - 3) применение катализатора
  - 4) понижение температуры
2. Увеличение давления не повлияет на смещение равновесия в реакции
- 1)  $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$
  - 2)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$
  - 3)  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$
  - 4)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
3. Сместить равновесие  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + Q$  в сторону исходных веществ можно при
- 1) повышении давления и поглощении оксида серы (VI) водой
  - 2) понижении температуры и увеличении концентрации кислорода
  - 3) повышении давления и понижении температуры
  - 4) повышении температуры и разбавлении исходной смеси аргоном
4. Для ослабления гидролиза хлорида алюминия в водный раствор данной соли следует добавить
- 1) соляную кислоту
  - 2) раствор гидрокарбоната натрия
  - 3) раствор гидроксида бария
  - 4) дистиллированную воду
5. Максимальный выход продукта реакции  
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + Q$  будет при одновременном
- 1) увеличении давления и понижении температуры
  - 2) уменьшении давления и повышении температуры
  - 3) увеличении давления и повышении температуры
  - 4) уменьшении давления и понижении температуры

6. Верны ли следующие суждения о смещении химического равновесия в системе

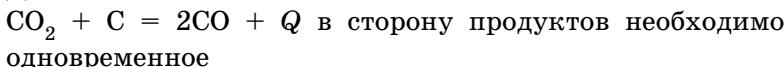


- A. При увеличении концентрации водорода равновесие в системе смещается в сторону продуктов реакции.  
 Б. Изменение температуры в системе не влияет на смещение равновесия.
- 1) верно только А  
 2) верно только Б  
 3) верны оба суждения  
 4) оба суждения неверны
7. Верны ли следующие суждения о смещении химического равновесия в системе



- A. При увеличении давления равновесие в системе смещается в сторону продуктов реакции.  
 Б. При увеличении концентрации хлора равновесие в системе смещается в сторону исходных веществ.
- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |
8. Для смещения равновесия в реакции  
 $2\text{NH}_3 = 3\text{H}_2 + \text{N}_2 - Q$  в сторону продуктов реакции необходимо одновременное
- 1) повышение температуры и повышение давления  
 2) понижение температуры и повышение давления  
 3) повышение температуры и понижение давления  
 4) понижение температуры и понижение давления
9. Увеличение давления сместит равновесие в сторону исходных веществ в реакции
- 1)  $2\text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$   
 2)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{H}_2 + \text{CO}$   
 3)  $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4$   
 4)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$

**10.** Для смещения равновесия в реакции



- 1) повышение температуры и повышение давления
- 2) понижение температуры и повышение давления
- 3) повышение температуры и понижение давления
- 4) понижение температуры и понижение давления

**11.** Для увеличения выхода метанола в системе



- 1) увеличить давление и уменьшить температуру
- 2) увеличить давление и повысить температуру
- 3) понизить давление и увеличить температуру
- 4) понизить давление и уменьшить температуру

**12.** Установите соответствие между характером обратимой реакции и условиями смещения равновесия в сторону продуктов.

ХАРАКТЕР РЕАКЦИИ	УСЛОВИЯ
А) экзотермическая, без изменения объема системы	1) охлаждение и повышение давления
Б) эндотермическая, с увеличением объема системы	2) выведение продуктов из сферы реакции
В) экзотермическая, с уменьшением объема системы	3) охлаждение и повышение концентрации одного из реагентов
Г) не сопровождается тепловым эффектом, без изменения объема системы	4) охлаждение и понижение давления

Ответ:

A	B	V	G

### 1.4.6. Электролитическая диссоциация неорганических и органических кислот, щелочей, солей. Степень диссоциации

При растворении веществ, являющихся электролитами, в воде происходит процесс *диссоциации* — распад веществ на ионы. Этот процесс обратим, и смещение его равновесия зависит от природы электролита. *Сильные электролиты* (некоторые кислоты, растворимые основания и соли) диссоциированы практически нацело, *слабые электролиты* — нет. Если вещество растворимо в воде и образовано посредством ионной связи, то оно относится к *сильным электролитам*. Если же связь в веществе ковалентная, то оно может быть сильным электролитом (некоторые кислоты), но чаще все-таки является слабым электролитом.

Из изучаемых в школе классов сложных неорганических веществ неэлектролитами являются оксиды и гидриды.

- Диссоциация оснований



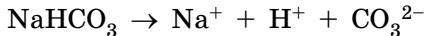
Общие свойства растворимых оснований обусловлены наличием в растворе гидроксид-ионов.

- Диссоциация солей

Диссоцииации подвергаются средние соли:

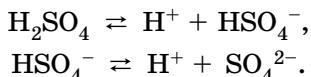


и кислые соли:



- Диссоциация кислот

Диссоциация многоосновных кислот происходит ступенчато:



Суммарное уравнение:



Слабые кислоты диссоциируют незначительно:



Общие свойства кислот (как неорганических, так и органических) обусловлены наличием в растворах гидратированных протонов.

Количественной характеристикой силы электролита является *степень электролитической диссоциации*, которую выражают отношением числа молекул, распавшихся на ионы, к общему числу молекул данного вещества, находящихся в растворе:

$$\alpha = N_{\text{дис.}} / N_{\text{общ.}}$$

Степень диссоциации может быть выражена как волях единицы, так и в процентах:

если  $\alpha > 0,3$  (30%), то электролит сильный;

если  $\alpha < 0,03$  (3%), то электролит слабый;

если  $0,03$  (3%)  $< \alpha < 0,3$  (30%), то электролит средней силы (табл. 7).

Таблица 7

**Сила электролитов**

Сильные электролиты	Электролиты средней силы	Слабые электролиты
Практически все растворимые соли. Растворимые основания. Кислоты: $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HCl}$ , $\text{HBr}$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{HClO}_4$	Кислоты: $\text{H}_3\text{PO}_4$ и $\text{HCOOH}$	Некоторые соли $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ . Некоторые основания $\text{NH}_4\text{OH}$ . Большинство органических и некоторые неорганические кислоты

1. Хлорид-ионы образуются при растворении в воде вещества, имеющего формулу

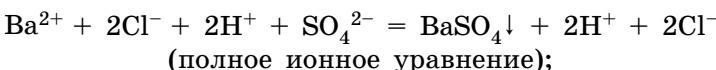
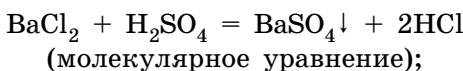
- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1) $\text{Cl}_2$   | 3) $\text{AgCl}$  |
| 2) $\text{MgCl}_2$ | 4) $\text{CCl}_4$ |

2. При диссоциации 1 моль щавелевой кислоты  $\text{HOOC}-\text{COOH}$  образуется столько же протонов, сколько и при диссоциации 1 моль (считать  $\alpha = 1$ )
- 1)  $\text{HNO}_3$
  - 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 3)  $\text{HCOOH}$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
3. При диссоциации 1 моль молочной кислоты  $\text{CH}_3\text{CH(OH)-COOH}$  образуется столько же протонов, сколько и при диссоциации 1 моль (считать  $\alpha = 1$ )
- 1)  $\text{HCOOH}$
  - 2)  $\text{H}_3\text{PO}_4$
  - 3)  $\text{HCOO-COOH}$
  - 4)  $\text{H}_2\text{SO}_3$
4. Гидроксид-ионы в наибольшем количестве образуются при диссоциации
- 1)  $\text{CuOHCl}$
  - 2)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
  - 3)  $\text{NaOH}$
  - 4)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
5. Протоны в наибольшем количестве образуются при диссоциации
- 1)  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$
  - 2)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
  - 3)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$
  - 4)  $\text{NaHCO}_3$
6. Ряд веществ, расположенных по возрастанию степени диссоциации
- 1)  $\text{CH}_3\text{COONa}, \text{Al}(\text{OH})_3, \text{H}_2\text{S}$
  - 2)  $\text{KOH}, \text{CH}_3\text{COOH}, \text{HNO}_3$
  - 3)  $\text{CH}_3\text{OH}, \text{CH}_3\text{COOH}, \text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{H}_3\text{PO}_4, \text{NaCl}, \text{CH}_3\text{OH}$
7. Слабыми электролитами являются все вещества группы
- 1)  $\text{CH}_3\text{COOH}, \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{K}_2\text{S}$
  - 2)  $\text{H}_2\text{SO}_3, \text{KOH}, \text{CH}_3\text{COONa}$
  - 3)  $\text{H}_2\text{S}, \text{NH}_4\text{OH}, \text{Fe}(\text{SCN})_3$
  - 4)  $\text{HNO}_2, \text{Mg}(\text{OH})_2, \text{NaHCO}_3$
8. Сильными электролитами являются
- |                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| A) $\text{NH}_3$          | Г) $\text{RbOH}$  |
| Б) $\text{NH}_4\text{Cl}$ | Д) $\text{HNO}_3$ |
| В) $\text{H}_2\text{O}$   | Е) $\text{HNO}_2$ |

- 1) Б, Г, Д  
 2) А, Б, Д  
 3) Д, Е  
 4) А, Г
9. Электролитами являются растворы всех веществ группы
- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$
  - 2)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$
  - 3)  $\text{Mg}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{HNO}_3$
  - 4)  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{P}_4$

#### 1.4.7. Реакции ионного обмена

Реакции, протекающие в растворах электролитов без изменения степеней окисления атомов, называют *реакциями ионного обмена*. Их уравнения необходимо записывать не только в молекулярном, но и в полном и сокращенном ионном виде. Например:

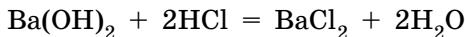


Чтобы правильно составлять ионные уравнения, надо пользоваться таблицей растворимости, в которой содержится не только информация о растворимости веществ, но и формулы и заряды ионов — катионов и анионов. Составленные формулы ионов следует проверять по этой таблице, а также правильно переводить индексы в коэффициенты. Например, если в реакции участвует хлорид бария  $\text{BaCl}_2$ , то в ионном уравнении должны быть записаны один ион бария  $\text{Ba}^{2+}$  и два иона хлора  $2\text{Cl}^-$ .

Еще следует помнить, что суммарный заряд всех ионов в левой части уравнения всегда равен суммарному заряду ионов в правой его части.

Отсутствие коэффициента перед какой-либо формулой в уравнении реакции не означает его равенства нулю (ведь

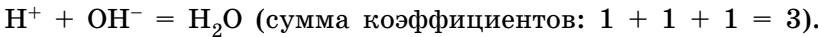
коэффициент — это числовой множитель, и если он равен нулю, то и все произведение равно нулю). В этом случае коэффициент равен 1, а множитель 1 не записывают. Кроме того, если в сокращенном ионном уравнении получаются кратные коэффициенты, то их надо разделить на общий множитель (как в алгебраических уравнениях). Поясним на примере:



(сумма коэффициентов:  $1 + 2 + 1 + 2 = 6$ );



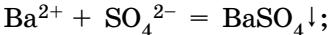
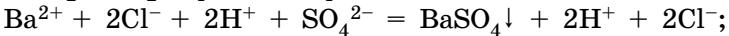
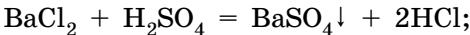
(сумма коэффициентов:  $1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 2 = 12$ );



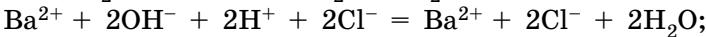
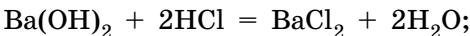
К реакциям ионного обмена относятся реакции кислот с солями и основаниями, оснований с кислотами и солями, реакции между солями (естественно, в растворе).

*Возможность протекания этих реакций определяют следующие факторы:*

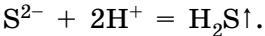
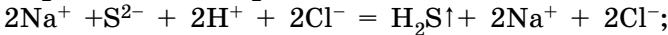
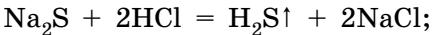
- образование нерастворимого вещества:



- образование неэлектролита или слабого электролита:

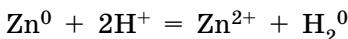
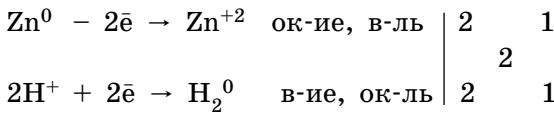
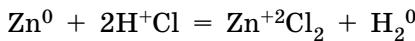
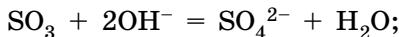
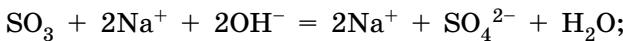
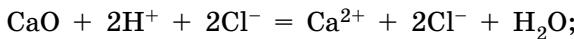
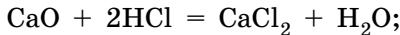


- образование газообразного продукта:



Эти же условия определяют совместное нахождение ионов в растворе: если при взаимодействии электролитов хотя бы одно из этих условий соблюдается, то одновременное нахождение предложенных ионов в растворе невозможно.

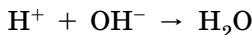
Если реакция протекает в растворе, то ее уравнение следует записывать в ионном виде, даже если в них участвуют неэлектролиты. Например, уравнения реакций оксидов с растворимыми гидроксидами или металлов с кислотами и солями:



- Одновременно **не** могут находиться в растворе все ионы ряда
  - $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{S}^{2-}$
  - $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{F}^-$
- Не будет происходить видимых изменений, если в разбавленном растворе одновременно окажутся ионы
  - $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Ba}^{2+}$
  - $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ag}^+$
  - $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Na}^+$
  - $\text{H}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$
- Реакция между растворами азотной кислоты и карбоната натрия идет до конца потому, что взаимодействуют ионы

- 1)  $\text{H}^+$  и  $\text{CO}_3^{2-}$   
 2)  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{NO}_3^-$   
 3)  $\text{H}^+$  и  $\text{Na}^+$   
 4)  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{Na}^+$
4. Реакция между водными растворами нитрата серебра и хлорида алюминия идет до конца потому, что взаимодействуют ионы  
 1)  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Cl}^-$   
 2)  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$   
 3)  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{NO}_3^-$   
 4)  $\text{Ag}^+$  и  $\text{NO}_3^-$
5. Уравнению реакции  $\text{CuCl}_2 + 2\text{KOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{KCl}$  соответствует сокращенное ионное уравнение  
 1)  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{HCl}$   
 2)  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{CuCl}_2$   
 3)  $2\text{Cl}^- + 2\text{K}^+ = 2\text{KCl}$   
 4)  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$
6. Сокращенное ионное уравнение  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  отвечает реакции карбоната кальция с  
 1) соляной кислотой  
 2) гидроксидом натрия  
 3) кремниевой кислотой  
 4) гидроксидом алюминия
7. Реакция ионного обмена протекает между  
 1) хлоридом калия и нитратом серебра  
 2) оксидом углерода (IV) и оксидом кальция  
 3) сероводородом и кислородом  
 4) соляной кислотой и аммиаком
8. Гидроксид бария вступает в реакцию ионного обмена с обоими веществами  
 1) карбонат натрия, сульфат калия  
 2) нитрат натрия, серная кислота  
 3) ацетат калия, гидросульфит натрия  
 4) сульфид калия, алюминий

**9. Краткое ионное уравнение реакции**



соответствует взаимодействию пары веществ

- 1) гидроксид бария и соляная кислота
  - 2) гидроксид натрия и сульфат меди (II)
  - 3) карбонат натрия и серная кислота
  - 4) гидроксид меди (II) и серная кислота
- 10.** Краткое ионное уравнение взаимодействия  $\text{NaOH}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе такое же, как и у
- 1)  $\text{NaOH}$  и  $\text{HCl}$
  - 2)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{H}_2\text{SiO}_3$
  - 3)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{HCl}$ ,
  - 4)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{HNO}_3$
- 11.** При добавлении в бесцветный раствор соли натрия раствора кислоты выделился газ. Этому процессу соответствует сокращенное ионное уравнение
- 1)  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3$
  - 3)  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4$
  - 4)  $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- 12.** Установите соответствие между реагентами и сокращенными ионными уравнениями реакций.

РЕАГЕНТЫ	УРАВНЕНИЯ
А) $\text{Na}_2\text{S}$ и $\text{HCl}$ Б) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и $\text{Na}_2\text{SO}_4$ В) $\text{K}_2\text{CO}_3$ и $\text{HNO}_3$	1) $\text{K}^+ + \text{NO}_3^- = \text{KNO}_3$ 2) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S}$ 4) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$ 5) $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$

Ответ:

A	Б	В

**13.** Установите соответствие между реагентами и сокращенными ионными уравнениями реакций.

РЕАГЕНТЫ	УРАВНЕНИЯ
A) H <sub>2</sub> S и CuCl <sub>2</sub>	1) Na <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> = NaOH
Б) Ba(OH) <sub>2</sub> и Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2) CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sup>+</sup> = CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O
В) K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> и HNO <sub>3</sub>	3) S <sup>2-</sup> + Cu <sup>2+</sup> = CuS
	4) Ba <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = BaSO <sub>4</sub>
	5) H <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> = HCl

Ответ:

A	Б	В

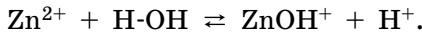
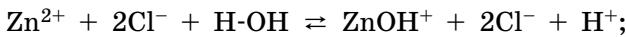
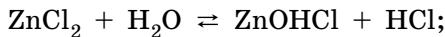
#### 1.4.8. Гидролиз солей

К реакциям ионного обмена относятся и реакции *гидролиза* — реакции обмена между солью и водой.

Выделяют следующие типы гидролиза солей.

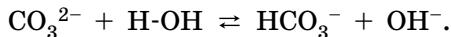
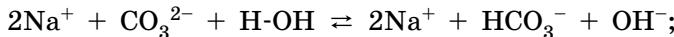
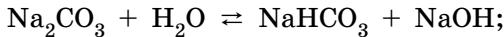
- Гидролиз по катиону

Такому типу гидролиза подвергаются соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой. Среда в растворах таких солей кислая:



- Гидролиз по аниону

Такому типу гидролиза подвергаются соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой. Среда в растворе такой соли щелочная:



- Отсутствие гидролиза

Если соль образована сильным основанием и сильной кислотой, то она гидролизу не подвергается. Среда в растворе такой соли нейтральная. Гидролиз не протекает, если соль нерастворима.

• Гидролиз и по катиону, и по аниону протекает одновременно, если соль образована слабой кислотой и слабым основанием. Определить характер среды без специальных расчетов не представляется возможным.

Поскольку процессы диссоциации и гидролиза являются обратимыми реакциями, то они подчиняются общим закономерностям смещения химического равновесия и их можно как усиливать, так и замедлять, добавляя одноименные ионы, разбавляя раствор или нагревая его.

1. Щелочная среда в растворе каждого вещества пары солей
  - 1)  $\text{ZnBr}_2$ ,  $\text{FeCl}_2$
  - 2)  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$
2. Кислая среда в водных растворах каждого вещества пары
  - 1)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 2)  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$
  - 4)  $\text{ZnCl}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
3. При растворении хлорида цинка в основном образуются ионы
  - 1)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{ZnOH}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$
  - 2)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$
  - 3)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{ZnOH}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$
  - 4)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$

4. При растворении сульфата алюминия в основном образуются ионы
- 1)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{AlOH}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
  - 2)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{HSO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$
  - 3)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$
  - 4)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{AlOH}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$

5. Установите соответствие между формулой соли и характером среды в результате ее гидролиза.

ФОРМУЛА	ХАРАКТЕР СРЕДЫ
А) $\text{Na}_2\text{S}$ Б) $\text{NaHCO}_3$ В) $\text{NH}_4\text{Cl}$ Г) $\text{NaCl}$	1) кислая 2) щелочная 3) нейтральная

Ответ:

A	B	V	G

6. Установите соответствие между названием соли и сокращенным ионным уравнением ее гидролиза.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	УРАВНЕНИЕ ГИДРОЛИЗА
А) карбонат натрия Б) хлорид алюминия В) сульфат цинка Г) сульфид калия	1) $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ZnOH}^+ + \text{H}^+$ 2) $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 3) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 4) $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AlOH}^{2+} + \text{H}^+$ 5) $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{H}^+$

Ответ:

A	B	V	G

7. Установите соответствие между формулой соли и характером среды в результате ее гидролиза.

СОЛЬ	ХАРАКТЕР СРЕДЫ
A) $\text{Na}_2\text{S}$	1) кислая
Б) $\text{Na}_2\text{CO}_3$	2) щелочная
В) $\text{NH}_4\text{Cl}$	3) нейтральная
Г) $\text{NaCl}$	

Ответ:

A	Б	В	Г

8. В каких растворах метилоранж изменяет окраску на желтую?

- 1) сульфита натрия
- 2) азотной кислоты
- 3) гидросульфата натрия
- 4) сульфата алюминия
- 5) гидроксида натрия
- 6) хлорида кальция

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

9. Лакмус изменяет окраску на красную в растворах:

- 1) хлорида натрия
- 2) хлороводородной кислоты
- 3) карбоната натрия
- 4) сульфата алюминия
- 5) гидроксида натрия
- 6) хлорида цинка

Ответ: \_\_\_\_\_ .

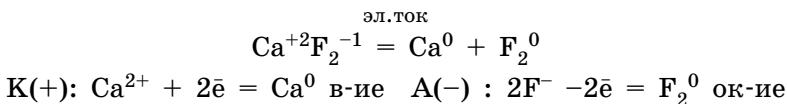
(Запишите цифры в порядке возрастания.)

### 1.4.9. Электролиз расплавов и растворов солей

**Электролиз** — окислительно-восстановительный процесс, протекающий в расплаве или растворе электролита под действием постоянного электрического тока.

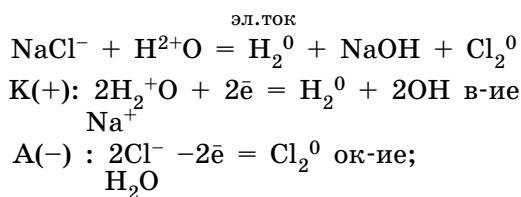
На *катоде* (отрицательно заряженном электроде) происходит процесс восстановления, на *аноде* (положительно заряженном электроде) — процесс окисления.

При электролизе расплава на катоде восстанавливаются катионы металла, на аноде окисляются анионы кислотного остатка:

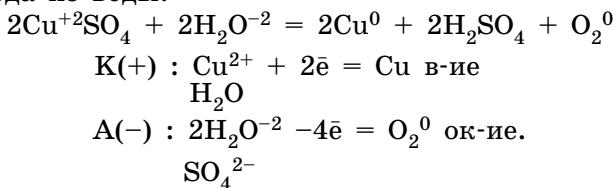


При электролизе раствора окислительно-восстановительным процессам могут подвергаться молекулы воды. В этом случае необходимо учитывать следующие закономерности:

- если металлы находятся в ряду активности после водорода, то они восстанавливаются из раствора;
- если металлы находятся в электрохимическом ряду напряжений до алюминия включительно, то восстановить их из раствора нельзя. Восстанавливаются атомы водорода из воды:



- остальные металлы восстанавливаются вместе с водородом. Чтобы уменьшить восстановление водорода, подбирают соответствующую концентрацию раствора и силу тока;
- в растворе не окисляются фторид-ионы и анионы кислородсодержащих кислот. В этом случае окисляются атомы кислорода из воды:



1. При электролизе водного раствора хлорида меди (II) на катоде выделяется
  - 1) водород
  - 2) хлор
  - 3) медь
  - 4) кислород
2. Электролизом водного раствора соли нельзя получить
  - 1) щелочь
  - 2) ртуть
  - 3) фтор
  - 4) йод
3. Электролизом водного раствора соли можно получить
  - 1) барий
  - 2) магний
  - 3) серебро
  - 4) литий
4. При электролизе раствора нитрата серебра на катоде выделяется
  - 1) серебро
  - 2) водород
  - 3) серебро и водород
  - 4) кислород и водород
5. При электролизе раствора хлорида калия на катоде происходит
  - 1) восстановление воды
  - 2) окисление воды
  - 3) восстановление ионов калия
  - 4) окисление хлора
6. Какой процесс происходит на медном аноде при электролизе раствора бромида натрия?
  - 1) окисление воды
  - 2) окисление ионов брома
  - 3) окисление меди
  - 4) восстановление меди

7. При электролизе водного раствора бромида калия на аноде
- 1) восстанавливаются атомы водорода
  - 2) окисляются атомы кислорода
  - 3) восстанавливаются катионы калия
  - 4) окисляются бромид-ионы
8. Азотная кислота накапливается в электролизере при пропускании электрического тока через водный раствор
- 1) нитрата кальция
  - 2) нитрата серебра
  - 3) нитрата алюминия
  - 4) нитрата цезия
9. Однаковые продукты образуются при электролизе раствора и расплава
- 1) хлорида меди (II)
  - 2) бромида калия
  - 3) гидроксида натрия
  - 4) хлорида натрия
10. При электролизе раствора хлорида калия образуются
- 1) калий, водород, хлор, кислород
  - 2) гидроксид калия, водород, хлор
  - 3) гидроксид калия, соляная кислота, кислород
  - 4) калий, водород, оксид хлора
11. При электролизе хлорида калия на катоде происходит
- 1) восстановление воды
  - 2) окисление воды
  - 3) восстановление ионов калия
  - 4) окисление хлора
12. При электролизе раствора бромида натрия на медном аноде происходит процесс
- 1) окисления воды
  - 2) окисления ионов брома
  - 3) окисления меди
  - 4) восстановления меди

**13.** В какой последовательности восстанавливаются данные металлы при электролизе растворов их солей?

- 1) Au, Cu, Ag, Fe
- 2) Cu, Ag, Fe, Au
- 3) Fe, Cu, Ag, Au
- 4) Au, Ag, Cu, Fe

**14.** Установите соответствие между веществом и продуктами электролиза его водного раствора.

ВЕЩЕСТВО	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
A) CuSO <sub>4</sub>	1) Cu(OH) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Б) HCl	2) Cu, O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
В) CuCl <sub>2</sub>	3) H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> 4) Cu, Cl <sub>2</sub> 5) H <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub>

Ответ:

A	Б	В

**15.** Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на инертном аноде при электролизе ее водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА АНОДЕ
A) Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1) водород
Б) Na <sub>2</sub> S	2) кислород
В) AlCl <sub>3</sub>	3) металл
Г) ZnSO <sub>4</sub>	4) хлор 5) сера 6) азот

Ответ:

A	Б	В	Г

**16.** Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на инертном аноде при электролизе ее водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА АНОДЕ
А) $\text{Na}_3\text{PO}_4$	1) $\text{O}_2$
Б) $\text{NaNO}_3$	2) $\text{H}_2\text{S}$
В) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	3) $\text{Br}_2$
Г) $\text{AlBr}_3$	4) $\text{HBr}$
	5) $\text{NO}_2$
	6) $\text{SO}_2$

Ответ:

A	Б	В	Г

**17.** Установите соответствие между названием вещества и электролитическим способом его получения.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ
А) хлор	1) электролиз водного раствора хлорида меди (II)
Б) этан	2) электролиз водного раствора бромида натрия
В) натрий	3) электролиз водного раствора ацетата натрия
Г) бром	4) электролиз водного раствора перхлората натрия
	5) электролиз водного раствора этановой кислоты
	6) электролиз расплава иодида натрия

Ответ:

A	Б	В	Г

**18.** Напишите уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде, а также общее уравнение электролиза водного раствора нитрата серебра с инертными электродами.

#### **1.4.10. Коррозия металлов и способы защиты от коррозии**

Коррозия металлов — самопроизвольное разрушение металлических материалов в результате химического воздействия окружающей среды (металлы окисляются веществами, находящимися в окружающей среде).

Наибольший вред наносят химическая и электрохимическая коррозия.

Химическая коррозия протекает при взаимодействии металлов с сухими газами (эти реакции идут при повышенной температуре, при которой конденсация влаги на поверхности металла невозможна) или жидкостями-неэлектролитами. Такие процессы происходят на различных химических производствах, постепенно разрушая реакторы.

Электрохимическая коррозия протекает в водных растворах: растворенный кислород и ионы водорода — важнейшие окислители, вызывающие электрохимическую коррозию.

Как правило, в технике используют не чистые металлы, а их сплавы, поэтому в растворе электролита в непосредственном контакте оказываются металлы разной активности — возникает *микрогальванический элемент*. Более активный металл начинает окисляться, восстанавливая протоны из раствора электролита. Эти процессы разделены в пространстве. Постепенно более активные металлы разрушаются.

Чтобы предохранить металлические поверхности от коррозии, используют как механические, так и электрохимические способы защиты:

- нанесение защитных покрытий (изоляция от агрессивной среды) — лаков, красок, различных смазок, металлических покрытий (металлов, более устойчивых в агрессивной среде);

- тщательная полировка, исключающая скапливание в трещинах влаги, в которой постепенно увеличивается концентрация электролита;
- использование металлов высокой степени чистоты, что препятствует созданию гальванических пар;
- протекторная защита — специальное создание гальванического элемента путем прикрепления к защищаемой конструкции куска более активного металла, который после разрушения заменяют новым;
- электрозащита — подведение к металлическим конструкциям микротоков, восполняющих количество электронов, израсходованных на восстановление электролита;
- изменение характера среды — добавление в раствор электролита специальных веществ, замедляющих скорость окисления, — ингибиторов коррозии.

1. К способам защиты металлов от коррозии **не относится**
  - 1) смазка изделия
  - 2) сварка изделия
  - 3) покраска изделия
  - 4) покрытие изделия лаком
2. К электрохимическим способам защиты металлов от коррозии относится
  - 1) смазка металлического изделия
  - 2) присоединение к изделию более активного металла
  - 3) электродуговая сварка изделия
  - 4) пропускание постоянного электрического тока

## Раздел 2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### 2.1. Классификация неорганических веществ

Все неорганические вещества можно разделить на следующие группы (см. рис. 1):

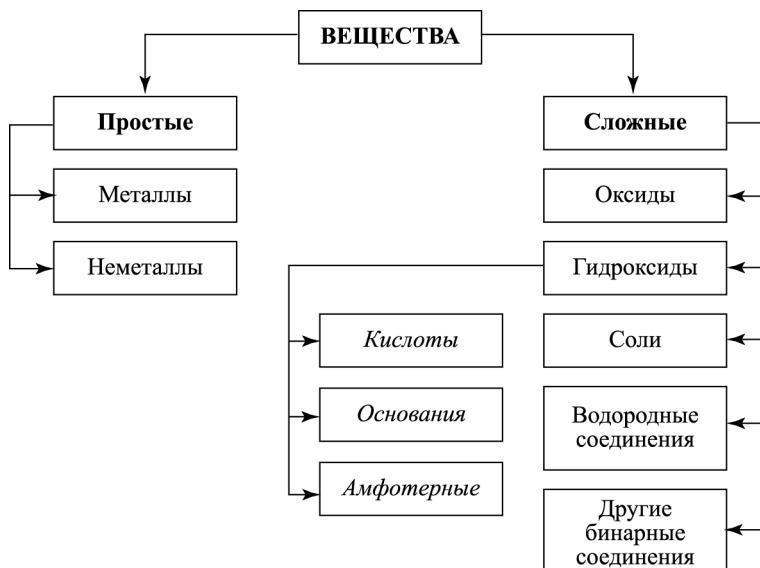


Рис. 1. Классификация неорганических веществ

**Простые вещества** состоят из атомов одного химического элемента, **сложные** — из атомов разных химических элементов.

**Оксиды** — бинарные соединения, в состав которых входят атомы кислорода в степени окисления  $-2$ . Их подразделяют на:

- **Кислотные оксиды**

Это оксиды, взаимодействующие с основаниями (или основными оксидами) с образованием солей. Как правило, их

образуют атомы неметаллов и металлов побочных подгрупп в высших степенях окисления:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CrO}_3$ . Им соответствуют гидроксиды в форме кислот.

- Основные оксиды

Это оксиды, взаимодействующие с кислотами (или кислотными оксидами) с образованием солей. Их образуют атомы металлов главных и побочных подгрупп в низших степенях окисления (+1, +2):  $\text{CaO}$ ,  $\text{CrO}$ ,  $\text{MnO}$ . Им соответствуют гидроксиды в форме оснований.

- Амфотерные оксиды

Это оксиды, взаимодействующие и с кислотами, и с основаниями с образованием солей. Они образованы атомами металлов главных и побочных подгрупп, как правило, в степенях окисления +3, +4, +5:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Однако есть и исключения:  $\text{BeO}$ ,  $\text{ZnO}$  и др.

- Безразличные (или несолеобразующие) оксиды

Это оксиды неметаллов, которым не соответствуют гидроксиды:  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ .

**Гидроксиды** — сложные вещества, соответствующие оксидам, если к ним будут присоединены одна или несколько молекул воды. К гидроксидам относятся три группы веществ.

- Кислородсодержащие кислоты — сложные вещества, состоящие из атомов водорода и атомов кислотного остатка:  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

По числу атомов водорода их подразделяют на *одноосновные* ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) и *многоосновные* ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

- Основания — сложные вещества, состоящие из атомов металлов и одной или нескольких гидроксогрупп:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ;

- Амфотерные гидроксиды — сложные вещества, существующие как в форме основания, так и в форме кислоты:  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{HAlO}_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  и  $\text{HCrO}_2$ .

**Соли** — сложные вещества, состоящие из атомов металлов и атомов кислотных остатков. Различают следующие классы солей:

- средние — катион — ион металла, анион — ион кислотного остатка:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;
- кислые — в состав аниона входят атомы водорода:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;
- основные — в состав катиона входят гидроксогруппы:  $(\text{CuOH})\text{CO}_3$ ,  $\text{AlOHCl}_2$ ;
- комплексные —  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ ;
- двойные — в их состав входят катионы нескольких металлов и анионы одной кислоты:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ;
- смешанные — в их состав входят катионы одного металла и анионы разных кислот:  $\text{CaOCl}_2$  ( $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ ).

**Водородные соединения** — бинарные соединения, содержащие в своем составе атомы водорода. Их подразделяют на две группы:

- Летучие водородные соединения

Это соединения неметаллов. Если их образуют атомы неметаллов VIA и VIIA групп Периодической системы химических элементов, то они являются *кислотами* (исключение — вода, это амфотерное соединение), т.е. донорами протонов:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ .

Если их образуют атомы неметаллов VA группы Периодической системы химических элементов, то они являются основаниями, т.е. акцепторами протонов:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ .

Если их образуют атомы неметаллов IVA группы Периодической системы химических элементов, то они *безразличные*, т.е. не являются ни донорами, ни акцепторами протонов:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SiH}_4$ .

- Гидриды

Это соединения металлов:  $\text{NaH}$ ,  $\text{TiH}_2$ ,  $\text{MgH}_2$ .

Существуют другие бинарные соединения, состоящие из двух видов атомов и не попадающие ни в одну из вышеперечисленных групп:  $\text{CS}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ .

1. Химическая формула гидросульфата натрия  
1)  $\text{NaHSO}_3$                             3)  $\text{NaHSO}_4$   
2)  $\text{NaHCO}_3$                             4)  $\text{NaHSiO}_3$
2. Ряд, в котором представлены только соли  
1)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$   
2)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Li}[\text{AlH}_4]$ ,  $\text{NH}_3$   
3)  $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KCNS}$   
4)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{HCNS}$
3. Число гидроксидов среди перечисленных веществ:  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  
 $\text{H}_3\text{PO}_4$   
1) 5    3) 3  
2) 2    4) 4
4. Оснóвные свойства проявляет высший оксид  
1) серы  
2) азота  
3) бария  
4) углерода
5. К амфотерным оксидам относится  
1)  $\text{SO}_3$                                     3)  $\text{ZnO}$   
2)  $\text{K}_2\text{O}$                                     4)  $\text{N}_2\text{O}$
6. Кислотным и оснóвным оксидами являются соответственно  
1)  $\text{SO}_3$  и  $\text{MgO}$   
2)  $\text{CO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
3)  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{FeO}$   
4)  $\text{ZnO}$  и  $\text{SO}_2$
7. Кислотные свойства проявляет каждое из двух веществ  
1)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$   
2)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $\text{HNO}_3$   
3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$   
4)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

8. К кислым солям *не* относится вещество, формула которого

- 1)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 2)  $\text{NaHS}$
- 3)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- 4)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

9. Гидроксид цинка (II)

- 1) проявляет только основные свойства
- 2) проявляет только кислотные свойства
- 3) проявляет амфотерные свойства
- 4) не проявляет кислотно-основных свойств

10. Амфотерными соединениями являются

- 1) этан и аммиак
- 2) аминоуксусная кислота и гидроксид цинка
- 3) этиламин и гидроксид натрия
- 4) анилин и серная кислота

11. Установите соответствие между названиями веществ и классами неорганических соединений.

НАЗВАНИЕ	КЛАСС
А) питьевая сода	1) водородное соединение
Б) негашеная известь	2) кислота
В) гашеная известь	3) оксид
Г) вода	4) основание 5) простое вещество 6) соль

Ответ:

A	B	V	G

12. Установите соответствие между названием вещества и его принадлежностью к определенному классу неорганических соединений.

НАЗВАНИЕ	КЛАСС
А) питьевая сода Б) негашеная известь В) гашеная известь Г) угарный газ	1) водородное соединение 2) кислота 3) оксид 4) основания 5) простое вещество 6) соль

Ответ:

A	Б	В	Г

13. Установите соответствие между формулой вещества и его принадлежностью к определенному классу неорганических соединений.

ФОРМУЛА	КЛАСС
А) $\text{H}_3\text{AsO}_4$ Б) $\text{BeO}$ В) $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$ Г) $\text{SO}_3$	1) кислота 2) основание 3) основный оксид 4) амфотерный оксид 5) кислотный оксид 6) соль

Ответ:

1	2	3	4

14. Установите соответствие между формулой вещества и его принадлежностью к определенному классу неорганических соединений.

ФОРМУЛА	КЛАСС
А) $\text{CrO}$ Б) $\text{CrO}_3$	1) кислота 2) основание

ФОРМУЛА	КЛАСС
В) $\text{H}_3\text{BO}_3$	3) основный оксид
Г) $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	4) амфотерный оксид 5) кислотный оксид 6) соль

Ответ:

A	Б	В	Г

15. Установите соответствие между названием вещества и его принадлежностью к определенному классу неорганических соединений.

НАЗВАНИЕ	КЛАСС
А) оксид азота (II)	1) кислотный оксид
Б) оксид кальция	2) основный оксид
В) оксид серы (IV)	3) несолеобразующий оксид
Г) оксид углерода (II)	4) амфотерный оксид

Ответ:

A	Б	В	Г

16. Установите соответствие между формулой вещества и его принадлежностью к определенному классу неорганических соединений.

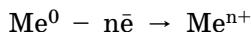
ФОРМУЛА	КЛАСС
А) $\text{CsOH}$	1) кислота
Б) $\text{MnO}$	2) щелочь
В) $\text{Cr}_2\text{O}_3$	3) основный оксид
Г) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	4) амфотерный оксид 5) соль

Ответ:

A	Б	В	Г

## 2.2. Характерные химические свойства основных классов неорганических соединений

Металлы в химических превращениях проявляют восстановительные свойства:



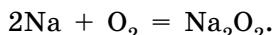
Металлы вступают в реакции с простыми и сложными веществами, являющимися окислителями.

Восстановительная активность металлов отражена в электрохимическом ряду напряжений металлов. По восстановительной активности металлы условно можно разделить на три группы: активные Li — Al, средней активности Al — H<sub>2</sub>, малоактивные H<sub>2</sub> — Au.

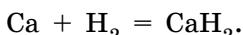
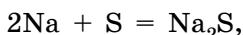
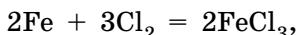
Возможность протекания той или иной химической реакции определяется активностью металла!

- Окислители — простые вещества

1. Металл + кислород → оксид или пероксид

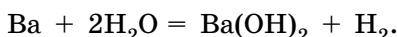


2. Металл + неметалл → бинарное соединение (галогенид, сульфид, гидрид, нитрид и т.д.)



- Окислители — сложные вещества

3. Металл + вода → H<sub>2</sub> + щелочь (если основание растворимо в воде)

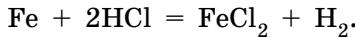


Металл + вода  $\rightarrow$   $H_2$  + основной оксид (если основание нерастворимо в воде)



Реакция протекает только в том случае, если металл находится в ряду активности до водорода.

**4.** Металл + раствор кислоты (кроме  $HNO_3$ )  $\rightarrow H_2 +$  соль



Реакция протекает только в том случае, если металл находится в ряду активности до водорода.

**5.** Металл +  $HNO_3$   $\rightarrow$  продукты восстановления азотной кислоты + нитрат металла +  $H_2O$ .

С азотной кислотой способен реагировать практически любой металл (исключение — Au, Ru, Os, Rh, Ir, Pt).

Продукты восстановления азотной кислоты зависят от концентрации кислоты и активности металла (рис. 2).

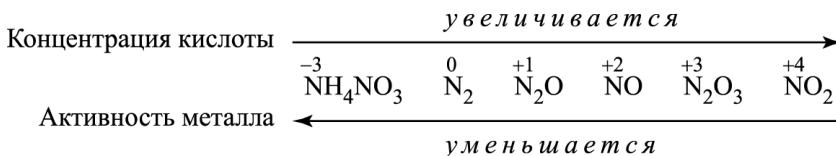
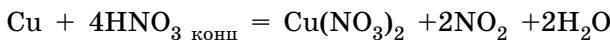


Рис. 2. Продукты восстановления азотной кислоты

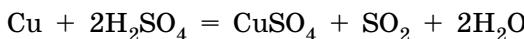
Так, в зависимости от концентрации азотной кислоты в реакции с медью будут образовываться преимущественно следующие продукты:



или



**6.** Металл + конц.  $H_2SO_4$   $\rightarrow SO_2 +$  сульфат металла +  $+ H_2O$ :



7. Металл + соль менее активного металла → соль данного металла + менее активный металл:

8.



**Неметаллы** в химических превращениях проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства (рис. 3):

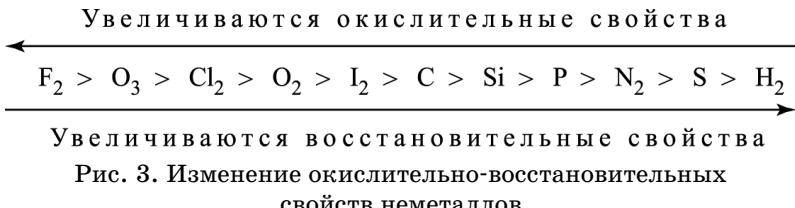


Рис. 3. Изменение окислительно-восстановительных свойств неметаллов

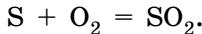
Простые вещества, образованные атомами неметаллов, вступают в реакции как с окислителями, так и с восстановителями по следующим схемам:

$\mathcal{E}^0 - n\bar{e} \rightarrow \mathcal{E}^{+n}$  окисление, восстановитель;

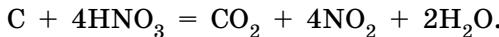
$\mathcal{E}^0 + n\bar{e} \rightarrow \mathcal{E}^{-m}$  восстановление, окислитель.

Неметаллы взаимодействуют с простыми и сложными веществами (взаимодействие неметаллов с металлами рассмотрено выше).

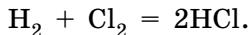
1. Неметалл + кислород → оксид (исключение составляют неметаллы, являющиеся более сильными окислителями, чем кислород, т.е. фтор):



2. Неметалл + конц.  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 +$  оксид неметалла (или кислота) +  $\text{H}_2\text{O}$ :



3. Неметалл + неметалл → бинарное соединение (реакции протекают в соответствии с окислительно-восстановительными свойствами неметаллов):



1. С водой не реагирует
  - 1) магний
  - 2) бериллий
  - 3) барий
  - 4) стронций
2. Реакция возможна между
  - 1) Ag и  $K_2SO_4$  (раствор)
  - 2) Zn и  $KCl$  (раствор)
  - 3) Mg и  $SnCl_2$  (раствор)
  - 4) Ag и  $CuSO_4$  (раствор)
3. Реакции разбавленной азотной кислоты с медью соответствует уравнение
  - 1)  $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$
  - 2)  $Cu + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2$
  - 3)  $Cu + 2HNO_3 = CuO + NO_2 + H_2O$
  - 4)  $Cu + HNO_3 = CuO + NH_4NO_3 + H_2O$
4. При комнатной температуре магний не взаимодействует с
  - 1) водой в присутствии кислорода
  - 2) растворами щелочей
  - 3) разбавленными  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$
  - 4) концентрированными  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$
  - 5) серой

Ответ: \_\_\_\_\_ .  
(Запишите цифры в порядке возрастания.)
5. Не взаимодействуют с концентрированной серной кислотой на холоде
  - 1) Ca
  - 2) Fe
  - 3) Zn
  - 4) Al
  - 5) C
  - 6) Mg

Ответ: \_\_\_\_\_ .  
(Запишите цифры в порядке возрастания.)

6. Продуктами реакции, протекающей при сплавлении алюминия с KOH, являются

- 1)  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- 2)  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 3)  $\text{KAlO}_2$
- 4)  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 5)  $\text{O}_2$
- 6)  $\text{H}_2$

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

7. Непосредственно друг с другом **не** взаимодействуют

- 1) кислород и хлор
- 2) водород и хлор
- 3) водород и кислород
- 4) хлор и метан

8. Сера реагирует с каждым из двух веществ

- 1)  $\text{O}_2$  и  $\text{SiO}_2$
- 2)  $\text{Cl}_2$  и  $\text{NaCl}$
- 3)  $\text{HCl}$  и  $\text{N}_2$
- 4) Fe и  $\text{H}_2$

9. Продуктами реакции, протекающей при действии на хлор водного раствора NaOH при нагревании, являются

- 1) HCl
- 2) NaCl
- 3) HClO
- 4) NaClO
- 5)  $\text{NaClO}_3$
- 6)  $\text{H}_2\text{O}$

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

10. Установите соответствие между названием простого вещества и формулами веществ, с каждым из которых оно может взаимодействовать.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ
А) углерод Б) кислород В) кремний Г) железо	1) HCl, CuSO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O 2) Al, NH <sub>3</sub> , FeS 3) CO <sub>2</sub> , CuO, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 4) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CO, AlCl <sub>3</sub> 5) NaOH, Mg, C 6) SiO <sub>2</sub> , BaSO <sub>4</sub> , KOH

Ответ:

A	B	V	G

Общие химические свойства оксидов отражены в таблице 8. В клетках указаны классы соединений, к которым принадлежат продукты реакции.

Таблица 8  
Химические свойства оксидов

Реагент Реагент	Кислотный оксид	Основный оксид	Амфотер- ный оксид
H <sub>2</sub> O	Кислота (исключение SiO <sub>2</sub> )	Растворимое основание	Не реагирует
Кислот- ный оксид	Не реаги- рует	Соль	Соль
Основный оксид	Соль	Не реагирует	Соль
Амфотер- ный оксид	Соль	Соль	Соль
Кислота	Не реаги- рует	Соль + H <sub>2</sub> O	Соль + H <sub>2</sub> O
Раствори- мое осно- вание	Соль + H <sub>2</sub> O	Не реагирует	Соль + H <sub>2</sub> O

- 11.** Оксид углерода (IV) реагирует с каждым веществом пары
- 1) вода и оксид кальция
  - 2) кислород и оксид серы (IV)
  - 3) сульфат калия и гидроксид натрия
  - 4) фосфорная кислота и водород
- 12.** При взаимодействии оксида кальция и соляной кислоты образуется
- 1) хлорид кальция
  - 2) оксид хлора
  - 3) гидрид кальция
  - 4) хлорная известь
- 13.** Основные оксиды, которым соответствуют щелочи, **не** взаимодействуют с
- 1) кислотами
  - 2) водой
  - 3) водородом
  - 4) кислотными оксидами
- 14.** Растворимые в воде основные оксиды **не** взаимодействуют с
- 1) кислотами
  - 2) водой
  - 3) водородом
  - 4) кислотными оксидами
- 15.** Основные оксиды, которым соответствуют нерастворимые основания, **не** взаимодействуют с
- 1) кислотами
  - 2) водой
  - 3) водородом
  - 4) алюминием

**16.** Какой оксид реагирует с соляной кислотой, но не реагирует с раствором щелочи натрия?

- 1)  $\text{CO}_2$
- 2)  $\text{SO}_3$
- 3)  $\text{P}_2\text{O}_5$
- 4)  $\text{MgO}$

**17.** Реакция возможна между

- 1)  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{BaO}$
- 2)  $\text{SiO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{SO}_3$
- 4)  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$

**18.** Как с оксидом натрия, так и с оксидом фосфора (V) реагирует

- 1) Вода
- 2) Сера
- 3) Оксид железа (II)
- 4) Оксид углерода (II)

**19.** Кислотными оксидами являются

- 1)  $\text{N}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NO}$
- 3)  $\text{N}_2\text{O}_3$
- 4)  $\text{NO}_2$
- 5)  $\text{N}_2\text{O}_4$
- 6)  $\text{N}_2\text{O}_5$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**20.** Продуктами реакции, протекающей при взаимодействии оксида азота (IV) с гидроксидом кальция, являются

- 1)  $\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{CaO}$
- 3)  $\text{N}_2\text{O}$

- 4)  $\text{NO}_2$   
 5)  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$   
 6)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**21.** Продуктами реакции, протекающей при взаимодействии оксида  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  с хлороводородной кислотой, являются

- 1)  $\text{H}_2$   
 2)  $\text{H}_2\text{O}$   
 3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$   
 4)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$   
 5)  $\text{FeCl}_2$   
 6)  $\text{FeCl}_3$

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**22.** Установите соответствие между формулой оксида и формулами веществ, с каждым из которых он может взаимодействовать.

ФОРМУЛА ОКСИДА	ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ
А) $\text{SiO}_2$	1) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{O}_2$ , $\text{H}_2$
Б) $\text{CO}$	2) $\text{Cl}_2$ , $\text{NaCl}$ , $\text{BaO}$
В) $\text{SO}_3$	3) $\text{HF}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{C}$
Г) $\text{CuO}$	4) $\text{HNO}_3$ , $\text{C}$ , $\text{NH}_3$ 5) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$ , $\text{KOH}$ 6) $\text{Al}(\text{OH})_3$ , $\text{FeS}$ , $\text{CO}_2$

Ответ:

A	Б	В	Г

Общие химические свойства кислот, оснований, амфотерных гидроксидов указаны в таблице 9.

Таблица 9

**Химические свойства кислот,  
оснований и амфотерных гидроксидов**

Реагент \\ Реагент	Кислота	Основание		Амфотер- ный ги- дроксид
		Раство- римое	Нераство- римое	
<b>Кислотный оксид</b>	Не реа- гирует	Соль + + H <sub>2</sub> O	Не реаги- рует	Не реаги- рует
<b>Основный оксид</b>	Соль + + H <sub>2</sub> O	Не реа- гирует	Не реаги- рует	Не реаги- рует
<b>Амфотер- ный оксид</b>	Соль + + H <sub>2</sub> O	Соль + + H <sub>2</sub> O	Не реаги- рует	Не реаги- рует
<b>Кислота</b>	Не реа- гирует	Соль + + H <sub>2</sub> O	Соль + + H <sub>2</sub> O	Соль + + H <sub>2</sub> O
<b>Раствори- мое осно- вание</b>	Соль + + H <sub>2</sub> O	Не реа- гирует	Не реаги- рует	Соль + + H <sub>2</sub> O
<b>Нераство- римое ос- нование</b>	Соль + + H <sub>2</sub> O	Не реа- гирует	Не реаги- рует	Не реаги- рует
<b>Амфотер- ный ги- дроксид</b>	Соль + + H <sub>2</sub> O	Соль + + H <sub>2</sub> O	Не реаги- рует	Не реаги- рует
<b>Соль</b>	Соль↓ + + кис- лота↑	Соль↓ + + осно- вание↓	Не реаги- рует	Не реаги- рует

- 23.** Свойства гидроксидов, образованных металлами главной подгруппы II группы, с увеличением заряда ядра атомов изменяются в следующей последовательности:
- 1) щелочь — нерастворимое основание — амфотерный гидроксид
  - 2) амфотерный гидроксид — нерастворимое основание — щелочь

- 3) кислота — амфотерный гидроксид — щелочь
- 4) основание — амфотерный гидроксид — кислота

**24.** Раствор гидроксида натрия взаимодействует с каждым веществом группы

- 1) оксид кремния, сульфат натрия, хлор, гидроксид алюминия
- 2) оксид железа (II), медь, серная кислота, гидроксид алюминия
- 3) оксид кремния, алюминий, соляная кислота, гидроксид цинка
- 4) оксид железа (II), медь, аммиак, гидроксид цинка

**25.** Соляная кислота не взаимодействует с

- 1) раствором гидроксида натрия
- 2) кислородом
- 3) раствором хлорида натрия
- 4) оксидом кальция
- 5) кристаллическим перманганатом калия
- 6) раствором серной кислоты

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**26.** Среди перечисленных соединений и с гидроксидом натрия, и с азотной кислотой способны взаимодействовать

- 1) циклогексан
- 2) бензол
- 3)  $\beta$ -аминопропионовая кислота
- 4) анилин
- 5) глицин
- 6) ацетат аммония

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**27.** Амфотерные свойства проявляют

- 1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 2)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

- 3)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- 4)  $\text{KOH}$
- 5)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$
- 6)  $\text{Be}(\text{OH})_2$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**28.** Слабыми кислотами являются

- 1)  $\text{H}_2\text{S}$
- 2)  $\text{HClO}_4$
- 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$
- 5)  $\text{HNO}_2$
- 6)  $\text{HNO}_3$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**29.** Разлагаются при нагревании

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- 2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- 3)  $\text{NaHCO}_3$
- 4)  $\text{NaCl}$
- 5)  $\text{NaNO}_3$
- 6)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**30.** Продуктами реакции, протекающей при взаимодействии  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , являются

- 1)  $\text{Ca}$
- 2)  $\text{CaO}$
- 3)  $\text{CaCO}_3$
- 4)  $\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{H}_2$
- 6)  $\text{O}_2$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**31.** Продуктами реакции, протекающей при добавлении избытка щелочи калия к водному раствору нитрата алюминия, являются

- 1)  $\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- 3)  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 4)  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 5)  $\text{HNO}_3$
- 6)  $\text{KNO}_3$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**32.** Установите соответствие между формулами двух веществ и названием реагента, с которым они могут взаимодействовать.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	НАЗВАНИЕ РЕАГЕНТА
А) $\text{NaOH}$ и $\text{Be}(\text{OH})_2$ Б) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{ZnCl}_2$ В) $\text{BaCl}_2$ и $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ Г) $\text{K}_2\text{CO}_3$ и $\text{Na}_2\text{SO}_3$	1) сульфат калия 2) ацетат натрия 3) бромоводородная кислота 4) оксид азота (II) 5) гидроксид калия 6) медь

Ответ:

A	B	V	G

**33.** Установите соответствие между названием вещества и формулами реагентов, с которыми оно может взаимодействовать.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) алюминий Б) сера	1) $\text{Cl}_2$ , $\text{HCl}$ , $\text{Na}$ 2) $\text{C}_2\text{H}_6$ , $\text{Na}_2\text{S}$ , $\text{H}_2\text{O}$

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
В) азот	3) KOH, Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , S
Г) хлор	4) H <sub>2</sub> O, NaOH, LiCl 5) O <sub>2</sub> , Ca, H <sub>2</sub>

Ответ:

A	B	V	G

Общие химические свойства солей указаны в таблице 10.

Таблица 10

Общие химические свойства солей

Reagent Reagent	Кислота	Основа- ние рас- творимое	Соль	Вода
Соль	Соль↓ + кислота↑↑	Соль↓ + основа- ние↓	Соль↓ + соль	Гидро- лиз

34. Хлорид железа (II) получают реакцией

- 1) Fe + Cl<sub>2</sub> →
- 2) Fe + HCl →
- 3) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + HCl →
- 4) FeO + Cl<sub>2</sub> →

35. Нитрат кальция можно получить при взаимодействии

- 1) оксида кальция и нитрата бария
- 2) карбоната кальция и нитрата калия
- 3) гидроксида кальция и азотной кислоты
- 4) фосфата кальция и нитрата натрия

36. Химическая реакция возможна между растворами

- 1) NaOH и CH<sub>4</sub>
- 2) FeCl<sub>2</sub> и MgSO<sub>4</sub>
- 3) HCl и KNO<sub>3</sub>
- 4) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и Ba(OH)<sub>2</sub>

- 37.** Газообразное вещество образуется в результате взаимодействия соляной кислоты с
- 1) нитратом серебра
  - 2) бромидом калия
  - 3) карбонатом натрия
  - 4) силикатом натрия
- 38.** С карбонатом натрия реагирует каждое из двух веществ:
- 1) щелочь калия и нитрат магния
  - 2) серная кислота и фосфат кальция
  - 3) соляная кислота и хлорид бария
  - 4) сульфид калия и сульфат кальция
- 39.** Твердого осадка не образуется при прокаливании
- 1) гидроксида цинка
  - 2) гидрокарбоната натрия
  - 3) карбоната кальция
  - 4) карбоната аммония
- 40.** Металл образуется при прокаливании на воздухе нитрата
- 1) аммония
  - 2) свинца
  - 3) серебра
  - 4) калия
- 41.** Верны ли следующие суждения о свойствах солей азотной кислоты?
- А. Термическое разложение нитратов сопровождается выделением кислорода.
- Б. Нитраты щелочных металлов не подвергаются гидролизу в водных растворах.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны

**42.** Установите соответствие между формулами солей и их классами.

ФОРМУЛЫ	КЛАССЫ
А) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	1) средняя
Б) $\text{NH}_4\text{SCN}$	2) кислая
В) $\text{Na}_2\text{HPO}_4$	3) основная
Г) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	4) комплексная 5) двойная

Ответ:

A	Б	В	Г

**43.** Установите соответствие между формулой нитрата и продуктами его термического разложения.

ФОРМУЛА	ПРОДУКТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ
А) $\text{NaNO}_3$	1) металл + оксид азота (IV) + кислород
Б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	2) нитрат металла + кислород
В) $\text{AgNO}_3$	3) оксид металла + азот + кислород 4) оксид металла + оксид азота (IV) + + кислород 5) нитрат металла + оксид азота (IV) + + кислород

Ответ:

A	Б	В	Г

**44.** С какими из перечисленных ниже веществ будет взаимодействовать раствор сульфата меди (II)?

- 1) гидроксид калия (раствор)
- 2) железо
- 3) нитрат бария (раствор)
- 4) оксид алюминия

- 5) оксид углерода (IV)  
6) сульфид натрия (раствор)

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**45.** Продуктами разложения нитрита аммония являются:

- 1) N<sub>2</sub>  
2) NO<sub>2</sub>  
3) N<sub>2</sub>O  
4) NO  
5) H<sub>2</sub>O

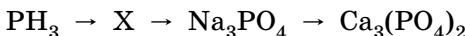
Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

### 2.3. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ

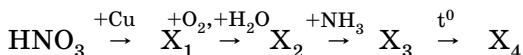
При взаимодействии веществ разных классов могут быть получены вещества, принадлежащие к другим классам. В этом проявляется взаимосвязь между классами неорганических веществ, и из этого можно определить некоторые способы получения представителей определенных классов соединений.

**1.** В схеме превращений пропущено вещество X, которое называется



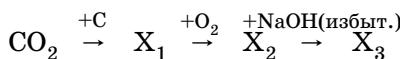
- 1) гидроксид натрия  
2) оксид натрия  
3) ортоfosфорная кислота  
4) оксид фосфора (III)

**2.** Конечным веществом в цепочке превращений на основе азота является



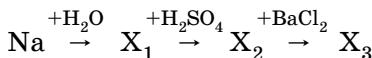
- 1) нитрат аммония
- 2) оксид азота (I)
- 3) оксид азота (IV)
- 4) азотная кислота

3. Конечным продуктом в цепочке превращений на основе соединений углерода является



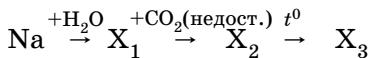
- 1) карбонат натрия
- 2) гидрокарбонат натрия
- 3) карбид натрия
- 4) ацетат натрия

4. В схеме превращений веществами  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  являются соответственно



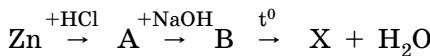
- 1)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$
- 2)  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{BaSO}_4$
- 3)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$
- 4)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$

5. Конечным продуктом в цепочке превращений на основе соединений натрия является



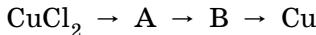
- 1) натрий
- 2) карбонат натрия
- 3) гидроксид натрия
- 4) гидрокарбонат натрия

6. В схеме превращений веществом « $X$ » является



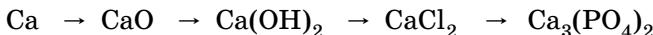
- 1)  $\text{ZnCl}_2$
- 2)  $\text{ZnO}$
- 3)  $\text{Zn(OH)}_2$
- 4)  $\text{Zn(NO}_3)_2$

7. В схеме превращений промежуточными продуктами «А» и «В» являются соответственно



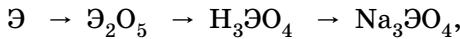
- 1) CuO и Cu(OH)<sub>2</sub>
- 2) CuSO<sub>4</sub> и Cu(OH)<sub>2</sub>
- 3) CuCO<sub>3</sub> и Cu(OH)<sub>2</sub>
- 4) Cu(OH)<sub>2</sub> и CuO

8. Для осуществления превращений необходимо последовательно использовать следующие вещества



- 1) H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, HCl, AlPO<sub>4</sub>
- 2) O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 3) H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 4) O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, HCl, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

9. Элементом Э, участвующим в цепочке превращений, является



- 1) N
- 2) Mn
- 3) P
- 4) Cl

10. Для полного восстановления железной окалины израсходовано 896 л (н.у.) водорода. При этом получено железо массой

- 1) 1680 г
- 2) 840 г
- 3) 560 г
- 4) 376 г

11. Масса азота, полученного при сгорании 5 л аммиака (н.у.), равна

- 1) 11,50 г
- 2) 7,25 г
- 3) 9 г
- 4) 2,8 г

**12.** Объем сероводорода (н.у.), образующегося при действии избытка серной кислоты на 35,2 г сульфида железа (II), равен

- 1) 2,24 л
- 2) 4,48 л
- 3) 6,72 л
- 4) 8,96 л

**13.** Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ
A) Fe + Cl <sub>2</sub>	1) FeCl <sub>2</sub>
Б) Fe + HCl	2) FeCl <sub>3</sub>
В) FeO + HCl	3) FeCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>
Г) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + HCl	4) FeCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub>
	5) FeCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O
	6) FeCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O

Ответ:

A	Б	В	Г

**14.** Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ
A) NaOH + CO <sub>2</sub> <sub>(изб.)</sub>	1) NaOH + H <sub>2</sub>
Б) NaOH <sub>(изб.)</sub> + CO <sub>2</sub>	2) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O
В) Na + H <sub>2</sub> O	3) NaHCO <sub>3</sub>
Г) NaOH + HCl	4) NaCl + H <sub>2</sub> O

Ответ:

A	Б	В	Г

15. Проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства

- 1)  $\text{H}_2\text{S}$
- 2)  $\text{SO}_2$
- 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{FeS}$
- 5) S
- 6)  $\text{CaSO}_4$

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

16. 16,8 л сероводорода (н.у.) прореагировали без остатка с 221 мл 12%-го раствора едкого натра (плотность 1,131 г/мл). Определите, какое соединение образовалось в растворе, и рассчитайте его массовую долю в этом растворе.

17. В 237,48 мл 5%-го раствора азотной кислоты (плотность 1,03 г/мл) растворили 5,4 г оксида азота (V). Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

18. В 88,0 мл 8%-го водного раствора аммиака (плотность 0,966 г/мл) растворили 3,36 л (н.у.)  $\text{NH}_3$ . Через полученный раствор пропустили хлороводород до полного взаимодействия с аммиаком. Рассчитайте массовую долю образовавшегося вещества в полученном растворе.

19. К раствору ортофосфорной кислоты объемом 200 мл и концентрацией 0,4 моль/л прилили 18,7 мл 20%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,20 г/мл). Определите массу (г) полученной соли. В ответе дайте число с точностью до целого.

20. К раствору ортофосфорной кислоты объемом 200 мл концентрацией 0,4 моль/л прилили 112,2 мл 20%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,20 г/мл). Определите массу (г) полученной соли. В ответе дайте число с точностью до целого.

21. 27,2 г смеси карбидов кальция и алюминия обработали соляной кислотой, получили 11,2 л смеси газов (н.у.). Определить объемную долю ацетилена в смеси.
22. В результате прокаливания 4,8 г смеси сульфата, нитрата и гидрокарбоната натрия выделился газ объемом 0,448 л (н.у.). При пропускании этого газа через избыток известковой воды выпал 1,0 г осадка. Определите массовые доли солей в исходной смеси.
23. Для растворения 1,26 г сплава магния с алюминием потребовалось 40 г 19,6%-ного раствора серной кислоты. Избыток кислоты нейтрализовали 28,6 мл раствора гидрокарбоната натрия с концентрацией 1,4 моль/л. Определите массовые доли (в %) металлов в сплаве.
24. Какую массу гидрида лития нужно растворить в 100 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей гидроксида 5%?
25. Напишите четыре уравнения реакций, протекающих между растворами  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{AgNO}_3$ .
26. Напишите четыре уравнения реакций, протекающих между растворами  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cl}_2$ .
27. Напишите четыре уравнения реакций, протекающих между растворами  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCl}$ .
28. Напишите четыре уравнения реакций, протекающих между растворами  $\text{HI}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ .
29. Кристаллический перманганат калия обработали концентрированной соляной кислотой. Выделившийся газ пропустили над нагретым железом. Образовавшееся твердое вещество растворили в воде и добавили раствор гидроксида натрия, при этом выпал осадок бурого цвета. Выпавший осадок отфильтровали и прокалили. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

- 30.** Магний нагрели в атмосфере азота. Образовавшееся твердое вещество растворили в соляной кислоте и на полученный раствор подействовали избытком щелочи калия при нагревании. Выделившийся газ пропустили через азотную кислоту. Напишите уравнения четырех описанных реакций.
- 31.** Через раствор, образующийся в результате растворения кальция в воде, пропускают сернистый газ. При этом образуется осадок белого цвета, растворяющийся при дальнейшем пропускании газа. При добавлении к полученному раствору щелочи натрия образуется осадок. Напишите уравнения четырех описанных реакций.
- 32.** При сжигании на воздухе простого вещества желтого цвета образуется газ с резким запахом. При пропускании этого газа через горячий раствор концентрированной азотной кислоты образуется газ бурого цвета, взаимодействие которого с раствором гидроксида натрия приводит к образованию двух солей. После обработки полученной смеси солей горячим пероксидом водорода в растворе остается только одна соль. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

## **Раздел 3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

### **3.1. Теория строения органических соединений**

Основные положения теории, сформулированные в 1861 году А.М. Бутлеровым:

- Атомы в молекулах соединены между собой в определенном порядке в соответствии с их валентностью. При этом углерод всегда четырехвалентен.
- Свойства вещества зависят не только от его количественного и качественного состава, но и от порядка соединения атомов в молекуле (химического строения).
- Атомы в молекулах взаимно влияют друг на друга, что проявляется в химических свойствах веществ.
- Химическое строение вещества можно установить на основе знания его химических свойств и наоборот, исследовав химические свойства, можно с достаточной степенью вероятности описать строение вещества.

По мере развития науки теория химического строения была дополнена теорией гибридизации и учением о пространственном строении молекул — стереохимией.

Под **гибридизацией** понимают выравнивание атомных орбиталей по форме и энергии в момент образования химической связи. Различают три вида гибридизации атома углерода.

- $sp^3$ -гибридизация

В гибридизации участвуют все валентные орбитали атома углерода (одна *s*- и три *p*-орбитали). В результате возникают четыре одинаковых по энергии и форме орбитали, которые образуют четыре химические связи, направленные вдоль линии, соединяющей ядра атомов, т. е.  $\sigma$ -связи.

- *sp<sup>2</sup>*-гибридизация

В гибридизации участвуют *s*- и две *p*-орбитали. В результате между атомами углерода возникает вторая связь, но расположенная над и под плоскостью  $\sigma$ -связи. Такая связь называется  $\pi$ -связью.

- *sp*-гибридизация

В гибридизации участвуют *s*- и только одна *p*-орбиталь, в результате между атомами углерода возникает третья связь, которая тоже называется  $\pi$ -связью.

Под *изомерией* понимают существование веществ одинакового состава, обладающих различными физическими и/или химическими свойствами. Виды изомерии представлены в табл. 11.

Таблица 11

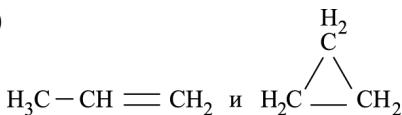
Виды изомерии	
Структурная	Пространственная
<ul style="list-style-type: none"> <li>• изомерия углеродного скелета</li> <li>• изомерия положения кратной связи</li> <li>• изомерия положения функциональной группы</li> <li>• межклассовая изомерия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• геометрическая (<i>цис</i>-<i>транс</i>-изомерия)</li> <li>• оптическая</li> </ul>

Способность атомов углерода образовывать прямые, разветвленные и замкнутые цепи, одинарные и кратные связи, комбинации перечисленных структур с другими атомами неметаллов и металлов, а также явление изомерии являются причиной существования огромного числа органических веществ и их многообразия.

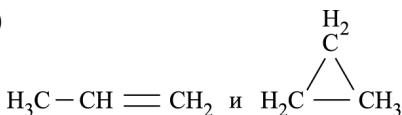
Еще одно важное понятие органической химии — гомология. *Гомологами* называют вещества, имеющие сходное химическое строение, но отличающиеся по составу на одну или несколько групп  $\text{CH}_2$ , которую называют *гомологической разностью*. В каждом классе органических веществ можно выделить множество гомологических рядов.

1. Структурными изомерами являются

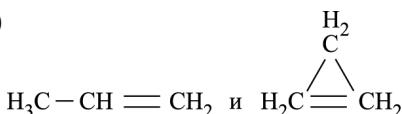
1)



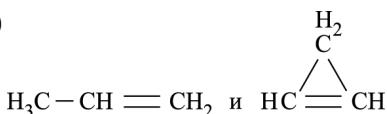
2)



3)



4)



2. Структурными изомерами являются

1)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  и  $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$

2)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  и  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$

3)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  и  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$

4)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  и  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

3. Изомером 2-метилпентана является

1) *n*-пентан

2) 2,2-диметилпентан

### 3) 3-метилпентан

4) 2-метилгексан

4. Гомологом 2,2-диметилбутана является

1) 2-метилпентан

2) диметилпропан

3) 2-метилгексан

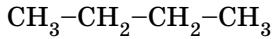
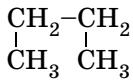
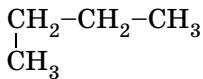
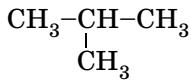
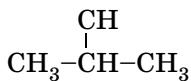
#### 4) 2-метилгексан

5. Для  $\alpha$ -аминокислот не характерна изомерия
- углеродного скелета
  - положения функциональной группы
  - положения кратной связи
  - оптическая
6. Изомерами циклогексана являются
- гексан, метилцикlopентан, 2-метилпентен-1
  - 1,2-диметилцикlopентан, 1,3-диметилцикlopентан, 3-метилпентан
  - 3-метилпентен-2, метилцикlopентан, 2-метилпентен-1
  - 1,3-диметилгексан, гексан, 3-метилпентен-2
7. Изомерами не являются
- бутан и метилпропан
  - пентан и 2-метилпентан
  - бутадиен-1,3 и бутин-1
  - серный эфир и бутиловый спирт
8. Изомерами являются все вещества ряда
- толуол, стирол, этилбензол
  - ацетальдегид, уксусный альдегид, этаналь
  - ацетон, ацетилен, метилацетат
  - пентадиен, 2-метилбутадиен-1,2, пентин
9. Сколько видов структурной изомерии представлено формулами?
- $$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$
- $$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$
- $$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$$
- $$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3$$
- $$\quad \quad \quad |$$
- $$\quad \quad \quad \text{CH}_3$$
- два
  - три
  - четыре
  - пять

**10.** Этаналь и ацетальдегид — это

- 1) гомологи
- 2) одно и то же вещество
- 3) изомеры
- 4) таутомеры

**11.** Сколько изомеров бутана изображено приведенными формулами?



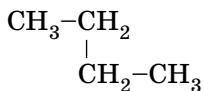
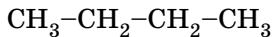
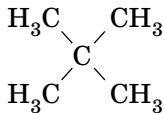
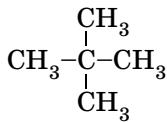
- 1) два
  - 2) три
  - 3) четыре
  - 4) пять
- 12.** Число изомеров, имеющих формулу  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,

- 1) 5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**13.** Межклассовая изомерия характерна для

- 1) алкинов и алкенов
- 2) алканов и циклоалканов
- 3) алкадиенов и алкенов
- 4) алканов и алкинов

14. Данными структурными формулами изображено



- 1) четыре гомолога
- 2) два вещества
- 3) три гомолога
- 4) четыре изомера

15. Изомерами являются

- A)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
- Б)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
- В)  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
- Г)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- Д)  $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

- 1) А, В
- 2) Б, Г
- 3) В, Г
- 4) А, Д

16. Гомологом пропионового альдегида является

- 1) масляный альдегид
- 2) изомасляный альдегид
- 3) 2-метилпропаналь
- 4) 3-метилбутаналь

17. Для спирта состава  $C_5H_{11}OH$  не характерна изомерия
- 1) углеродного скелета
  - 2) положения функциональной группы
  - 3) межклассовая
  - 4) геометрическая
18. Сколько альдегидов соответствует формуле  $C_5H_{10}O$ ?
- 1) два
  - 2) три
  - 3) четыре
  - 4) пять
19. Сколько изомерных аминокислот имеют состав  $C_4H_9O_2N$ ?
- 1) пять
  - 2) шесть
  - 3) три
  - 4) четыре
20. Какие из утверждений верны?
- А. Циклоалканы изомерны ароматическим углеводородам.
- Б. Алкины изомерны диеновым углеводородам.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба утверждения
  - 4) оба утверждения не верны

## **3.2. Классификация и номенклатура органических веществ**

Классификация органических веществ представлена на рис. 4.

Безусловно, данная классификация не исчерпывает все классы органических веществ, например, в нее не вошли полифункциональные органические вещества, такие как аминокислоты и белки, но дает представление об их многообразии.



Рис. 4. Классификация органических веществ

Совокупность названий веществ называют **номенклатурой**.

Тривиальная номенклатура — это исторически сложившиеся названия веществ, часто они связаны с названием источника получения вещества. Необходимо знать тривиальные названия веществ, наиболее широко применяемых в быту и органическом синтезе: этилен, ацетилен, формальдегид (муравьиный альдегид), ацетальдегид (уксусный альдегид), этиленгликоль, глицерин, муравьиная, уксусная, масляная кислоты и др.

Международным союзом теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) были разработаны особые правила названий органических веществ. **Систематическая** номенклатура создана международной комиссией в конце XIX века с целью унификации и взаимопонимания между химиками разных стран. Содержит правила, которыми надо уметь пользоваться:

• *Корень* слова в названии показывает, сколько атомов углерода содержится в главной цепи: *мет* — 1, *эт* — 2, *проп* — 3, *бут* — 4, а далее — корни названий греческих числительных (пента, гекса и т.д.).

• *Суффикс* — указывает на кратность связи (*-ен* — двойная, *-ин* — тройная) или наличие функциональной группы (*-ил* — углеводородный радикал, *-ол* — спирт, *-он* — кетон, *-аль* — альдегид и т.д.).

• *Приставка* — указывает на форму углеродной цепи (цикло- замкнутая цепь) или на количество однотипных радикалов, кратных связей, функциональных групп. Во втором случае приставка называется «умножающей» и записывается перед названием радикала или перед суффиксом: *ди-* два, *три-* три, *тетра-* четыре, *пента-* пять и т.д.

• *Цифра* — указывает место нахождения различных функций (для радикалов — перед их названием, для остальных — после).

#### Порядок составления названия:

1) Выбор *главной цепи* регулируется следующими правилами:

- должна быть самой длинной;
- включать кратные связи и/или функциональные группы.

2) *Нумерация цепи* начинается с того конца, к которому ближе:

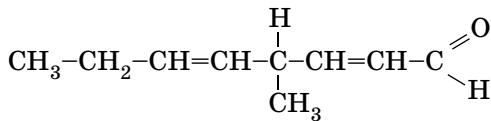
- функциональная группа;
- кратная связь;
- наименьший углеводородный радикал.

Если вещество содержит цикл, то именно он будет главной цепью, которая нумеруется в том же порядке старшинства в сторону ближайшего заместителя.

3) Далее перечисляются:

- место, количество и названия радикалов;
- корень (с приставкой или без нее);
- название функции и ее место.

Например:

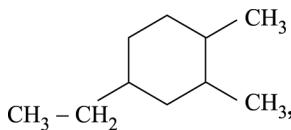


4-метилоктадиен-2,5-аль

Если необходимо по названию составить формулу вещества, то все выполняется по тем же правилам, но в обратном порядке.

1. К ароматическим соединениям **не** относится вещество состава
  - 1)  $\text{C}_7\text{H}_8$
  - 2)  $\text{C}_8\text{H}_{10}$
  - 3)  $\text{C}_9\text{H}_{16}$
  - 4)  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$
2. Общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  имеют
  - 1) простые эфиры и жиры
  - 2) карбоновые кислоты и жиры
  - 3) карбоновые кислоты и сложные эфиры
  - 4) альдегиды и сложные эфиры
3. К классу алкинов относится
 

1) $\text{C}_2\text{H}_4$	3) $\text{C}_2\text{H}_6$
2) $\text{CH}_4$	4) $\text{C}_2\text{H}_2$
4. К олигосахаридам относится
  - 1) глюкоза
  - 2) сахароза
  - 3) крахмал
  - 4) клетчатка
5. Вещество, формула которого называется



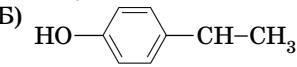
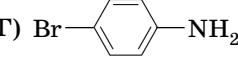
- 1) 2,3-диметил-5-этилцилогексан  
 2) 1,2-диметил-3-этилцилогексан  
 3) 1,2-диметил-4-этилцилогексан  
 4) 1-этил-3,4-диметилцилогексан
6. Установите соответствие между названием соединения и принадлежностью к определенному классу органических веществ.

НАЗВАНИЕ	КЛАСС
А) ацетон	1) галогенпроизводные углеводородов
Б) анилин	2) амины
В) этилформиат	3) карбонильные соединения
Г) дихлорметан	4) спирты 5) сложные эфиры 6) простые эфиры

Ответ:

A	Б	В	Г

7. Установите соответствие между формулой вещества и его названием.

ФОРМУЛА	НАЗВАНИЕ
А) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}$	1) пропаналь
Б) 	2) хлоруксусная кислота 3) 4-броманилин 4) 4-метилфенол 5) этанол
В) $\text{Cl}-\text{CH}_2\text{COOH}$	
Г) 	

Ответ:

A	Б	В	Г

8. Установите соответствие между названием вещества и его формулой.

НАЗВАНИЕ	ФОРМУЛА
А) стирол	1) $C_6H_5—C_2H_5$
Б) толуол	2) $C_6H_5—CH(CH_3)_2$
В) этилбензол	3) $C_6H_5—(CH_3)_2$
Г) диметилбензол	4) $C_6H_5—CH_3$
	5) $C_6H_5—CH=CH_2$

Ответ:

A	B	V	G

9. Установите соответствие между веществом и его принадлежностью к определенному классу органических соединений.

ВЕЩЕСТВО	КЛАСС
А) пентанол	1) углеводороды
Б) декан	2) спирты
В) бутаналь	3) амины
Г) пропин	4) альдегиды
	5) эфиры

Ответ:

A	B	V	G

10. Установите соответствие между функциональной группой и названием соединения, в состав которого она входит.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ
А) $-\text{NH}_2$	1) нитробензол
Б) $-\text{NO}_2$	2) этиламин
В) $-\text{OH}$	3) пропанол
Г) $-\text{CHO}$	4) крезол 5) пентаналь

Ответ:

A	B	V	G

11. Установите соответствие между названием соединения и классом, к которому оно принадлежит.

НАЗВАНИЕ	КЛАСС СОЕДИНЕНИЯ
А) толуол	1) спирт
Б) 2-метил-2-бутанол	2) простой эфир
В) изопропилэтаноат	3) кетон
Г) ацетон	4) альдегид 5) сложный эфир 6) ароматический углеводород

Ответ:

A	B	V	G

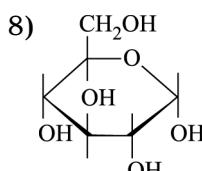
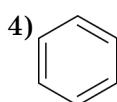
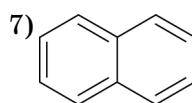
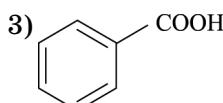
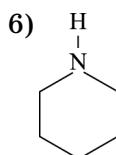
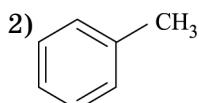
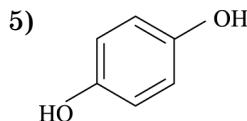
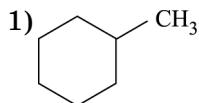
12. Установите соответствие между приведенными в разных столбцах названиями соединений по наличию в них одинаковых функциональных групп.

СОЕДИНЕНИЕ	СОЕДИНЕНИЕ
А) фенол Б) анилин В) бензальдегид Г) этиленгликоль	1) пропандиол 2) пропаналь 3) пропилен 4) этиламин

Ответ:

A	Б	В	Г

13. Ароматическими углеводородами не являются

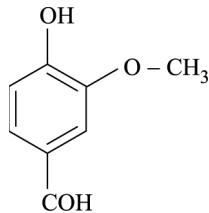


Ответ: \_\_\_\_\_.

(В ответе запишите последовательность цифр.)

**14.** Перечислите, к каким классам соединений можно отнести ванилин, формула которого

- 1) альдегид
- 2) гетероцикл
- 3) кислота
- 4) простой эфир
- 5) сложный эфир
- 6) ароматический спирт
- 7) углевод
- 8) фенол

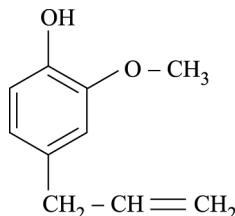


Ответ: \_\_\_\_\_ .

(В ответе запишите последовательность цифр.)

**15.** Эвгенол, формула которого изображена на рисунке, можно отнести к следующим классам органических соединений:

- 1) ароматический спирт
- 2) простой эфир
- 3) сложный эфир
- 4) спирт
- 5) углевод
- 6) фенол



Ответ: \_\_\_\_\_ .

(В ответе запишите последовательность цифр.)

### **3.3. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений**

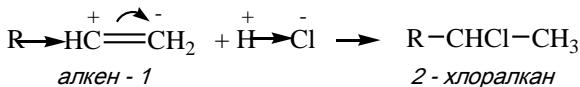
По своей электроотрицательности различаются атомы не только разных химических элементов, но и атомы углерода, находящиеся в различной гибридизации. Их электроотрицательность изменяется следующим образом:

$$\text{ЭО } sp > \text{ЭО } sp^2 > \text{ЭО } sp^3.$$

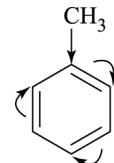
Составляющие молекулы атомы находятся во взаимосвязи и испытывают взаимное влияние. Это влияние передается в основном через систему ковалентных связей с помощью так называемых электронных эффектов смещения электронной плотности в молекуле под влиянием заместителей.

Наличие электронных эффектов ведет к перераспределению электронной плотности в молекуле и появлению частичных зарядов на отдельных атомах, что определяет реакционную способность молекулы.

Например, присоединение галогенводорода к алкену определяется *правилом Марковникова*, которое объясняется следующим: под влиянием заместителей электронное облако  $\pi$ -связи смещается, и на атомах углерода, соединенных двойной связью, возникают частичные заряды. В молекуле галогенводорода связь ковалентная полярная, на атомах тоже возникают частичные заряды, и их присоединение по двойной связи идет строго направленно:



Другим примером может служить повышение реакционной способности толуола по сравнению с бензолом: метильный радикал смещает электронную плотность на кольцо, что приводит к ее перераспределению и повышению в орто- и пара-положениях. Поэтому толуол реагирует с бромной водой при обычных условиях и замещение идет трех атомов водорода.



1. Водородная связь не образуется между молекулами
  - 1) этилового спирта
  - 2) уксусной кислоты
  - 3) воды
  - 4) ацетальдегида

2. Ряд, в котором вещества перечислены в порядке уменьшения их основных свойств,
  - 1) анилин, аммиак, этиламин, диметиламин
  - 2) аммиак, анилин, диметиламин, этиламин
  - 3) диметиламин, аммиак, анилин, этиламин
  - 4) диметиламин, этиламин, аммиак, анилин
3. Амфотерными соединениями являются
  - 1) этан и аммиак
  - 2) аминоуксусная кислота и гидроксид цинка
  - 3) этиламин и гидроксид натрия
  - 4) анилин и серная кислота
4. Двойственные свойства проявляет каждое из веществ, указанных в паре,
  - 1) ацетальдегид и муравьиная кислота
  - 2) муравьиная кислота и глюкоза
  - 3) глюкоза и анилин
  - 4) анилин и метанол
5. Спирты в отличие от углеводородов — жидкости вследствие
  - 1) образования межмолекулярных водородных связей
  - 2) слабой кислотности спиртов
  - 3) амфотерности спиртов
  - 4) полярности связей C-H в молекулах
6. В молекуле анилина влияние радикала  $-C_6H_5$  на группу  $-NH_2$  проявляется в том, что
  - 1) повышается электронная плотность на атоме азота
  - 2) усиливаются основные свойства
  - 3) свойства вещества как основания убывают
  - 4) заметных изменений в свойствах вещества не наблюдается
7. Расположите перечисленные вещества в порядке усиления их кислотных свойств.

- 1) фенол
- 2) 2,4,6-тринитрофенол
- 3) этанол

Ответ: \_\_\_\_\_.

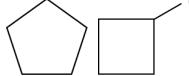
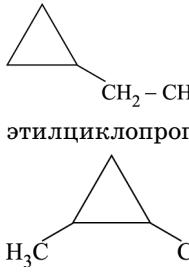
(В ответе запишите последовательность цифр.)

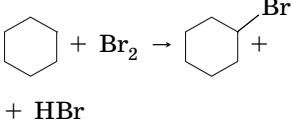
### 3.4. Углеводороды

Существует несколько классов углеводородов. Они проявляют ряд общих свойств, но в то же время могут значительно различаться между собой, что обусловлено особенностями строения углеродного скелета. Особенности строения и свойства углеводородов представлены в таблицах 12—14.

Таблица 12

#### Предельные углеводороды

	Алканы $C_nH_{2n+2}$	Циклоалканы $C_nH_{2n}$
<b>Изомерия</b>		
<i>Углеродного скелета</i>	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ пентан $H_3C-C(H)-CH_2-CH_3$ $CH_3$ 2-метилбутан $CH_3$ $H_3C-C(CH_3)_2-CH_3$ $CH_3$ 2,2-диметилпропан	 циклопентан метилцикlobутан  этилциклопропан 1,2-диметилциклопропан
<i>Межклассовая</i>		$H_3C-CH=CH-CH_2-CH_3$ пентен-2

	Алканы $C_nH_{2n+2}$	Циклоалканы $C_nH_{2n}$
<b>Особенности электронного строения</b>	Атомы углерода находятся в $sp^3$ -гибридизации, образуют четыре одинарные связи, расположенные вдоль линии, соединяющей ядра атомов ( $\sigma$ -связи). Атомы углерода образуют прямые и разветвленные незамкнутые цепи	Атомы углерода находятся в $sp^3$ -гибридизации, образуют четыре одинарные связи, расположенные вдоль линии, соединяющей ядра атомов ( $\sigma$ -связи). В отличие от алканов атомы углерода образуют замкнутую (циклическую) цепь
<b>Химические свойства</b>		
<i>— реакции замещения</i>		Обычные циклы ( $C_5$ — $C_7$ )
галогенирование	$CH_4 + Br_2 \xrightarrow{\text{свет}} CH_3Br + HBr$	
нитрование	$CH_4 + HNO_3 \xrightarrow[раzб.]{140^\circ C} CH_3NO_2 + H_2O$ реакция Коновалова	
<i>— реакции присоединения</i>		Малые циклы ( $C_3$ — $C_4$ )
галогенирование		$H_2C-CH_2$       $H_2C-CH_2$ + $Br_2 \rightarrow$ $BrH_2C-CH_2-CH_2-$ — $CH_2Br$
гидрирование		$H_2C-CH_2$       $H_2C-CH_2$ + $H_2 \rightarrow$ $H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$

	Алканы $C_nH_{2n+2}$	Циклоалканы $C_nH_{2n}$
гидрогалогенирование		$\begin{array}{c} H_2C-CH_2 \\   \quad   \\ H_2C-CH_2 \\ \rightarrow H_3C-CH_2-CH_2- \\ -CH_2Br \end{array}$
<b>— окисление</b>		
горение	$C_nH_{n+2} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$	$C_nH_n + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
изомеризация	$\begin{array}{c} H_3C-CH_2-CH_2-CH_3 \\ \rightarrow AlCl_3, 100^\circ C \\ H \\ \rightarrow H_3C-C(CH_3)_2 \\ CH_3 \end{array}$	

Таблица 13  
Непредельные углеводороды

	Алкены $C_nH_{2n}$	Алкины $C_nH_{2n-2}$	Алкадиены $C_nH_{2n-2}$
<b>Изомерия</b>			
Углеродного скелета	$\begin{array}{l} H_2C=CH-CH_2-CH_3 \\ \text{бутен-1} \\ H_2C=C-CH_3 \\   \\ CH_3 \\ \text{2-метилпропен} \end{array}$	$\begin{array}{l} HC\equiv C-CH_2-CH_3 \\ \text{пентин-1} \\ HC\equiv C-C-CH_3 \\   \\ CH_3 \\ \text{3-метилбутин-1} \end{array}$	$\begin{array}{l} H_2C=CH-CH=C-CH_3 \\   \\ H \\ \text{пентадиен-1,3} \\ H_2C=C-CH=CH_2 \\   \\ CH_3 \\ \text{2-метилбутадиен-1,3} \end{array}$
Положения кратной связи	$\begin{array}{l} H_2C=CH-CH_2-CH_3 \\ \text{бутен-1} \\ H_3C-C\equiv C-CH_3 \\ \text{бутен-2} \end{array}$	$\begin{array}{l} HC\equiv CH-CH_2-CH_3 \\ \text{бутин-1} \\ H_3C-C\equiv C-CH_3 \\ \text{бутин-2} \end{array}$	$\begin{array}{l} H_2C=CH-CH=CH_2 \\ \text{бутадиен-1,3} \\ H_2C=C=CH-CH_3 \\ \text{бутадиен-1,3} \end{array}$

	Алкены $C_nH_{2n}$	Алкины $C_nH_{2n-2}$	Алкадиены $C_nH_{2n-2}$
Меж-классо-вая	$\begin{array}{c} H_2C-CH_2 \\   \quad   \\ H_2C-CH_2 \\ \text{цикlobутан} \end{array}$	$H_2C=CH-$ $CH=CH_2$ бутадиен-1,3	$H_3C-C\equiv C-CH_3$ бутин-2
Геоме-триче-ская	$\begin{array}{ccccc} H & & CH_3 \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & \diagup & \backslash \\ H & & H \end{array}$ цис-бутен-2	$\begin{array}{ccccc} H & & CH_3 \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & \diagup & \backslash \\ H_3C & & H \end{array}$ транс-бутен-2	
Особен-ности элек-тронно-го стро-ения	<p>Атомы углеро-да, образую-щие двойную связь, находятся в <math>sp^2</math>-гибридизации. Гибридные орбитали обра-зуют <math>\sigma</math>-связь, а негибрид-ные — одну <math>\pi</math>-связь</p>	<p>Атомы угле-рода, образу-ющие трой-ную связь, находятся в <math>sp</math>-гибри-дизации. Ги-бридные ор-битали обра-зуют <math>\sigma</math>-связь, а негибрид-ные — две <math>\pi</math>-связи</p>	<p>Атомы углеро-да, образующие двойные связи, находятся в <math>sp^2</math>-гибридизации. Наибольший практический интерес пред-ставляют диены, в которых двойные связи разделены од-ной одинарной связью. Они называются со-пряженными диенами</p>
<b>Химические свойства</b>			
<b>— реакции присоединения</b>			
галоге-нирова-ние	$H_2C=CH_2 + Br_2 \rightarrow BrH_2C-CH_2Br$ обесцвечива-ние бромной воды	$HC\equiv CH + 2Br_2 \rightarrow Br_2HC-CHBr_2$ обесцвечива-ние бромной воды	$H_2C=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow BrH_2C-CH=CH-CH_2Br$ обесцвечива-ние бромной воды

	Алкены $C_nH_{2n}$	Алкины $C_nH_{2n-2}$	Алкадиены $C_nH_{2n-2}$
гидрирование	$H_2C=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni, t^\circ} H_3C-CH_3$	$HC\equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni, t^\circ} H_3C-CH_3$ $HC\equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni, t^\circ} H_3C-CH_3$	$H_2C\equiv CH - CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni, t^\circ} H_3C-CH=CH-CH_3$
гидрогалогенирование	$H_2C=CH-CH_3 + HCl \rightarrow CH_3-CHCl-CH_3$	$HC\equiv CH + 2HCl \rightarrow H_3C-CHCl_2$	$H_2C=CH-CH=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3-CH=CH-CH_2Cl$
гидратация	$H_2C=CH-CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} H_3C-CHOH-CH_3$	$HC\equiv CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}, H^+} H_3C-C(O)H$ реакция Кучерова	$H_2C=CH-CH=CH_2 + H_2O \rightarrow H_3C-CH=CH-CH_2OH$
полимеризация	$nH_2C=CH_2 \xrightarrow{P \text{ или } t^\circ} (CH_2-CH_2)_n$	$3HC\equiv CH \xrightarrow{C_{акт.}, 600^\circ} \text{бензол}$	$nH_2C=C(CH_3)_2-CH_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат}} (CH_2-C(CH_3)=CH_2)_n$
<i>— реакции окисления</i>			
горение	$C_nH_{2n} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$	$C_nH_{2n-2} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$	$C_nH_{n-2} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

	Алкены $C_nH_{2n}$	Алкины $C_nH_{2n-2}$	Алкадиены $C_nH_{2n-2}$
<i>не- полное окисле- ние</i>	$CH_2 = CH_2$ + [O] + $H_2O$ → $CH_2OH$ – $CH_2OH$ обесцвечива- ние подкис- ленного рас- твора перман- ганата калия*	$HC \equiv CH$ + 3[O] + $H_2O$ → 2 $HCOOH$ обесцвеки- вание под- кисленного раствора перманганата калия*	

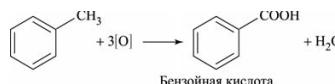
\* Подробнее о составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций см. приложение 2.

Таблица 14

## Ароматические углеводороды (арены)

	Бензол	Толуол
Особенности электронного строения		
	<p>Атомы углерода находятся в <math>sp^2</math>-гибридизации, <math>\sigma</math>-связи образуют цикл, расположенный в одной плоскости. Негибридные <math>p</math>-орбитали параллельны, все перекрываются над и под плоскостью кольца, образуя единую <math>\pi</math>-электронную орбиталь. Такая связь называется ароматической, является очень прочной. Поэтому бензол мало реакционноспособен</p>	<p>Толуол более реакционноспособен: метильный радикал нагнетает электронную плотность на кольцо, что приводит к ее перераспределению и повышению в <i>ортого</i>- и <i>пара</i>-положениях. Замещение атомов водорода происходит именно в этих положениях</p>

	Бензол	Толуол
<b>Химические свойства</b>		
<i>— реакции замещения</i>		
галогенирование	<p>Бензол + <math>\text{Br}_2</math> жидк. <math>\xrightarrow{\text{Fe, t}}</math> Бромобензол + <math>\text{HBr}</math></p>	<p>Толуол + <math>3\text{Br}_2</math> водн. <math>\rightarrow</math> 2-бромо-4-бромотолуол + <math>3\text{HBr}</math></p>
		<p>Толуол + <math>\text{Cl}_2</math> свет <math>\rightarrow</math> хлортолуол + <math>\text{HCl}</math></p>
нитрование	<p>Бензол + <math>\text{HNO}_3</math> конц. <math>\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})}</math> Нитробензол + <math>\text{H}_2\text{O}</math></p>	<p>Толуол + <math>3\text{HNO}_3</math> водн. <math>\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})}</math> 2-нитротолуол + <math>3\text{H}_2\text{O}</math></p> <p style="text-align: center;">Тринитротолуол (тротил)</p>
алкилирование	<p>Бензол + <math>\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}</math> <math>\xrightarrow{\text{AlCl}_3}</math> этилбензол + <math>\text{HCl}</math></p>	
<i>— реакции присоединения</i>		
галогенирование	<p>Бензол + <math>3\text{Cl}_2</math> свет <math>\rightarrow</math> Гексахлоран</p>	
гидрирование	<p>Бензол + <math>3\text{H}_2</math> <math>\xrightarrow{\text{Ni, t}}</math> циклохексан</p>	<p>Толуол + <math>3\text{H}_2</math> <math>\xrightarrow{\text{Ni, t}}</math> метилциклохексан</p>
алкилирование	<p>Бензол + <math>\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3}</math> Кумол</p>	
<i>— реакции окисления</i>		
горение	$2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{CH}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

	Бензол	Толуол
<i>неполное окисление</i>		 <p style="text-align: center;">Бензойная кислота</p> <p>обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия*</p>

\* Подробнее о составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций см. приложение 2.

- Основным продуктом реакции между 1 моль 2-метилбутана и 1 моль брома является
  - 1-бром-2-метилбутан
  - 2-бром-2-метилбутан
  - 3-бром-2-метилбутан
  - 4-бром-2-метилбутан
- При горении 1 моль этана образуются вещества количеством
  - 1 моль  $\text{CO}_2$  и 1 моль  $\text{H}_2\text{O}$
  - 1 моль  $\text{CO}_2$  и 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$
  - 2 моль  $\text{CO}_2$  и 3 моль  $\text{H}_2\text{O}$
  - 2 моль  $\text{CO}_2$  и 4 моль  $\text{H}_2\text{O}$
- При полном окислении 1 моль пропана кислородом воздуха образуются
  - 1 моль  $\text{CO}_2$  и 1 моль  $\text{H}_2\text{O}$
  - 3 моль  $\text{CO}_2$  и 4 моль  $\text{H}_2\text{O}$
  - 2 моль  $\text{CO}_2$  и 3 моль  $\text{H}_2\text{O}$
  - 4 моль  $\text{CO}_2$  и 6 моль  $\text{H}_2\text{O}$
- Укажите уравнение, соответствующее полному сгоранию нитропропана в кислороде без катализатора
  - $4\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2 + 19\text{O}_2 = 12\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2$
  - $4\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2 + 15\text{O}_2 = 12\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$
  - $2\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2 + 8\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$
  - $4\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2 + 17\text{O}_2 = 12\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}$

5. Пропан вступает в реакцию с
- 1) металлическим натрием
  - 2) хлором на свету
  - 3) водой
  - 4) раствором перманганата калия при комнатной температуре
6. Бромную воду **не обесцвечивают** вещества, указанные в паре
- 1) этан и этилен
  - 2) ацетилен и этилен
  - 3) бензол и гексан
  - 4) бензол и этилен
7. Веществами  $X$  и  $Y$  в схеме превращений:  
 $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{2\text{HCl}}$   
 карбид кальция  $\rightarrow X \rightarrow Y$  являются
- 1)  $X$  — ацетилен,  $Y$  — 1,1-дихлорэтан
  - 2)  $X$  — метан,  $Y$  — дихлорметан
  - 3)  $X$  — этилен,  $Y$  — 1,2-дихлорэтан
  - 4)  $X$  — ацетилен,  $Y$  — 1,2-дихлорэтилен
8. Для вещества, формула которого  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ,  
 при нагревании на никелевом катализаторе протекает  
 реакция
- 1) дегидрирования
  - 2) хлорирования
  - 3) гидратации
  - 4) окисления
9. При обработке ацетилена подкисленным раствором перманганата калия образуется
- 1) этиленгликоль
  - 2) этанол
  - 3) ацетальдегид
  - 4) этановая кислота

**10.** Какое из веществ **не** вступает в реакцию с раствором перманганата калия?

- 1) толуол
- 2) *o*-ксилол
- 3) бензол
- 4) *n*-ксилол

**11.** Установите соответствие между названием углеводорода и числом молекул воды, образующихся при его сгорании.

НАЗВАНИЕ	ЧИСЛО МОЛЕКУЛ ВОДЫ
А) толуол	1) $12\text{H}_2\text{O}$
Б) пентен	2) $14\text{H}_2\text{O}$
В) гексан	3) $6\text{H}_2\text{O}$ 4) $4\text{H}_2\text{O}$ 5) $10\text{H}_2\text{O}$

Ответ:

A	B	V

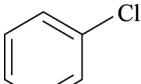
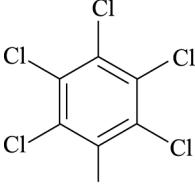
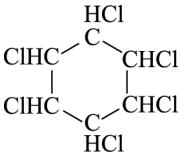
**12.** Установите соответствие между реагентом, с которым взаимодействует ацетилен, и основным продуктом реакции.

РЕАГЕНТ	ПРОДУКТ
А) $\text{Cu}_2\text{O}$ ( $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ )	1) ацетальдегид
Б) $\text{H}_2$	2) винилацетат
В) $\text{H}_2\text{O}$ ( $\text{Hg}^{2+}$ ; $\text{H}^+$ )	3) этилен 4) ацетиленид 5) бензол

Ответ:

A	B	V

**13.** Установите соответствие между исходными веществами и основным продуктом, полученным в ходе их взаимодействия

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ОБЩАЯ ФОРМУЛА
A)  + Cl <sub>2</sub> $\xrightarrow{\text{УФ свет}}$	1) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH 2) CH <sub>3</sub> CHO 3) CH <sub>3</sub> COOH 4) 
Б) C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O $\xrightarrow{\text{H}^+}$	5) 
В) C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O $\xrightarrow{\text{Hg}^{2+}}$	6) 
Г)  + Cl <sub>2</sub> $\xrightarrow{\text{FeCl}_3}$	

Ответ:

А	Б	В	Г

**14.** Взаимодействие 2-метилпропана и брома при комнатной температуре на свету

- 1) является катализитическим процессом
- 2) приводит к преимущественному образованию 2-бром-2-метилпропана
- 3) относится к реакциям замещения
- 4) происходит с разрывом связи С—С
- 5) протекает по радикальному механизму

- 6) приводит к преимущественному образованию 1-бром-2-метилпропана

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

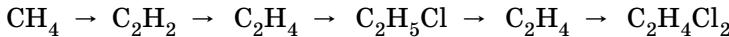
15. Пропен-2 вступает в реакции

- 1) изомеризации
- 2) с гидроксидом натрия
- 3) гидратации
- 4) с хлороводородом
- 5) с аммиачным раствором нитрата серебра
- 6) полимеризации

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

17. При сжигании 8,4 г органического вещества получено 26,4 г углекислого газа и 10,8 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 2,9. Определите молекулярную формулу вещества.

18. Неизвестный алкан массой 19,6 г способен вступить в химическую реакцию с 25,55 г хлороводорода. Определите молекулярную формулу неизвестного алкена.

19. При сжигании 25,6 г органического вещества получено 35,2 г углекислого газа и 28,8 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,1. Определите молекулярную формулу вещества.

20. Неизвестный алкан массой 16,8 г способен присоединить 64 г брома. Определите молекулярную формулу неизвестного алкена.

- 21.** Установите молекулярную формулу монохлоралкана, содержащего 38,38% хлора. Приведите графические формулы всех соединений, отвечающих данной формуле.

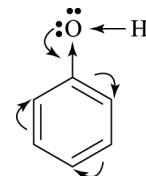
### 3.5. Спирты и фенолы

Спиртами называют соединения, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, непосредственно связанных с углеводородным радикалом. Если гидроксильная группа непосредственно связана с бензольным кольцом, то такие вещества называют фенолами.

Спирты, содержащие только одну группу —OH, называют одноатомными или алканолами. Спирты, содержащие несколько гидроксильных групп, называют многоатомными: двухатомные спирты (или гликоли), трехатомные спирты и т.д.

Особенности строения и свойства представителей перечисленных групп представлены в табл. 15.

Таблица 15  
Спирты и фенолы

	Алканолы $C_nH_{2n+2}O$	Многоатомные спирты $C_nH_{2n+2}O_m$	Фенол $C_6H_6O$
<b>Особенности электронного строения</b>			
	$H_3C-CH_2 \rightarrow$ $\rightarrow O \leftarrow H$ электронная плотность связей смешена в сторону более электроотрицательного атома O, связь O—H полярная, атом водорода «подвижен»	$CH_2 \rightarrow \ddot{O} \leftarrow H$ $CH_2 \rightarrow \ddot{O} \leftarrow H$ влияние радикала делится между двумя OH-группами, поэтому кислород в большей	 пара электронов кислорода вступает в сопряжение с кольцом, возросший недостаток электронной

	Алканолы $C_nH_{2n+2}O$	Многоатомные спирты $C_nH_{2n+2}O_m$	Фенол $C_6H_5O$
		степени смещает связь от водорода, кислотные свойства проявляются сильнее	плотности он компенсирует за счет связи O—H, еще более поляризую ее, кислотные свойства выражены еще сильнее
<b>Химические свойства</b>			
— кислотные свойства			
+ активный металл	$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$	$C_2H_4(OH)_2 + 2Na \rightarrow C_2H_4(ONa)_2 + H_2$	$2C_6H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_6H_5ONa + H_2$
+ основание		$C_2H_4(OH)_2 + Cu(OH)_2 \rightarrow C_2H_4O_2Cu + 2H_2O$	$C_2H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$
— замещение функциональной группы			
дегидратация: а) внутримолекулярная в) межмолекулярная	$C_2H_5OH$ $H_2SO_4, t > 170^\circ \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$  $2C_2H_5OH$ $H_2SO_4, t < 140^\circ \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$	$2C_2H_4(OH)_2 \rightarrow$  $+ 2H_2O$	

	Алканолы $C_nH_{2n+2}O$	Многоатомные спирты $C_nH_{2n+2}O_m$	Фенол $C_6H_6O$
гидрогенхиро- вание	$C_2H_5OH + HCl \rightarrow C_2H_5Cl + H_2O$	$C_2H_4(OH)_2 + 2HCl \rightarrow C_2H_4Cl_2 + 2H_2O$	
этерифика- ция	$C_2H_5OH + H_2SO_4\text{конц}, t>0^\circ \rightarrow CH_3COOH \rightarrow -CH_3COOC_2H_5 + H_2O$	$C_2H_4(OH)_2 + 2CH_3COOH \rightarrow H_2SO_4\text{конц}, t^\circ \rightarrow 2H_2O + + C_2H_4(OCOCH_3)_2$	$C_6H_5OH + H_2SO_4\text{конц}, t>0^\circ \rightarrow CH_3COOH \rightarrow CH_3COOC_6H_5 + H_2O$
<i>— реакции окисления</i>			
полное окисление (горение)	$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2H + 3H_2O$	$2C_2H_4(OH)_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$	$C_6H_5OH + 7O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$
неполное окисление	$C_2H_5OH + CuO_2 \rightarrow H_3C-C + Cu + H_2O$		
<i>— реакции по радикалу</i>			
галогенирование			<p style="text-align: center;">  + 3Br<sub>2</sub> →  <small>водный</small>   + 3HBr     </p>

	Алканолы $C_nH_{2n+2}O$	Многоатомные спирты $C_nH_{2n+2}O_m$	Фенол $C_6H_6O$
нитрование			<p style="text-align: center;"> <math>\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{HNO}_3 \xrightarrow[\text{конц.}]{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})}</math>    <math>+ 3\text{HBr}</math> </p>

- Вещество  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$  относится к классу
  - ароматических спиртов
  - фенолов
  - альдегидов
  - ароматических углеводородов
- Свежеприготовленный осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  растворится, если к нему добавить
 

1) пропандиол-1,2	3) пропен-1
2) пропанол-1	4) пропанол-2
- Фенол отличается от одноатомных предельных спиртов способностью
  - реагировать с активными металлами
  - образовывать сложные эфиры
  - реагировать с галогенводородами
  - образовывать комплексные соединения
- Качественную реакцию на фенолы проводят с
  - хлоридом железа (III)
  - раствором перманганата калия
  - свежеприготовленным гидроксидом меди (II)
  - серной кислотой

5. Глицерин способен реагировать с веществами группы
- водород, метиловый спирт, уксусная кислота
  - раствор перманганата калия, бромная вода, азотная кислота
  - свежеприготовленный гидроксид меди (II), кислород, металлический натрий
  - серная кислота, цинк, гидроксид натрия
6. Установите соответствие между реагентом, с которым взаимодействует ацетилен, и основным продуктом реакции.

РЕАГЕНТ	ПРОДУКТ
А) $\text{Cu}_2\text{O}$ ( $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ ) Б) $\text{H}_2$ В) $\text{H}_2\text{O}$ ( $\text{Hg}^{2+}$ ; $\text{H}^+$ )	1) ацетальдегид 2) винилацетат 3) этилен 4) ацетиленид 5) бензол

Ответ:

A	B	V

7. Для спиртов характерны реакции
- гидрирования
  - полимеризации
  - гидратации
  - дегидратации
  - замещения гидроксильной группы на атомы галогенов
  - окисления

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

8. Пропанол-2 реагирует с
- натрием
  - карбонатом натрия
  - гидроксидом меди (II)

- 4) раствором гидроксида натрия
- 5) этановой кислотой
- 6) хлороводородом

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**9. Фенол реагирует с**

- 1) раствором гидроксида натрия
- 2) хлороводородом
- 3) оксидом углерода (IV)
- 4) кислородом
- 5) бензолом
- 6) натрием

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**10. Фенол реагирует с**

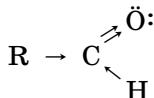
- 1) оксидом меди (II) при нагревании
- 2) хлоридом железа (III)
- 3) аммиачным раствором оксида серебра
- 4) формальдегидом
- 5) этаном
- 6) уксусной кислотой

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

### **3.6. Альдегиды. Карбоновые кислоты. Сложные эфиры. Жиры**

#### **Альдегиды**



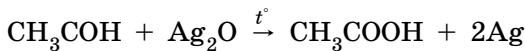
Атом углерода функциональной группы находится в  $sp^2$ -гибридизации. На атоме кислорода достаточно большой отрицательный заряд и связь C–H слабо полярная, поэтому

атом Н функциональной группы малоподвижен, кислотные свойства нехарактерны.

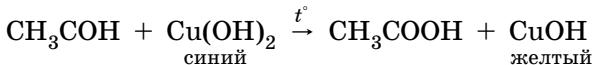
Для данного класса наиболее характерны окислительно-восстановительные свойства.

## I. Окислительные свойства

1. Реакция «серебряного зеркала», реагент — аммиачный раствор оксида серебра



## 2. Реакция с гидроксидом меди (II)

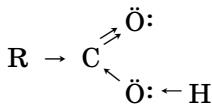


Данные реакции являются качественными для определения наличия альдегидной группы.

## II. Восстановительные свойства

$$1. \text{ Гидрирование } \text{CH}_3\text{COH} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni, кат.}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

## Карбоновые кислоты



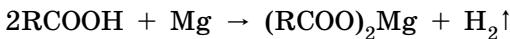
Электронная плотность связей сильно смещена в сторону атома О карбонильной группы, в результате чего к атому О гидроксильной группы она смещена очень слабо, поэтому атом кислорода компенсирует это за счет электронной плотности связи О–Н. В итоге атом Н становится «подвижным» и кислотные свойства выражены в гораздо большей степени, чем у представителей других классов кислородсодержащих органических соединений.

## I. Общие кислотные свойства

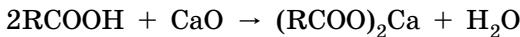
## 1. Диссоциация:



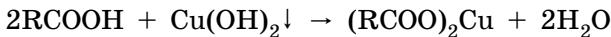
2. Взаимодействие с металлами, стоящими в ряду активности до H:



3. Взаимодействие с оксидами металлов:



4. Взаимодействие с основаниями:

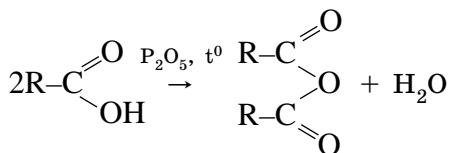


5. Взаимодействие с солями:

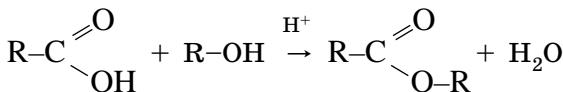


## II. Специфические свойства

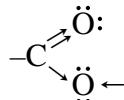
1. Дегидратация:



2. Этерификация:



## Сложные эфиры. Жиры

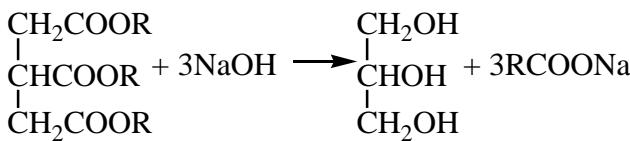


Из электронного строения функциональной группы сложных эфиров видно, что кислотными свойствами эти вещества не обладают.

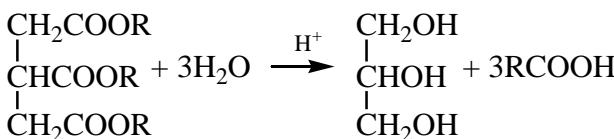
Сложные эфиры, образованные трехатомным спиртом глицерином и высшими жирными карбоновыми кислотами, называются жирами.

Наибольшее значение имеют реакции щелочного и кислотного гидролиза, а также гидрирования жидких жиров (масел).

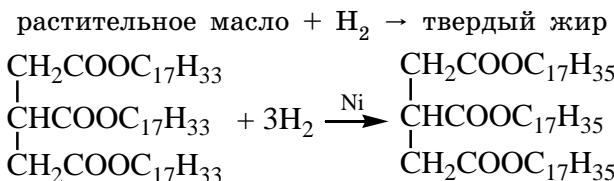
1) Щелочной гидролиз жиров (омыление):



2) Кислотный гидролиз протекает по той же схеме, но реагентом является вода. Реакция протекает в слабокислой среде (например, желудочный сок). В результате образуются глицерин и высшие жирные кислоты. Они транспортируются в организме к нужному органу, где происходит синтез специфического для данного организма жира (синтез — реакция этерификации).



3) Гидрирование (гидрогенизация) жиров — промышленный процесс. Его проводят с целью получения твердого искусственного жира из растительных масел. Процесс ведут при повышенном давлении и в присутствии катализатора Ni:



1. Альдегидную группу содержат

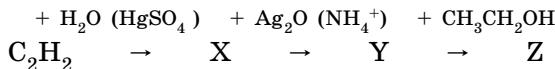
- 1) метаналь, фруктоза, глицерин, глюкоза
- 2) этаналь, диметиловый эфир, муравьиная кислота, фенол
- 3) бензойная кислота, этиленгликоль, стирол, формиат натрия
- 4) муравьиная кислота, метаналь, глюкоза, ацетальдегид

2. Этиловый эфир уксусной кислоты и метилпропионат являются
- 1) гомологами
  - 2) структурными изомерами
  - 3) геометрическими изомерами
  - 4) одним и тем же веществом
3. Какое органическое соединение реагирует с натрием, гидроксидом натрия и бромной водой?
- 1) глицерин
  - 2) фенол
  - 3) этанол
  - 4) анилин
4. Муравьиная кислота взаимодействует с
- 1) хлоридом натрия
  - 2) гидросульфатом натрия
  - 3) аммиачным раствором оксида серебра
  - 4) оксидом азота (II)
5. Формальдегид не вступает в химическую реакцию с
- 1)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
  - 2)  $\text{O}_2$
  - 3)  $\text{H}_2$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
6. Отличить этанол от этановой кислоты можно при помощи
- 1) хлорида натрия
  - 2) активного металла
  - 3) гидрокарбоната натрия
  - 4) бромной воды
7. Какое из приведенных ниже уравнений правильно описывает процесс гидролиза сложных эфиров?
- 1)  $\text{CH}_3\text{COOCCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{COOCCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$
  - 3)  $\text{CH}_3\text{COOCCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{COOCCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

8. При щелочном гидролизе жиров образуются

- 1) глицерин и вода
- 2) карбоновые кислоты и вода
- 3) глицерин и карбоновые кислоты
- 4) глицерин и мыла

9. Веществами X, Y, Z в цепи превращений



соответственно являются

- 1) ацетальдегид, уксусная кислота, этилацетат
- 2) этанол, этан, бутан
- 3) ацетальдегид, уксусная кислота, метилацетат
- 4) уксусная кислота, этанол, диэтиловый эфир

10. В схеме превращений  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$  веществом «X» является

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
- 2)  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{H}$
- 3)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
- 4)  $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

11. В результате реакции этерификации получают

- 1) искусственный жир
- 2) глицерин
- 3) высшие жирные кислоты
- 4) мыло

12. Способны реагировать между собой

- 1) метанол и водород
- 2) этан и этанол
- 3) муравьиная кислота и аммиачный раствор оксида серебра
- 4) метиловый эфир уксусной кислоты и метан

**13.** Способны реагировать между собой

- 1) метанол и уксусная кислота
- 2) метан и этанол
- 3) муравьиная кислота и медь
- 4) глицерин и карбонат натрия

**14.** Установите соответствие между функциональной группой и названием вещества, имеющим данную функциональную группу

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА
A) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$	1) диметиловый эфир 2) формальдегид 3) ацетон 4) глицерин 5) щавелевая кислота 6) метилацетат
Б) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$	
В) $-\text{OH}$	
Г) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \\ \diagdown \end{array}$	

Ответ:

A	Б	В	Г

**15.** Установите соответствие между функциональной группой и классом органических соединений

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ
A) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$	1) сложные эфиры 2) альдегиды 3) кетоны 4) фенолы 5) карбоновые кислоты 6) простые эфиры
Б) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$	

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ
В) $-\text{OH}$	
Г) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\   \\ \text{C} \end{array}$	

Ответ:

A	Б	В	Г

16. Для альдегидов характерны реакции

- 1) гидрирования
- 2) полимеризации
- 3) гидратации
- 4) дегидратации
- 5) присоединения галогенов
- 6) окисления

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

17. С уксусной кислотой могут взаимодействовать

- 1) цинк
- 2) метанол
- 3) гидрокарбонат натрия
- 4) метан
- 5) сульфат калия
- 6) оксид меди (II)

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

### 3.7. Углеводы

Название *углеводы* объединяет довольно разнообразные по своим свойствам вещества, имеющие общую формулу  $C_nH_{2n}O_n$ . Большой класс углеводов разделяют на две групп-

пы — моносахариды и полисахариды (см. таблицу 16). Иногда в группе полисахаридов выделяют олигосахариды, у которых значение  $n$  находится в пределах от 2 до 8. Полисахариды гидролизуются с образованием моносахаридов, которые дальнейшему гидролизу не подвергаются.

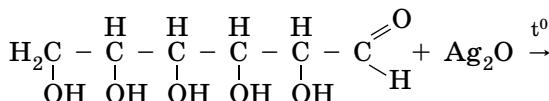
Таблица 16  
Углеводы

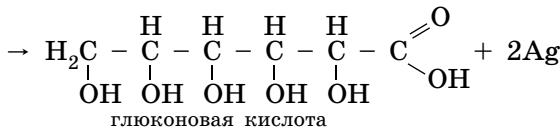
Моносахариды	Олигосахариды	Полисахариды
<p><i>Глюкоза</i> <math>(C_6H_{12}O_6)</math> — полифункциональное соединение: пятиатомный спирт и альдегид</p> <p><math display="block">\begin{array}{ccccccc} &amp; \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} &amp; &amp; \\ \text{H}_2\text{C} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} &amp; \\ &amp;   &amp;   &amp;   &amp;   &amp; &amp; \\ &amp; \text{OH} &amp; \text{OH} &amp; \text{OH} &amp; \text{OH} &amp; &amp; \end{array}</math></p> <p><i>Фруктоза</i> <math>(C_6H_{12}O_6)</math> — изомер глюкозы: пятиатомный спирт и кетон</p> <p><math display="block">\begin{array}{ccccccc} &amp; \text{H} &amp; \text{H} &amp; &amp; &amp; &amp; \\ \text{H}_2\text{C} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{C}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} &amp; -\overset{\text{CH}_2}{\underset{\text{O}}{\text{C}}} &amp; &amp; \\ &amp;   &amp;   &amp; &amp;    &amp; &amp; \\ &amp; \text{OH} &amp; \text{OH} &amp; \text{OH} &amp; \text{O} &amp; \text{OH} &amp; \end{array}</math></p>	<p><i>Сахароза</i> <math>(C_{12}H_{22}O_{11})</math> — дисахарид; образован из остатков циклической формы глюкозы за счет альдегидных групп, поэтому содержит только спиртовые группы. При гидролизе превращается в глюкозу и фруктозу</p>	<p><i>Крахмал</i> и <i>целлюлоза</i> <math>(C_6H_{10}O_5)_n</math> — полимерные вещества, образованные из остатков циклической формы глюкозы. Отличаются степенью полимеризации и пространственной структурой: целлюлоза имеет более длинные цепи, расположенные параллельно друг другу. Крахмал же имеет более разветвленную структуру. При гидролизе превращаются в глюкозу</p>

### Химические свойства глюкозы

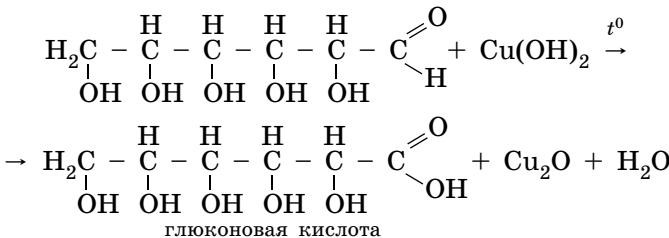
#### I. Окисление

##### 1. Реакция «серебряного зеркала»:

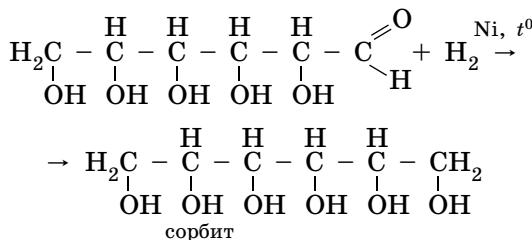




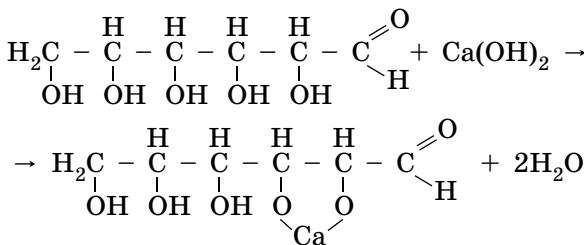
2. Реакция с гидроксидом меди (II) при нагревании:



### III. Восстановление



III. Кислотные свойства — взаимодействие с основаниями при комнатной температуре:



1. Свойства глюкозы как многоатомного спирта подтверждаются ее взаимодействием с
  - 1) гидроксидом меди (II) без нагревания
  - 2) аммиачным раствором оксида серебра при нагревании
  - 3) концентрированной серной кислотой
  - 4) раствором щелочи

2. Свойства глюкозы как альдегида подтверждаются ее взаимодействием с
- 1) гидроксидом меди (II) при нагревании
  - 2) гидроксидом меди (II) без нагревания
  - 3) концентрированной серной кислотой
  - 4) раствором щелочи
3. Избыточные углеводы в организме человека превращаются в
- 1) жиры
  - 2) аминокислоты
  - 3) карбоновые кислоты
  - 4) глицерин
4. Мобильным источником энергии в организме являются
- 1) белки
  - 2) жиры
  - 3) углеводы
  - 4) аминокислоты

5. Глюкоза реагирует с

- 1) гидроксидом кальция
- 2) этаном
- 3) оксидом углерода (IV)
- 4) магнием
- 5) аммиачным раствором оксида серебра
- 6) водородом

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

6. И глюкоза, и целлюлоза реагируют с
- 1) кислородом
  - 2) азотной кислотой
  - 3) гидроксидом железа (III)
  - 4) сульфатом меди (II)
  - 5) уксусной кислотой
  - 6) водородом

Ответ: \_\_\_\_\_ .

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**7. В отличие от сахарозы глюкоза**

- 1) реагирует с концентрированной серной кислотой
- 2) окисляется гидроксидом меди (II)
- 3) восстанавливается водородом
- 4) реагирует с уксусной кислотой
- 5) окисляется аммиачным раствором оксида серебра
- 6) реагирует с кислородом

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**8. И для целлюлозы, и для крахмала верны утверждения**

- 1) не вступает в реакцию «серебряного зеркала»
- 2) является природным полимером
- 3) является сырьем для получения искусственного волокна
- 4) состоит из остатков молекул глюкозы
- 5) окисляется гидроксидом меди (II)
- 6) восстанавливается водородом

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

**9. Целлюоза реагирует с**

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}^+$ | 4) $\text{I}_2$   |
| 2) $\text{C}_2\text{H}_6$              | 5) $\text{HNO}_3$ |
| 3) $\text{CO}_2$                       | 6) $\text{O}_2$   |

Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

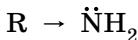
**10. Сахароза реагирует с**

- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{O}_2$                          | 4) $\text{CO}_2$                       |
| 2) $\text{Ag}_2\text{O}$ , $\text{NH}_3$ | 5) $\text{C}_2\text{H}_6$              |
| 3) $\text{Cu}(\text{OH})_2$              | 6) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}^+$ |

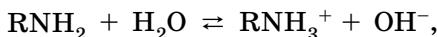
Ответ: \_\_\_\_\_.

(Запишите цифры в порядке возрастания.)

### 3.8. Амины. Аминокислоты. Белки



Из электронной формулы амина следует, что, помимо неподеленной электронной пары, на атоме азота повышен отрицательный заряд за счет смещения электронной плотности от углеводородного радикала. Такой атом может выступать акцептором протонов. Поэтому вещества данного класса проявляют основные свойства.



Аминокислоты — это полифункциональные соединения: содержат как карбоксильные, так и аминогруппы. Поэтому их называют амфотерными соединениями. Но амфотерные свойства проявляются в том случае, если число основных и кислотных групп равно.

Наиболее важным химическим свойством аминокислот является реакция поликонденсации с образованием *пептидной связи*:



В результате получаются полипептиды. Если степень полимеризации превышает 10 000, то полипептид называют белком. Данная реакция обратима. Обратная реакция называется гидролизом, протекает в живых организмах и при денатурации белков.

По продуктам гидролиза белка судят о его составе.

#### Строение белка:

а) первичная структура — последовательность аминокислотных остатков, соединенных посредством пептидной связи;

- б) вторичная структура — закручивание полипептидной цепи в спираль за счет образования водородных связей между витками спирали;
- в) третичная структура — трехмерная конфигурация спирали (глобула), которая образуется посредством дисульфидных, сложноэфирных, солевых мостиков;
- г) четвертичная структура — ассоциация нескольких глобул за счет межмолекулярного взаимодействия.

1. Основные свойства амина характеризует реакция между
  - 1) анилином и бромной водой
  - 2) анилином и бромоводородной кислотой
  - 3) хлоридом фениламмония и аммиачной водой
  - 4) хлоридом фениламмония и гидроксидом натрия
2. Аминоуксусная кислота **не** вступает в химическую реакцию с
  - 1) 2-аминопропановой кислотой
  - 2) металлическим натрием
  - 3) соляной кислотой
  - 4) сульфатом натрия
3. Устойчивость третичной структуры белка обеспечивается
  - 1) только водородными связями
  - 2) связями между функциональными группами радикалов
  - 3) плотной упаковкой молекулы
  - 4) клеточными мембранными
4. Для обнаружения в составе белков остатков ароматических аминокислот используют
  - 1) ксантопротеиновую реакцию
  - 2) биуретовую реакцию
  - 3) реакцию этерификации
  - 4) реакцию гидролиза
5. Белки, поступающие в организм с животной или растительной пищей,

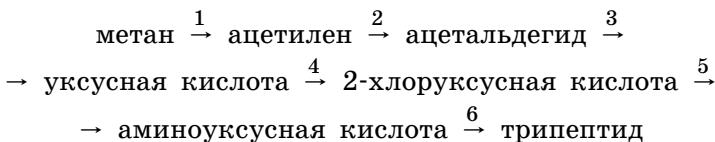
- 1) гидролизуются до глицерина и карбоновых кислот
  - 2) расщепляются до азота, углекислого газа и воды
  - 3) образуют жиры
  - 4) гидролизуются до  $\alpha$ -аминокислот
6. В водном растворе глицина максимальна концентрация частиц
- 1)  $\text{NH}_2\text{--CH}_2\text{--COO}^-$
  - 2)  $\text{NH}_3^+\text{--CH}_2\text{--COO}^-$
  - 3)  $\text{NH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$
  - 4) все вышеперечисленные в равных долях
7. Фениламин (анилин) способен вступить в химическую реакцию с
- 1) кислородом
  - 2) натрием
  - 3) соляной кислотой
  - 4) бромной водой
  - 5) метаном
  - 6) гидроксидом натрия
- Ответ: \_\_\_\_\_.
- (Запишите цифры в порядке возрастания.)
8. При сжигании 12,4 г органического вещества получено 8,96 л углекислого газа, 4,48 л азота и 18 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,07. Молекулярная формула органического вещества
- Ответ: \_\_\_\_\_.
9. При полном сжигании вещества, не содержащего кислорода, образуется азот и вода. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 16. Объем необходимого на сжигание кислорода равен объему выделившегося азота. Определите общую формулу соединения и истинную формулу вещества.

### 3.9. Взаимосвязь органических соединений

Взаимосвязь между классами соединений проявляется во взаимном превращении их друг в друга при химических реакциях. В заданиях это называется «решить цепочку». Пожалуй, это самые сложные задания, поскольку они тре-

буют хорошего знания химических свойств и способов получения отдельных веществ и классов. Кроме того, всегда требуется указывать условия, при которых приводимые реакции протекают.

В качестве примера приведем одну из наиболее простых схем, которая связывает между собой многие классы органических соединений, изучаемых в школе:



1 — термическое разложение метана без доступа воздуха при 1500°C (промышленный способ получения ацетилена)

2 — гидратация ацетилена в присутствии солей ртути и концентрированной серной кислоты (реакция Кучерова)

3 — окисление ацетальдегида аммиачным раствором оксида серебра при нагревании (реакция «серебряного» зеркала)

## 4 — хлорирование на свету

## 5 — аминирование

## 6 — поликонденсация аминокислоты

(Советуем для тренировки составить уравнение описанных реакций. Практически все они встречаются в тексте данной книги.)

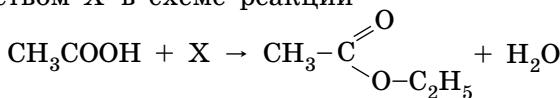
- Чтобы из метана получить уксусную кислоту, нужно последовательно осуществить следующие превращения
    - метан → оксид углерода (IV) → угольная кислота → уксусная кислота
    - метан → метиловый спирт → уксусный альдегид → уксусная кислота
    - метан → этин → ацетальдегид → уксусная кислота
    - метан → ацетилен → этиловый спирт → уксусная кислота
  - Верны ли следующие суждения о способах получения алkenов?
    - Алкены можно получить в результате термического крекинга алканов.

Б. В промышленности алкены получают дегидрированием спиртов.

- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) оба утверждения неверны
  - 4) верны оба утверждения
3. Верны ли следующие суждения о способах получения алкинов?
- А. В основе промышленного способа получения ацетиlena лежит термическое разложение метана.
- Б. Общим лабораторным способом получения алкинов является взаимодействие дигалогенпроизводных углеводородов со спиртовым раствором щелочи.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) оба утверждения неверны
  - 4) верны оба утверждения
4. Веществами  $X$  и  $Y$  в схеме превращений  
 $\text{карбид кальция} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} X \xrightarrow{+2\text{HCl}} Y$  являются
- 1)  $X$  — ацетилен,  $Y$  — 1,1-дихлорэтан
  - 2)  $X$  — метан,  $Y$  — дихлорметан
  - 3)  $X$  — этилен,  $Y$  — 1,2-дихлорэтан
  - 4)  $X$  — ацетилен,  $Y$  — 1,2-дихлорэтилен
5. Веществами  $X$  и  $Y$  в схеме превращений  
 $\text{карбид алюминия} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} X \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} Y$  являются
- 1)  $X$  — метан,  $Y$  — этан
  - 2)  $X$  — метан,  $Y$  — ацетилен
  - 3)  $X$  — ацетилен,  $Y$  — водород
  - 4)  $X$  — ацетилен,  $Y$  — сажа
6. Веществами  $X$  и  $Y$  в цепи превращений  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{CuO}, t^0} X \xrightarrow{+\text{Ag}_2\text{O}(\text{NH}_3)} Y$  соответственно являются
- 1) этаналь, ацетат аммония

- 2) этилен, этаналь  
 3) уксусная кислота, ацетат серебра  
 4) уксусная кислота, этаналь
7. Веществами  $X$  и  $Y$  в цепи превращений  
 $\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}(\text{HgSO}_4)} X \xrightarrow{+\text{Ag}_2\text{O}(\text{NH}_3)} Y$  соответственно являются
- 1) ацетальдегид, ацетат аммония
  - 2) этанол, этан
  - 3) ацетальдегид, этилацетат
  - 4) этанол, диэтиловый эфир
8. Веществом  $X$  в цепочке превращений  
 $\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}, \text{Hg}^{2+}} X \xrightarrow{+\text{Ag}_2\text{O}, \text{NH}_3} \text{CH}_3\text{COOH}$  является
- 1) этиловый спирт
  - 2) бутадиен — 1,3
  - 3) винилацетилен
  - 4) ацетальдегид
9. Веществом  $X$  в цепочке превращений  
 $\text{C}_2\text{H}_2\text{COH} \xrightarrow{+\text{Cu}(\text{OH})_2, t} X \xrightarrow{+\text{CH}_3\text{OH}, t} \text{CH}_3\text{COOCCH}_3$  является
- 1) этиловый спирт
  - 2) диэтиловый эфир
  - 3) уксусная кислота
  - 4) бутадиен — 1,3
10. Веществом  $X$  в цепочке превращений является
- $$\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\quad} X \xrightarrow{+\text{Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$$
- 1)  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$
  - 2)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$
  - 3)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$
  - 4)  $\text{CHCl}=\text{CHCl}$
11. Веществами  $X$  и  $Y$  в цепочке превращений  
 $X \xrightarrow{t, \text{C}} \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{+\text{Y}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  соответственно являются
- 1)  $\text{CH}_4$  и  $\text{NO}_2$
  - 2)  $\text{CH}_4$  и  $\text{HNO}_3$
  - 3)  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{HNO}_3$
  - 4)  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{NO}_2$

**12.** Веществом  $X$  в схеме реакции



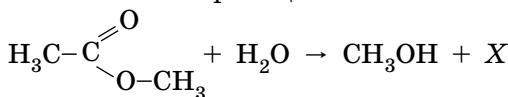
является

- 1) этилен
- 2) глицерин
- 3) этаналь
- 4) этанол

**13.** Веществом  $Y$  в цепочке превращений этилен  $\rightarrow Y \rightarrow$  уксусный альдегид является

- 1) этанол
- 2) этан
- 3) уксусная кислота
- 4) хлорэтан

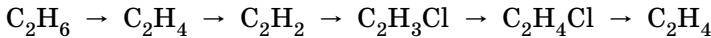
**14.** Веществом  $X$  в схеме реакции



является

- 1) этанол
- 2) муравьиная кислота
- 3) уксусная кислота
- 4) уксусный альдегид

**15.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения, укажите условия протекания:



**16.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения, укажите условия протекания:

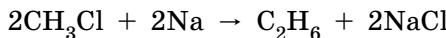


## **Раздел 4. МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ**

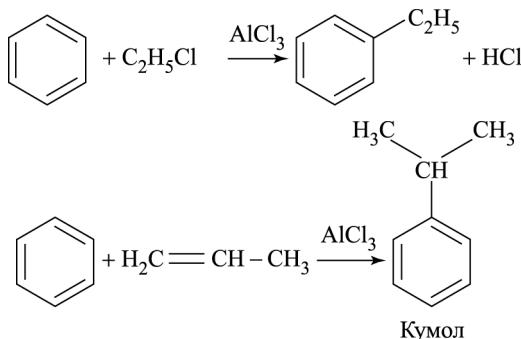
### **4.1. Реакции, лежащие в основе получения органических соединений**

#### **1. Синтезы с увеличением углеродного скелета:**

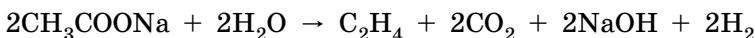
а) синтез Вюрца:



б) алкилирование аренов:

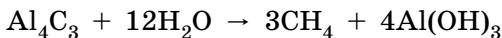


в) электролиз раствора соли карбоновой кислоты (синтез Кольбе):

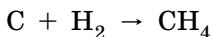


#### **2. Получение метана:**

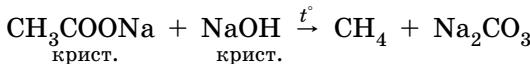
а) гидролиз карбида алюминия:



б) при нагревании до 400—500 °С при повышенном давлении в присутствии катализатора или в электрической дуге, горящей в атмосфере водорода:

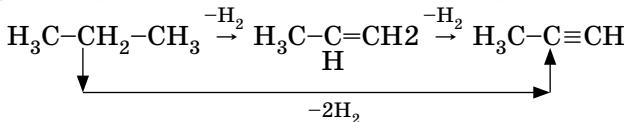


в) сплавление солей карбоновых кислот с натронной известью (гидроксидом натрия)

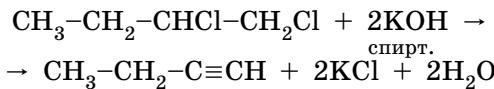
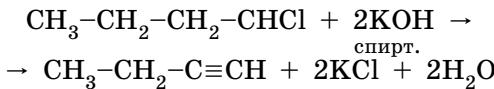
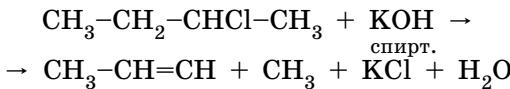
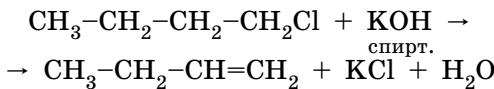


### 3. Получение алканов, алкинов и аренов:

а) дегидрирование на Ni-катализаторе



б) дегидрогалогенирование спиртовым раствором щелочи

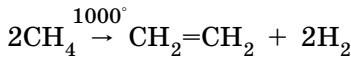
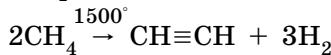


в) внутримолекулярная дегидратация спиртов

$t > 170^\circ\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.



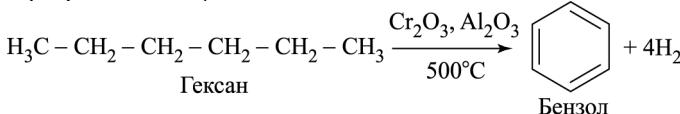
г) термическое разложение метана

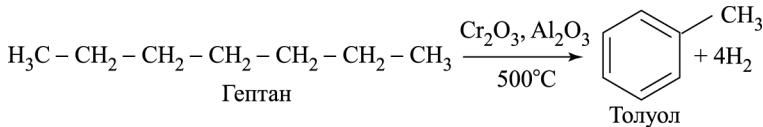


д) гидролиз карбида кальция



е) ароматизация алканов

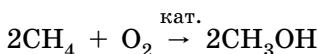


**4. Получение спиртов:**а) гидратация алkenов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.,  $t^\circ$ 

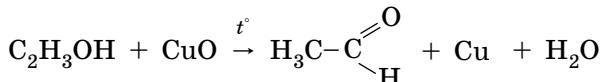
б) щелочной гидролиз Hal-производных



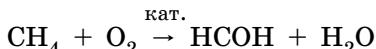
в) каталитическое окисление метана

**5. Получение альдегидов и кетонов:**

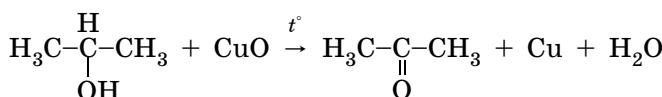
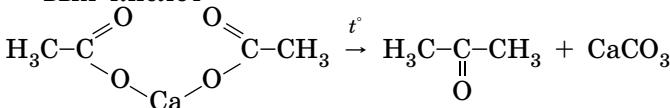
а) окисление первичных спиртов



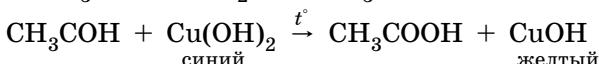
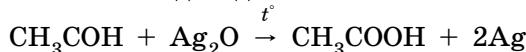
б) каталитическое окисление метана



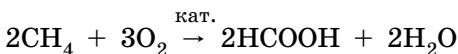
в) окисление вторичных спиртов

г) декарбоксилирование кальциевых солей карбоно-  
вых кислот**6. Получение карбоновых кислот:**

а) окисление альдегидов



б) каталитическое окисление метана

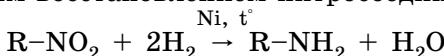


### 7. Получение аминов:

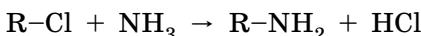
а) нитрование углеводородов концентрированной азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты, при нагревании



с последующим восстановлением нитросоединений в амины

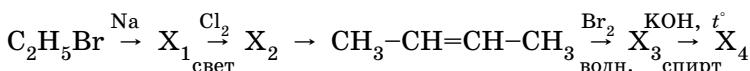


б) аминирование галогенпроизводных



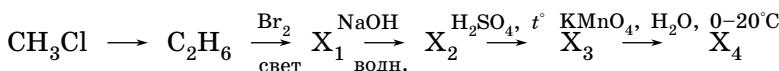
Кроме того, используют реакции, приведенные при описании химических свойств различных классов.

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



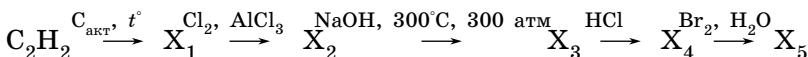
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

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



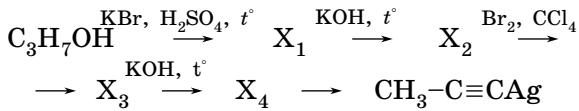
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

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



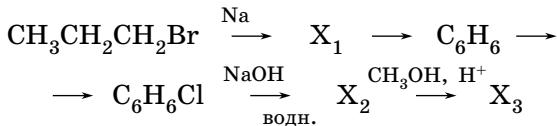
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

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



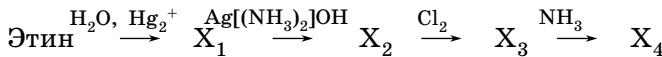
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

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



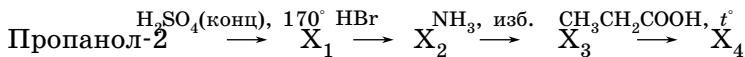
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

6. Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



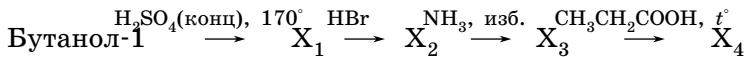
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

7. Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



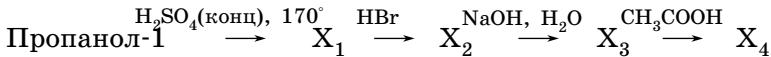
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

8. Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



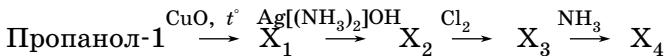
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

9. Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

10. Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



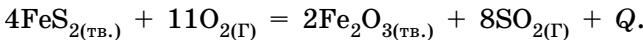
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

## 4.2. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ

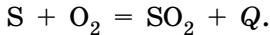
### Производство серной кислоты

Во всем мире серную кислоту получают контактным способом, который включает три стадии:

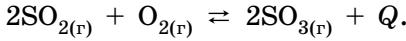
- 1) обжиг пирита, процесс необратимый и экзотермический:



В качестве сырья могут быть использованы и другие сульфидные руды ( $\text{CuS}$ ,  $\text{ZnS}$ ), а также сера:



- 2) окисление оксида серы (IV) в оксид серы (VI), процесс обратимый и экзотермический:

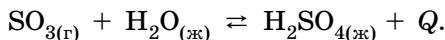


Смещению равновесия в сторону продуктов способствуют низкие температуры и высокое давление. Однако на практике температуру поддерживают не выше  $400^\circ\text{C}$  и используют катализатор — оксид ванадия (V)  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

- 3) поглощение оксида серы (VI).

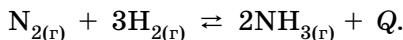
Непосредственно водой поглощение оксида серы не проводят, потому что пары серной кислоты образуют устойчивый туман. В качестве поглотителя используют 98%-ную

серную кислоту. Раствор оксида серы (VI) в серной кислоте называют «олеумом». Тем не менее в общем виде уравнение можно записать следующее:



### Производство аммиака

Современный процесс получения аммиака основан на его синтезе из азота и водорода при температурах 380—450 °C и давлении 250 атм с использованием железного катализатора:



При однократном прохождении через реактор образуется не более 15% аммиака от объема всей газовой смеси. Для увеличения выхода продукта реакции многократно пропускают газовую смесь через реактор, отделив предварительно образовавшийся аммиак.

### Промышленный синтез метанола (процесс Фишера — Тропша)

Метанол синтезируют из оксида углерода (II) и водорода на катализаторе:



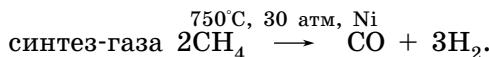
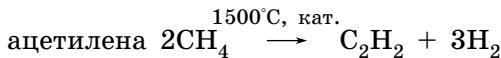
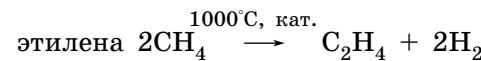
Чтобы реакция шла с достаточной скоростью, процесс ведут при температуре 250 °C. Использование катализатора (смеси CuO и ZnO) позволяет не повышать больше температуру. Поскольку реагенты и продукты (при данных условиях) находятся в газообразном состоянии и процесс идет с уменьшением числа газообразных веществ, то реакцию проводят при повышенном давлении — 7 МПа.

1. Концентрированная серная кислота используется в сернокислотном производстве на стадии
  - 1) окисления пирита до  $\text{SO}_2$
  - 2) окисления  $\text{SO}_2$  до  $\text{SO}_3$
  - 3) поглощения  $\text{SO}_2$
  - 4) поглощения  $\text{SO}_3$

2. Продуктами обжига пирита  $\text{FeS}_2$  являются
- 1)  $\text{FeO}$  и  $\text{SO}_2$
  - 2)  $\text{FeO}$  и  $\text{SO}_3$
  - 3)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{SO}_2$
  - 4)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{SO}_3$
3. В промышленности метанол получают по реакции
- 1)  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaCl}$
  - 3)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{I}$

### Природные источники углеводородов и их переработка

**А. Природный газ** — главным образом состоит из метана  $\text{CH}_4$ , который используют непосредственно в виде топлива, а также для получения:



**Б. Нефть** — сложная смесь углеводородов и других соединений. В сырье виде ее практически не используют, подвергают переработке: первичная — фракционная перегонка, вторичная — переработка фракций. В основе лежат как физические, так и химические процессы.

**Фракционная перегонка** — основана на различиях в температурах кипения углеводородов с различной массой.

Типичные фракции перегонки нефти представлены в табл. 17.

*Таблица 17*  
**Продукты фракционной перегонки нефти**

Фракция	$T_{\text{кипения}}, ^\circ\text{C}$	Число атомов С в молекуле
Газы	< 40	1—4
Бензин	40—100	4—8
Лигроин (нафта)	80—180	5—12

Фракция	$T_{\text{кипения}}, ^\circ\text{C}$	Число атомов С в молекуле
Керосин	160—250	10—16
Газойль (дизельное топливо)	230—400	14—22
Мазут: Смазочное масло и воск Битум	350—500 > > 500	20—35 > > 35

Качество бензина как моторного топлива определяется его *октановым числом*. Оно указывает процентное объемное содержание 2,2,4-триметилпентана (изооктана) в смеси с гептаном (неразветвленным углеводородом), которая обладает такими же детонационными характеристиками горения, как и испытуемый бензин. (Детонационная стойкость бензина — устойчивость к сжатию.)

Данная характеристика зависит от строения углеводородов, входящих в бензин: чем больше разветвленных, непредельных, циклических и ароматических углеводородов, тем выше детонационная стойкость бензина.

### Вторичная переработка нефтепродуктов

Поскольку качество бензина зависит от строения молекул углеводородов, то процессы вторичной переработки направлены на изменение структуры углеводородов, входящих в состав бензиновой фракции. Для этого используют:

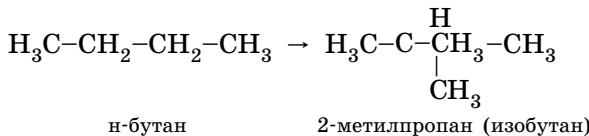
а) крекинг — процесс расщепления крупных молекул на более мелкие с образованием алканов и алкенов и их изомеризация. В зависимости от условий проведения крекинг подразделяют на термический и каталитический (см. табл. 18).

Таблица 18  
Виды крекинга

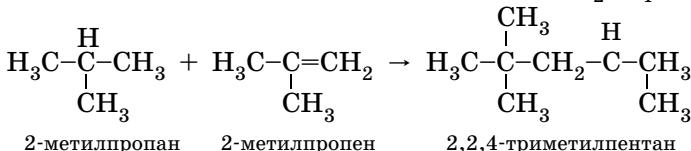
Вид крекинга	Термический крекинг	Кatalитический крекинг
Условия проведения процесса	550—650 °C для изомеризации — давление 20—50 атм	450—550 °C катализатор — смесь кремнезема и глинозема

б) риформинг — изменение структуры молекул (разветвление, циклизация) или их объединение в более крупные. Процессы риформинга подразделяют на 3 типа:

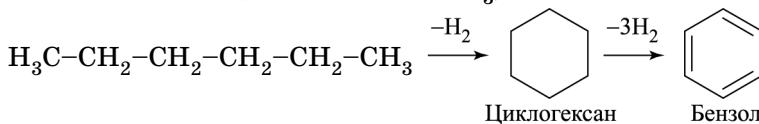
— изомеризация (100 °C, катализатор — AlCl<sub>3</sub>)



— алкилирование (25 °С, катализатор —  $H_2SO_4$  конц.)



— циклизация и ароматизация или платформинг (500 °C, катализатор — Pt или MoO<sub>3</sub>)



4. Природными сырьем для получения ароматических углеводородов являются

  - 1) нефть и попутный нефтяной газ
  - 2) природный газ и каменный уголь
  - 3) нефть и природный газ
  - 4) нефть и каменный уголь

5. Наиболее экологически чистым топливом является

  - 1) водород
  - 2) нефть
  - 3) каменный уголь
  - 4) природный газ

6. Сырье для промышленного получения ацетилена

  - 1) целлюлоза
  - 2) нефть
  - 3) углекислый газ
  - 4) природный газ

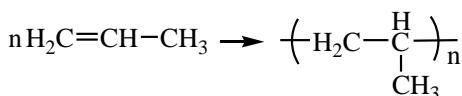
7. Группа углеводородов, входящих в состав попутных газов
- 1) метан, бензол, циклогексан, октан
  - 2) метан, этен, циклопентан, бутан
  - 3) метан, этан, ацетилен, гексан
  - 4) метан, этан, пропан, бутан
8. Природными источниками углеводородов являются
- 1) нефть и природный газ
  - 2) каменный уголь и вода
  - 3) целлюлоза и болотный газ
  - 4) жиры и белки
9. Сырьем для производства бензола служит
- 1) природный газ
  - 2) нефтяной попутный газ
  - 3) каменный уголь
  - 4) нефть

**Основные методы синтеза  
высокомолекулярных соединений (пластмасс,  
синтетических каучуков, волокон)**

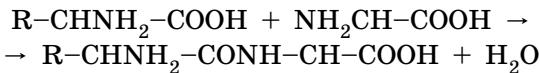
Высокомолекулярные соединения (ВМС) — вещества с высокой молекулярной массой. Большинство из них относится к *полимерам* — веществам, содержащим в молекуле повторяющиеся группы атомов (звенья).

**Мономеры** — вещества, из которых получают полимеры. Повторяющиеся группы атомов — *структурные звенья*. Число повторяющихся структурных звеньев — *степень полимеризации*. Степень полимеризации не является постоянной величиной, зависит от условий протекания процесса.

**Реакции, лежащие в основе получения полимеров:**  
а) *полимеризация* — процесс взаимодействия мономеров без выделения низкомолекулярных продуктов:



б) **поликонденсация** — процесс взаимодействия мономеров с выделением низкомолекулярных продуктов:



**Пластмассы** — материалы на основе природных или синтетических полимеров, способные приобретать заданную форму при нагревании под давлением и устойчиво сохранять ее после охлаждения. В зависимости от характера превращений, происходящих с полимером при формировании, их делят на *термопласти* (термопластические) и *реактопласти* (термореактивные).

Термопласти при повышении температуры размягчаются и расплавляются без разрушения структуры, поэтому могут быть использованы многократно. К ним относятся полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол.

Реактопласти при повышении температуры не размягчаются и не плавятся. Получают их на основе фенолформальдегидной смолы, поэтому их называют *фенопласти*.

**Синтетические каучуки (СК)** — эластичные полимеры, которые могут быть переработаны в резину. Процесс переработки каучуков в резину называют *вулканизацией*.

Получают СК полимеризацией диеновых углеводородов:

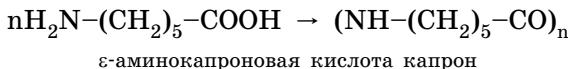


Процесс вулканизации протекает при нагревании СК с серой и характеризуется образованием трехмерной структуры (за счет дисульфидных мостиков между параллельными молекулами полимера), придающей изделиям большую упругость и стойкость к истиранию.

Вулканизированный каучук называется *резиной*.

**Волокна** по происхождению подразделяются на природные (растительные — хлопок, лен, и животные — шерсть, шелк) и химические (искусственные — изготавливаемые путем химической обработки природных волокнистых материалов, синтетические — получаемые из низкомолекулярных продуктов).

Волокна получают реакцией поликонденсации:



- 10.** Для получения синтетического каучука можно использовать вещество, формула которого
- 1)  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$       3)  $CH_3-CH=CH-CH_3$   
 2)  $CH_2=CH-CH_2-CH_3$       4)  $CH_2=CH-CH=CH_2$
- 11.** Исходным сырьем для получения ацетатного волокна является
- 1) ацетат натрия      3) стирол  
 2) целлюлоза      4) метилметакрилат
- 12.** Установите соответствие между высокомолекулярными соединениями и мономерами, используемыми для их получения.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	МОНОМЕРЫ
A) капрон Б) каучук В) лавсан Г) нитрон	1) этиленгликоль и терефталевая кислота 2) $\varepsilon$ -аминокапроновая кислота 3) акрилонитрил 4) дивинил и изопрен 5) стирол

Ответ:

A	Б	В	Г

- 13.** В основе получения маргарина лежит реакция
- 1) щелочного гидролиза сложных эфиров высших жирных карбоновых кислот

- 2) кислотного гидролиза сложных эфиров высших жирных карбоновых кислот
- 3) гидролиза натриевых солей высших жирных карбоновых кислот
- 4) гидрирования сложных эфиров высших жирных карбоновых кислот

**14.** Синтетический каучук получают из бутадиена-1,3 реакцией

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1) изомеризации   | 3) полимеризации   |
| 2) гидрогенизации | 4) поликонденсации |

### 4.3. Экспериментальные основы химии

Качественные реакции используют для распознавания органических и неорганических веществ (см. таблицу 19).

Таблица 19

#### Качественные реакции неорганических и органических веществ

Ионы, вещества	Условия реакции, реагенты	Признаки реакции, ионные уравнения
$\text{H}^+$	лакмус метиловый оранжевый	красный цвет раствора розовый цвет раствора
$\text{NH}_4^+$	$\text{OH}^-$ , $t^\circ$	выделение газа с резким запахом $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
$\text{Ag}^+$	$\text{Cl}^-$	белый творожистый осадок $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$
$\text{Na}^+$	пламя	желтое окрашивание
$\text{K}^+$	пламя	фиолетовое окрашивание
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{CO}_3^{2-}$	белый осадок $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3\downarrow$

Ионы, вещества	Условия реакции, реагенты	Признаки реакции, ионные уравнения
$\text{Ba}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	белый мелкокристаллический осадок $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{OH}^-$	синий осадок $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
$\text{Fe}^{2+}$	$\text{OH}^-$  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ красная кровяная соль	зеленоватый осадок $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ синий осадок (турбулева синь) $3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow$
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{OH}^-$  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ желтая кровяная соль  $\text{NH}_4\text{SCN}$ роданид аммония	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ бурый осадок $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \downarrow$ темно-синий осадок (берлинская лазурь) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_6$ кроваво-красный раствор
$\text{Al}^{3+}$	$\text{OH}^-$	белый студенистый осадок, растворяющийся в избытке щелочи $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
$\text{Cl}^-$	$\text{Ag}^+$	белый творожистый осадок $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
$\text{Br}^-$	$\text{Ag}^+$	желтоватый творожистый осадок $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr} \downarrow$
$\text{I}^-$	$\text{Ag}^+$	желтый творожистый осадок $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$

Ионы, вещества	Условия реакции, реагенты	Признаки реакции, ионные уравнения
$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$	белый мелкокристаллический осадок $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
$\text{NO}_3^-$	$\text{Cu} + \text{HNO}_3$ конц. $t^\circ$	бурый газ $\text{Cu} + \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Ag}^+$	ярко-желтый осадок $3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} = \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$
$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$	желтый осадок $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{Ba CrO}_4 \downarrow$
$\text{S}^{2-}$	$\text{Cu}^{2+}$	черный осадок $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$
$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}^+$	выделение газа $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
$\text{OH}^-$	лакмус фенолфталеин метиловый оранжевый	синий цвет раствора малиновый цвет раствора желтый цвет раствора
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	раствор $\text{KMnO}_4$ , $\text{H}_2\text{O}$	обесцвечивание раствора $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + [\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$
	$\text{Br}_2$ <i>aq</i>	обесцвечивание раствора $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CuO}$ , $t$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COH} + \text{Cu}$
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ глицерин	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$	ярко-синий р-р $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{OH}(\text{O}_2\text{Cu}) + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ фенол	$\text{Br}_2$ <i>aq</i>	белый осадок $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} \downarrow + 3\text{HBr}$

Ионы, вещества	Условия реакции, реагенты	Признаки реакции, ионные уравнения
	раствор $\text{FeCl}_3$	раствор фиолетового цвета
$\text{HCOH}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow, t^\circ$	красный осадок $2\text{HCOH} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow \rightarrow 2\text{HCOOH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
	$\text{Ag}_2\text{O}, t^\circ$	серебряный налет $\text{HCOH} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + 2\text{Ag} \downarrow$
$\text{CH}_3\text{COOH}$	лакмус	раствор красного цвета
	раствор $\text{FeCl}_3$	раствор красного цвета
	раствор $\text{Na}_2\text{CO}_3$	выделение газа $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
$\text{HCO OH}$	лакмус	раствор красного цвета
	раствор $\text{KMnO}_4, \text{H}^+$	обесцвечивание раствора, выделения газа $\text{HCOOH} + [\text{O}] \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
	раствор $\text{Na}_2\text{CO}_3$	выделение газа $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CO OH}$	$\text{Br}_2 \text{aq}$	обесцвечивание раствора $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{Br}_2\text{COOH}$
	раствор $\text{KMnO}_4$	обесцвечивание раствора
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{ONa}$ раствор мыла	$\text{H}^+$	белые хлопья $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{ONa} + \text{H}^+ \rightarrow \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{OH} \downarrow + \text{Na}^+$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$	ярко-синий раствор, при нагревании $\rightarrow$ красный осадок
	$\text{Ag}_2\text{O}, t$	серебряный налет

Ионы, вещества	Условия реакции, реагенты	Признаки реакции, ионные уравнения
$(C_6H_{10}O_5)_n$ крахмал	раствор $I_2$ в KI (раствор Люголя)	раствор темно-синего цвета
$C_6H_5NH_2$ анилин	$Br_2 \text{ aq}$	белый осадок $C_6H_5NH_2 + 3Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3NH_2 \downarrow + 3HBr$
белок яичный (раствор)	HNO <sub>3</sub>	осадок желтого цвета (ксантопротеиновая реакция)
	$Cu(OH)_2 \downarrow$	раствор фиолетового цвета (биуретовая реакция)

- При нагревании вещества А с гидроксидом меди (II) осадок синего цвета постепенно окрасился в оранжевый цвет. Вещество А — это
  - этиловый спирт
  - глицерин
  - диэтиловый эфир
  - глюкоза
- Наличие в растворе сульфат-ионов можно определить с помощью раствора
  - индикатора
  - гидроксида калия
  - хлорида бария
  - соляной кислоты
- Бромную воду не обесцвечивают оба вещества пары
  - этан и этилен
  - ацетилен и этилен
  - бензол и гексан
  - бензол и этилен
- Реактивом для распознавания каждого вещества в группе: уксусная кислота, ацетальдегид, глицерин — является
  - $Ag_2O$  (аммиачный раствор)
  - лакмус
  - $CuSO_4$
  - $Cu(OH)_2$

5. Глюкозу от фруктозы можно отличить с помощью
- 1) хлорида железа (III)
  - 2) реакции «серебряного зеркала»
  - 3) раскаленной медной проволоки
  - 4) бромной воды
6. Реакция «серебряного зеркала» характерна для каждого вещества пары
- 1) муравьиная кислота и уксусная кислота
  - 2) муравьиная кислота и формальдегид
  - 3) пропионовый альдегид и пропионовая кислота
  - 4) этаналь и уксусная кислота
7. В двух пробирках находятся растворы бромида и фосфата натрия. После добавления в каждую из них раствора нитрата серебра будет наблюдаться соответственно
- 1) образование желтого осадка в обеих пробирках
  - 2) отсутствие изменений, образование белого осадка
  - 3) образование желтого осадка, образование белого осадка
  - 4) образование белого осадка, отсутствие изменений
8. В двух пробирках находятся растворы хлорида и карбоната натрия. После добавления в каждую из них раствора соляной кислоты будет наблюдаться соответственно
- 1) образование белого осадка, выделение газа
  - 2) отсутствие изменений, выделение газа
  - 3) выделение газа, образование белого осадка
  - 4) выделение газа, отсутствие изменений
9. Верны ли следующие суждения об индикаторах?
- А. Фенолфталеин изменяет цвет в растворе кислот.
- Б. Лакмус можно использовать для обнаружения как кислот, так и щелочей.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны

- 10.** Раствор перманганата калия можно использовать для обнаружения
- 1) циклогексана
  - 2) дихлорэтана
  - 3) гексана
  - 4) этилена
- 11.** Этилен в сосуде можно обнаружить с помощью
- 1) раствора перманганата калия
  - 2) раствора гидроксида натрия
  - 3) влажной фенолфталеиновой бумажки
  - 4) раствора серной кислоты
- 12.** Качественной реакцией на многоатомные спирты является реакция с
- 1) кислородом
  - 2) хлороводородом
  - 3) гидроксидом калия
  - 4) гидроксидом меди (II)
- 13.** Реактивом для обнаружения крахмала является
- 1) гидроксид натрия
  - 2) раствор йода
  - 3) соляная кислота
  - 4) аммиачный раствор оксида серебра
- 14.** Наличие хлорид-ионов в растворе можно обнаружить с помощью
- 1) гидроксида натрия
  - 2) фенолфталеина
  - 3) нитрата серебра
  - 4) нитрата бария

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

При всем обилии расчетных задач запомнить надо всего лишь три основные формулы (все остальные выводятся из них) и одно общее правило:

- молярная масса вещества  $M = m/v$  [г/моль] — легко заметить, что массу или количество вещества можно вывести из данной формулы:

$$m = M \cdot v \text{ и } v = m/M;$$

- молярный объем газа  $V_m = V/v$  [л/моль] — объем или количество вещества отсюда находят:

$$V = 22,4 \cdot v \text{ и } v = V / 22,4, \text{ где } V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

(естественно, при н.у.);

- доля чего-либо — часть от числа, выраженная в процентах или долях единицы:

- массовая доля элемента  $\omega = m(\mathcal{E}) / M$ ;
- массовая доля растворенного вещества  $\omega = m_{\text{р.в.}} / m_{\text{р-ва}}$ ;
- объемная доля компонента в смеси  $\varphi = V_r / V_{\text{смеси}}$ ;
- выход продукта реакции  $\eta = m_{\text{пр}} / m_{\text{теор.}}$ ;
- доля примесей  $\omega = m_{\text{пр.}} / m_{\text{сырья}}$ ;
- степень диссоциации  $\alpha = N_{\text{дис}} / N_{\text{общ}}$ ;

- общее правило: прежде чем производить расчеты, надо установить молярное соотношение «участников» задачи по уравнению, затем найти количества веществ (т.е. моли) этих «участников», заданных в условии задачи. Сложность заключается только в том, чтобы сообразить, как установить связь между данными задачи и количествами веществ. Помните, что говорил ваш школьный учитель — *все задачи решаем через моли!*? Не будем объяснять почему, достаточно помнить, что это требуется при решении расчетной задачи как в части С, так и в частях А и В.

## Требования, предъявляемые к решению и оформлению расчетных задач

1. Необходимо внимательно проанализировать условия задачи:

— сделать вывод о химическом содержании задачи, написать все уравнения согласно ее условию;

— выбрать наиболее простой и рациональный способ ее решения.

2. Провести вычисления. Все вычисления должны сопровождаться четкими пояснениями.

3. Записать ответ, отвечающий условию задачи, — четко, в отведенном для этого месте.

4. При решении задач необходимо применять общепринятые обозначения.

5. При введении неизвестных ( $x, y, z$ ) должны быть даны соответствующие пояснения.

6. В расчетах должны быть указаны единицы измерений.

### Алгоритмы решения расчетных задач

*Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей:*

1) Следует воспользоваться расчетной формулой  $\omega = m_{\text{р.в.}} / m_{\text{р-ра}}$ , из которой следует  $m_{\text{р.в.}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$ . Если  $\omega$  выражена в процентах, то полученное значение раздели на 100.

*Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях:*

1) составить уравнение, определить молярное соотношение газов;  
2) учитывая, что по следствию из закона Авогадро объемы реагирующих и образующихся газов относятся, как небольшие целые числа, равные их коэффициентам, стоящим в уравнении реакции, рассчитать объем газа, требующегося по условию задачи.

*Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества из участвующих в реакции:*

1) составить уравнение реакции, определить молярное соотношение данного и искомого веществ;

- 2) из данных задачи и молярного соотношения найти для искомого его количество вещества;
- 3) по расчетным формулам найти массу или объем.

*Расчеты теплового эффекта реакции:*

- 1) составить уравнение реакции, определить соотношение между количеством вещества реагента (или продукта) и величиной теплового эффекта;
- 2) рассчитать искомую величину.

*Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ имеет примеси:*

- 1) составить уравнение реакции, определить молярное соотношение веществ;
- 2) если исходное вещество имеет примеси, то найти массу (объем) чистого вещества, затем — его количество;
- 3) из молярного соотношения найти количество вещества искомого продукта;
- 4) рассчитать искомую величину (массу или объем).

*Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества:*

- 1) составить уравнение реакции, найти молярное соотношение веществ;
- 2) по расчетной формуле найти массу растворенного вещества, затем его количество;
- 3) по молярному соотношению найти количество искомого вещества;
- 4) по расчетной формуле найти массу или объем.

*Задачи «на избыток» — даны массы (объемы, количества веществ) всех реагентов:*

- 1) составить уравнение реакции, найти молярное соотношение веществ;
- 2) рассчитать количества всех веществ, которые заданы в условии;
- 3) сравнить полученное молярное соотношение с найденным в п. 1;
- 4) определить, какого вещества дано больше, чем требуется по уравнению — оно в избытке и для дальнейших расчетов его не используют;

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>5) по молярному соотношению найти количество искомого вещества;</li><li>6) по расчетной формуле найти массу или объем.</li></ul> |
|--|

*Нахождение молекулярной формулы вещества по продуктам сгорания:*

- 1) из условия задачи найти массы элементов, входящих в состав данного вещества;
- 2) найти минимальное целое соотношение числа атомов элементов;
- 3) составить простейшую формулу вещества и рассчитать ее молярную массу;
- 4) по данным условия найти истинную молярную массу искомого вещества и сравнить ее с рассчитанной в п. 3;
- 5) определить истинную молекулярную формулу.

*Нахождение молекулярной формулы вещества по массам реагентов и продуктов реакции:*

- 1) составить уравнение реакции, используя общие формулы органических веществ (т.н. брутто-формулы);
- 2) найти количество вещества искомого органического вещества по известному неорганическому веществу и рассчитать его молярную массу;
- 3) рассчитать число атомов углерода по общей формуле органического вещества и составить его формулу.

## **Приложение 2. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

При выполнении задания С3 требуется составить уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить предложенную цепочку превращений. Из формулировки задания следует, что написание схем вместо уравнений экспертами не принимается как правильный ответ. Для успешного выполнения задания требуется овладеть навыком составления окислительно-восстановительных реакций, в которых участвуют органические вещества.

Поскольку продукты реакции зависят от условий, в которых данная реакция протекает, то следует это помнить

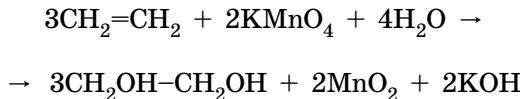
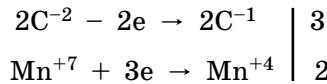
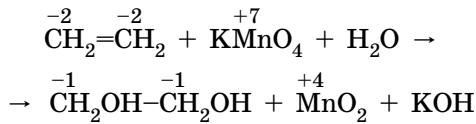
и при определении продуктов превращений обращать внимание на указанные условия.

Например, окисление алканов и алкинов может протекать как с разрывом только  $\pi$ -связи, так и с разрывом и  $\pi$ -, и  $\sigma$ -связей одновременно (см. таблицы 20 и 21).

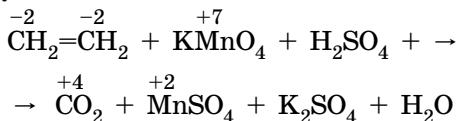
*Таблица 20*  
**Окисление алканов**

Условия ре-акции	«Мягкое» окисление	«Жесткое» окисление	
	водная сре-да ( $H_2O$ )	кислая сре-да ( $H_2SO_4$ )	щелочная сре-да ( $NaOH$ )
Характер взаимодействия	с разрывом только $\pi$ -связи	с разрывом и $\pi$ -, и $\sigma$ -связей	
Продукты реакции	Гликоли (двухватомные спирты)	Карбоновые кислоты (карбоновая кислота + $CO_2$ )	Соли карбоновых кислот (соль карбоновой кислоты + $NaHCO_3$ )

**Пример 1.**



**Пример 2.**



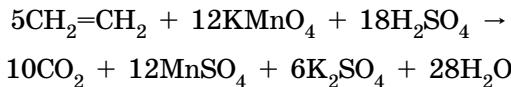
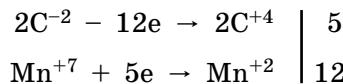
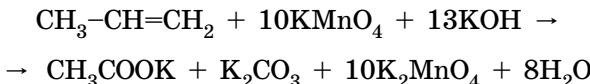
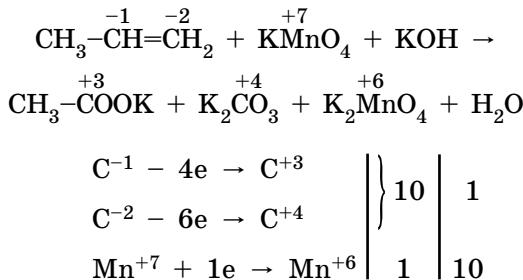
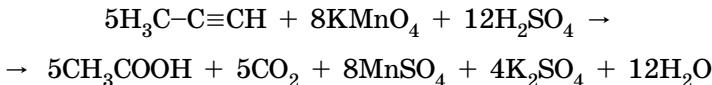
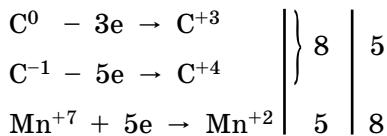
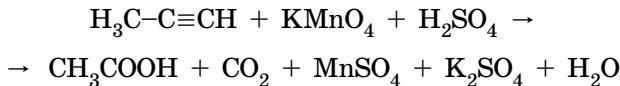
**Пример 3.**

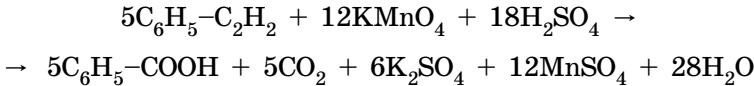
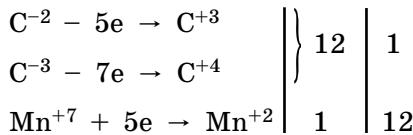
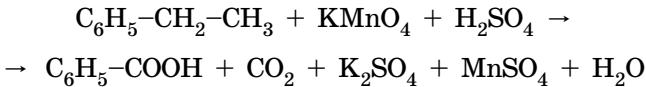
Таблица 21

**Окисление алкинов**

Условия ре-акции	«Мягкое» окисление	«Жесткое» окисление	
	Водная (слабощелочная) среда ( $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{KOH}$ )	кислая среда ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	щелочная среда ( $\text{NaOH}$ )
Характер взаимодействия	с разрывом только $\pi$ -связи	с разрывом и $\pi$ -, и $\sigma$ -связей	
Продукты реакции	Оксалат (соль щавелевой кислоты)	Карбоновые кислоты (карбоновая кислота + $\text{CO}_2$ )	Соли карбоновых кислот (соль карбоновой кислоты + $\text{NaHCO}_3$ )

**Пример 4.**

Гомологи бензола, вне зависимости от состава углеводородного радикала, окисляются в кислой среде с образованием бензойной кислоты и, если число атомов углерода в радикале больше 1, углекислого газа. В нейтральной среде продуктами окисления являются соль бензойной кислоты (бензоата) и, если число атомов углерода в радикале больше 1, гидрокарбонат или карбонат (слюи угольной кислоты).

**Пример 5.**

## **ОТВЕТЫ**

### **Раздел 1. Теоретические основы химии**

#### **1.1. Современные представления о строении атомов**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	9	26	17	2
2	4	10	12	18	4
3	3	11	40	19	3
4	3	12	2	20	3214
5	4	13	4	21	6342
6	4	14	4	22	2413
7	3	15	1	23	4513
8	1	16	2	24	2134

#### **1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	8	4	15	1
2	2	9	4	16	4
3	1	10	3	17	3
4	2	11	4	18	2431
5	3	12	3	19	5312
6	564231	13	2	20	3242
7	641532	14	1		

### 1.3. Химическая связь и строение вещества

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	13	4	25	3132
2	2	14	2341	26	6153
3	2	15	4321	27	5124
4	3	16	3214	28	356
5	3	17	4232	29	2
6	2	18	4312	30	3
7	126	19	1	31	4
8	124	20	3241	32	3
9	3142	21	6314	33	3
10	2313	22	126	34	3
11	3	23	2	35	1432
12	2	24	2		

### 1.4. Химическая реакция

#### 1.4.1. Классификация химических реакций

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	8	3	15	14
2	3	9	4	16	356
3	1	10	1	17	246
4	3	11	1	18	4512
5	4	12	1	19	4253
6	1	13	136	20	2531
7	2	14	346		

**21.** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

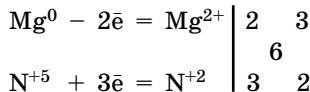
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) составлено уравнение реакции:



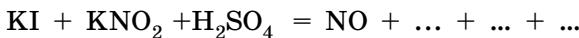
2) составлен электронный баланс



3) указано, что  $\text{Mg}^0$  является восстановителем, а  $\text{N}^{+5}$  является окислителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**22.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



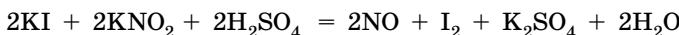
Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

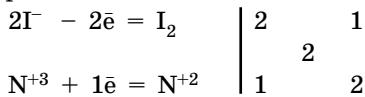
1) составлено уравнение реакции:



**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

- 2) составлен электронный баланс



- 3) указано, что
- $\text{I}^-$
- является восстановителем, а
- $\text{N}^{+3}$
- является окислителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**23.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



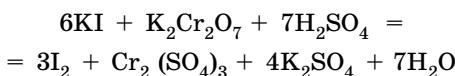
Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

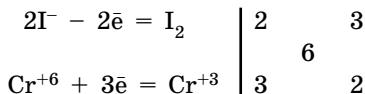
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1) составлено уравнение реакции:



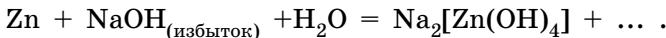
- 2) составлен электронный баланс



- 3) указано, что
- $\text{I}^-$
- является восстановителем, а
- $\text{Cr}^{+6}$
- является окислителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**24.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Элементы ответа:	
1) составлено уравнение реакции:	
$\text{Zn} + 2\text{NaOH}_{(\text{избыток})} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$	
2) составлен электронный баланс	
$\begin{array}{rcl} \text{Zn}^0 - 2\bar{e} = \text{Zn}^{+2} & \left  \begin{array}{ccc} 2 & & 1 \\ & 2 & \\ \end{array} \right. \\ \text{2H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2^0 & \left  \begin{array}{ccc} & 2 & \\ 2 & & 1 \end{array} \right. \end{array}$	
3) указано, что $\text{Zn}^0$ является восстановителем, а $\text{H}^+$ является окислителем	
<i>Максимальный балл</i>	3

**25.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



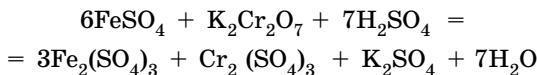
Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

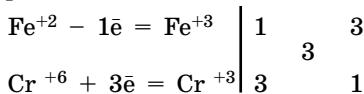
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1) составлено уравнение реакции:



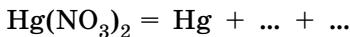
- 2) составлен электронный баланс



- 3) указано, что  $\text{Fe}^{+2}$  является восстановителем, а  $\text{Cr}^{+6}$  является окислителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**26.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

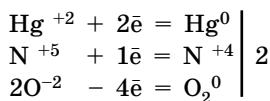
- 1) составлено уравнение реакции:



**Содержание верного ответа**

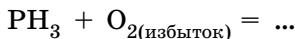
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

2) составлен электронный баланс

3) указано, что  $\text{Hg}^{+2}$  и  $\text{N}^{+5}$  являются окислителями, а  $\text{O}^{-2}$  является восстановителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**27.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

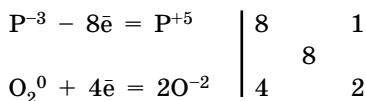
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) составлено уравнение реакции:

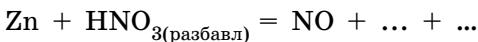


2) составлен электронный баланс

3) указано, что  $\text{P}^{-3}$  является восстановителем, а  $\text{O}_2^0$  является окислителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**28.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Элементы ответа:	
1) составлено уравнение реакции:	
$3\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NO} + 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	
2) составлен электронный баланс	
$\begin{array}{rcl} \text{Zn}^0 - 2\bar{e} & = & \text{Zn}^{2+} \\ &   & \\ & 2 & 3 \\ & 6 & \\ \text{N}^{+5} + 3\bar{e} & = & \text{N}^{+2} \\ &   & \\ & 3 & 2 \end{array}$	
3) указано, что $\text{Zn}^0$ является восстановителем, а $\text{N}^{+5}$ является окислителем	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**29.** Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.



Определите окислитель и восстановитель.

**Содержание верного ответа**

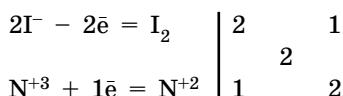
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) составлено уравнение реакции:



2) составлен электронный баланс



3) указано, что  $\text{I}^-$  является восстановителем, а  $\text{N}^{+3}$  является окислителем

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**1.4.2. Тепловой эффект химической реакции. Сохранение и превращение энергии при химических реакциях**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	2	<b>4</b>	60
<b>2</b>	1	<b>5</b>	1410
<b>3</b>	1	<b>6</b>	50

**1.4.3. Механизмы реакций замещения и присоединения в органической химии. Правило Марковникова**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	1	<b>3</b>	1
<b>2</b>	2	<b>4</b>	1

**1.4.4. Понятие о скорости химической реакции. Факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	1	<b>7</b>	3
<b>2</b>	4	<b>8</b>	2
<b>3</b>	4	<b>9</b>	2
<b>4</b>	4	<b>10</b>	1
<b>5</b>	2	<b>11</b>	4
<b>6</b>	2	<b>12</b>	1

**1.4.5. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие и условия его смещения**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	4	<b>7</b>	1
<b>2</b>	3	<b>8</b>	3
<b>3</b>	4	<b>9</b>	2
<b>4</b>	1	<b>10</b>	4
<b>5</b>	1	<b>11</b>	1
<b>6</b>	4	<b>12</b>	3212

**1.4.6. Электролитическая диссоциация неорганических и органических кислот, щелочей, солей. Степень диссоциации**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	2	<b>6</b>	3
<b>2</b>	2	<b>7</b>	3
<b>3</b>	1	<b>8</b>	1
<b>4</b>	3	<b>9</b>	1
<b>5</b>	2		

**1.4.7. Реакции ионного обмена**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	3	<b>8</b>	1
<b>2</b>	1	<b>9</b>	1
<b>3</b>	1	<b>10</b>	1
<b>4</b>	4	<b>11</b>	1
<b>5</b>	4	<b>12</b>	342
<b>6</b>	1	<b>13</b>	3512
<b>7</b>	1		

**1.4.8. Гидролиз солей**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	4	<b>6</b>	3412
<b>2</b>	4	<b>7</b>	1322
<b>3</b>	1	<b>8</b>	15
<b>4</b>	4	<b>9</b>	246
<b>5</b>	2213		

**1.4.9. Электролиз расплавов и растворов солей**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	3	<b>10</b>	2
<b>2</b>	3	<b>11</b>	1
<b>3</b>	3	<b>12</b>	2
<b>4</b>	1	<b>13</b>	4
<b>5</b>	1	<b>14</b>	254
<b>6</b>	3	<b>15</b>	2542
<b>7</b>	4	<b>16</b>	1113
<b>8</b>	2	<b>17</b>	1362
<b>9</b>	1		

**20.** Напишите уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде, а также общее уравнение электролиза водного раствора нитрата серебра с инертными электродами.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) составлено полное уравнение реакции:	
$4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$	
2) составлено уравнение катодного процесса:	
$\text{Ag}^+ + 1\bar{e} = \text{Ag}^0 \text{ в-ие, ок-ль}$	
3) составлено уравнение анодного процесса:	
$2\text{H}_2\text{O} - 4\bar{e} = 4\text{H}^+ + \text{O}_2^0 \text{ ок-ие, в-ль}$	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Допущена ошибка в одном из элементов	2

Указания к оцениванию	Баллы
Допущена ошибка в двух элементах	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**1.4.10. Коррозия металлов  
и способы защиты от коррозии**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	2	2

**Раздел 2. Неорганическая химия**

**2.1. Классификация неорганических веществ**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	9	3
2	3	10	2
3	1	11	1343
4	3	12	6631
5	3	13	1465
6	1	14	3516
7	1	15	3213
8	1		

## 2.2. Характерные химические свойства основных классов неорганических соединений

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	16	4	31	3513
2	3	17	1	32	3552
3	1	18	1	33	2
4	25	19	34	34	3
5	245	20	156	35	4
6	36	21	256	36	3
7	1	22	3154	37	3
8	4	23	2	38	4
9	256	24	3	39	2
10	3251	25	236	40	2
11	1	26	356	41	4123
12	1	27	256	42	241
13	3	28	145	43	1236
14	3	29	135	44	15
15	2	30	34		

## 2.3. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	6	2
2	2	7	4
3	2	8	2
4	4	9	3
5	2	10	1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
11	4	14	3214
12	4	15	25
13	2356		

**16.** 16,8 л сероводорода (н.у.) пропреагировали без остатка с 221 мл 12%-го раствора едкого натра (плотность 1,131 г/мл). Определите, какое соединение образовалось в растворе, и рассчитайте его массовую долю в этом растворе.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)			
Элементы ответа:			
1) найдено молярное соотношение реагентов: $n(H_2S) = 16,8\text{л}/22,4\text{л} = 0,75 \text{ моль}$ $n(NaOH) = 0,12 \times 221 \times 1,131(\text{г})/40(\text{г/моль}) = 0,75 \text{ моль}$ $n(H_2S) : n(NaOH) = 1:1$			
2) на основании расчетов молярного соотношения реагентов составлено уравнение реакции: $H_2S + NaOH = NaHS + H_2O$			
3) найдены количество вещества и масса образовавшейся соли: по уравнению реакции $n(H_2S) : n(NaOH) : n(NaHS) = 1 : 1 : 1$ , следовательно, $n(NaHS) = 0,75 \text{ моль}$ $m(NaHS) = 0,75 \times 56 = 42(\text{г})$			
3) рассчитана масса раствора и массовая доля образовавшейся соли: $\omega(NaHS) = 42 : (221 \times 1,131 + 0,75 \times 34) = 0,1525 \text{ или } 15,25\%$			
Указания к оцениванию			
Баллы			
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы		4	
Ошибка допущена в одном из названных элементов		3	

Указания к оцениванию	Баллы
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

17. В 237,48 мл 5% -го раствора азотной кислоты (плотность 1,03 г/мл) растворили 5,4 г оксида азота (V). Расчитайте массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) составлено уравнение реакции:	
	$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$
2) найдены количество вещества и масса образовавшейся азотной кислоты:	
	по уравнению реакции $n(\text{N}_2\text{O}_5) : n(\text{HNO}_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 2 : 1$ , следовательно,
	$n(\text{HNO}_3) = 2 \times 5,4 \text{ г} : 108 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$
	$m(\text{HNO}_3) = 237 \text{ мл} \times 1,03 \text{ г/мл} \times 0,05 = 12,2 \text{ г}$
3) найдена общая масса азотной кислоты в образовавшемся растворе:	
	$m(\text{HNO}_3)_{\text{общ}} = 12,2 \text{ г} + 0,1 \text{ моль} \times 63 \text{ г/моль} = 18,5 \text{ г}$
4) рассчитана массовая доля образовавшейся кислоты:	
	$m_{(\text{исх.р-ра})} = 237 \text{ мл} \times 1,03 \text{ г/мл} = 244 \text{ г}$
	$\omega(\text{HNO}_3) = 18,5 : (244 \text{ г} + 5,4 \text{ г}) = 0,074 \text{ или } 7,4\%$
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3

Указания к оцениванию	Баллы
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**18.** В 88,0 мл 8%-го водного раствора аммиака (плотность 0,966 г/мл) растворили 3,36 л (н.у.)  $\text{NH}_3$ . Через полученный раствор пропустили хлороводород до полного взаимодействия с аммиаком. Рассчитайте массовую долю образовавшегося вещества в полученном растворе.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) найдено количество вещества аммиака в полученном растворе:

$$n(\text{NH}_3)_{\text{исходное}} = (88 \text{ г} \times 0,966 \text{ г/моль} \times 0,08) : 17 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3)_{\text{добавленное}} = 3,36 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3)_{\text{общее}} = 0,4 + 0,15 = 0,55 \text{ моль}$$

2) составлено уравнение реакции и найдено количество вещества соли:



по уравнению реакции  $n(\text{NH}_3) : n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1 : 1$ , следовательно,

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,55 \text{ моль}$$

3) рассчитана масса образовавшегося раствора:

$$\begin{aligned} m_{\text{раствора}} &= m_{\text{исх.раствора}} + m_{\text{HCl}} + m_{\text{доб.аммиака}} = \\ &= 88 \text{ г} \times 0,966 \text{ г/моль} + 0,55 \text{ моль} \times 36,5 \text{ г/моль} + \\ &\quad + 0,15 \text{ моль} \times 17 \text{ г/моль} = 107,63 \text{ г} \end{aligned}$$

4) рассчитана массовая доля образовавшейся соли:

$$\begin{aligned} \omega(\text{NH}_4\text{Cl}) &= 0,55 \text{ моль} \times 53,5 \text{ г/моль} : 107,63 \text{ г} \times 100\% = \\ &= 27,34\% \end{aligned}$$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибки допущены в двух из названных элементов	2
Ошибки допущены в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**19.** К раствору ортофосфорной кислоты объемом 200 мл и концентрацией 0,4 моль/л прилили 18,7 мл 20%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,20 г/мл). Определите массу (г) полученной соли. В ответе дайте число с точностью до целого.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) найдено молярное соотношение реагентов: $n(H_3PO_4) = 0,4 \text{ моль/л} \times 0,2 \text{ л} = 0,08 \text{ моль}$ $n(KOH) = (0,2 \times 18,7 \text{ мл} \times 1,2 \text{ г/мл}) : 56 \text{ г/моль} = 0,08 \text{ моль}$ $n(H_3PO_4) : n(KOH) = 1 : 1$	
2) составлено уравнение реакции: $H_3PO_4 + KOH = KH_2PO_4 + H_2O$	
3) найдено количество вещества соли: по уравнению реакции $n(H_3PO_4) : n(KOH) : n(KH_2PO_4) = 1 : 1 : 1$ , следовательно, $n(KH_2PO_4) = 0,08 \text{ моль}$	
4) рассчитана масса образовавшейся соли: $m(KH_2PO_4) = 0,08 \text{ моль} \times (39 + 2 + 31 + 64) \text{ г/моль} = 10,88 \text{ г или } 11 \text{ г}$	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	<b>4</b>

Указания к оцениванию	Баллы
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

**20.** К раствору ортофосфорной кислоты объемом 200 мл концентрацией 0,4 моль/л прилили 112,2 мл 20%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,20 г/мл). Определите массу (г) полученной соли. В ответе дайте число с точностью до целого.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) найдено молярное соотношение реагентов:	
$n(H_3PO_4) = 0,4 \text{ моль/л} \times 0,2 \text{ л} = 0,08 \text{ моль}$	
$n(KOH) = (0,2 \times 112,2 \text{ мл} \times 1,2 \text{ г/мл}) : 56 \text{ г/моль} = 0,48 \text{ моль}$	
$n(H_3PO_4) : n(KOH) = 1 : 6$ , т.е. гидроксид калия в избытке	
2) составлено уравнение реакции:	
$H_3PO_4 + 3KOH = K_3PO_4 + 3H_2O$	
3) найдено количество вещества соли:	
по уравнению реакции $n(H_3PO_4) : (K_3PO_4) = 1 : 1$ , следовательно,	
$n(K_3PO_4) = 0,08 \text{ моль}$	
4) рассчитана масса образовавшейся соли:	
$m(K_3PO_4) = 0,08 \text{ моль} \times (39 \times 3 + 31 + 64) \text{ г/моль} = 16,96 \text{ г или } 17 \text{ г}$	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4

Указания к оцениванию	Баллы
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

21. 27,2 г смеси карбидов кальция и алюминия обработали соляной кислотой, получили 11,2 л смеси газов (при н.у.). Определить объемную долю ацетилена в смеси.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) составлены уравнения реакций:	
	$\text{CaC}_2 + 2\text{HCl} = \text{C}_2\text{H}_2 + \text{CaCl}_2$ $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} = 3\text{CH}_4 + 4\text{AlCl}_3$
2) введены переменные и составлена система уравнений:	
	$n(\text{CaC}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_2) = x \text{ моль}; n(\text{Al}_4\text{C}_3) =$ $= y \text{ моль}; n(\text{CH}_4) = 3y \text{ моль}$ $\begin{cases} x + 3y = 0,5 \\ 64x + 144y = 27,2 \end{cases}$
3) решена система уравнений и определены количества вещества газов в смеси	
	$(64x + 144y) - 64(x + 3y) = 27,2 - 32;$ $48y = 4,8; y = 0,1, x = 0,5 - 0,3 = 0,2$ $n(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}, n(\text{CH}_4) = 0,3 \text{ моль}$
4) найдены объем и объемная доля ацетилена в смеси:	
	$V(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,2 \times 22,4 = 4,48(\text{л});$ $\phi = 4,48:11,2 = 0,4 \text{ или } 40\%$
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4

Указания к оцениванию	Баллы
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

22. В результате прокаливания 4,8 г смеси сульфата, нитрата и гидрокарбоната натрия выделился газ объемом 0,448 л (н.у.). При пропускании этого газа через избыток известковой воды выпал 1,0 г осадка. Определите массовые доли солей в исходной смеси.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) составлены уравнения всех протекающих реакций:	
	$2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$
	$2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
2) установлено, что газ, который реагирует с известковой водой — это оксид углерода (IV) и рассчитано его количество вещества, а также количество вещества гидрокарбоната натрия:	
	$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 1 / 100 = 0,01 \text{ (моль)}$
	$n(\text{NaHCO}_3) = 2n(\text{CO}_2) = 0,02 \text{ (моль)}$
3) рассчитано общее количество вещества выделившихся после прокаливания газов и рассчитаны количества вещества кислорода и нитрата натрия:	
	$n_{\text{общ}} = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ (моль)}$
	$n(\text{O}_2) = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ (моль)}$
	$n(\text{NaNO}_3) = 2n(\text{O}_2) = 0,02 \text{ (моль)}$

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
4) рассчитаны массовые доли солей в исходной смеси:	
$\omega(\text{NaNO}_3) = 0,02 \times (23 + 14 + 16 \times 3) / 24 =$ $= 1,7 / 4,8 = 0,35$ или 35%	
$\omega(\text{NaHCO}_3) = 0,02 \times (23 + 1 + 12 + 16 \times 3) / 24 =$ $1,68 / 4,8 = 0,35$ или 35%	
$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 - 2 \times 0,35 = 0,30$ или 30%	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

23. Для растворения 1,26 г сплава магния с алюминием потребовалось 40 г 19,6% -ного раствора серной кислоты. Избыток кислоты нейтрализовали 28,6 мл раствора гидрокарбоната натрия с концентрацией 1,4 моль/л. Определите массовые доли (в %) металлов в сплаве.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) составлены уравнения реакций:	
$\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$	
$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$	
$2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
2) определено количество вещества серной кислоты, вступившей в реакцию со сплавом:	
$n(\text{NaHCO}_3) = 1,4 \times 0,0286 = 0,04$ (моль)	
$n(\text{NaHCO}_3) = 0,5n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,02$ моль кислоты осталось после растворения сплава, значит, на растворение сплава потребовалось серной кислоты	

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 40 \times 0,196 : 98 = 0,02 = 0,06$  моль  
 3) введены переменные, составлена и решена система уравнений:

$$\begin{aligned} n(\text{Mg}) &= x \text{ моль}; n(\text{Al}) = y \text{ моль} \\ \begin{cases} 24x + 27y = 1,26 \\ x + 1,5y = 0,06 \end{cases} \end{aligned}$$

$$x = 0,03 \text{ моль}, y = 0,02 \text{ моль}$$

4) рассчитаны массы и массовые доли металлов в сплаве:

$$\begin{aligned} m(\text{Mg}) &= 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ г} \\ \omega(\text{Mg}) &= 0,72 : 1,26 = 0,57 \text{ или } 57\% \\ m(\text{Al}) &= 0,02 \times 27 = 0,54 \text{ г} \\ \omega(\text{Al}) &= 0,54 : 1,26 = 0,43 \text{ или } 43\% \end{aligned}$$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

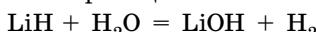
**24.** Какую массу гидрида лития нужно растворить в 100 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей гидроксида 5%?

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) составлено уравнение реакции:



2) определены молярные соотношения реагентов:

$$n(\text{LiH}) : n(\text{LiOH}) : n(\text{H}_2) = 1 : 1 : 1$$

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

- 3) введена переменная, составлено и решено соответствующее уравнение:

Пусть  $n(\text{LiH}) = x$  моль, тогда  $m(\text{LiH}) = 8x$ ,  $m(\text{LiOH}) = 24x$ ,  $m(\text{H}_2) = 2x$

$$24x : (100 + 8x - 2x) = 0,05$$

$$x = 0,211$$

- 4) рассчитана масса исходного гидрида лития:

$$m(\text{LiH}) = 0,221 \times 8 \text{ г/моль} = 1,69 \text{ (г)}$$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
Ошибка допущена в одном из названных элементов	3
Ошибка допущена в двух из названных элементов	2
Ошибка допущена в трех из названных элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

25. Напишите четыре уравнения реакции, протекающие между растворами  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{AgNO}_3$ .

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$
- $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$
- $\text{AgNO}_3 + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$   
 $(\text{AgNO}_3 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{NH}_4\text{NO}_3)$
- $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3

Указания к оцениванию	Баллы
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**26.** Напишите четыре уравнения реакции, протекающие между растворами  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cl}_2$

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Элементы ответа:	
1) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{NaOH} = 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{S}$	
2) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{S}$	
3) $3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 8\text{HNO}_3 = 6\text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{S} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	
4) $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**27.** Напишите четыре уравнения реакции, протекающие между растворами  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCl}$ .

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Элементы ответа:	
1) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
2) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$	
3) $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	
4) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3$	

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**28.** Напишите четыре уравнения реакции, протекающие между растворами  $\text{HI}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ .

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Элементы ответа:	
1) $\text{FeCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 = 3\text{AgCl} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	
2) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{HI} = 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{HCl}$	
3) $\text{AgNO}_3 + \text{HI} = \text{AgI} + \text{HNO}_3$	
4) $2\text{HI} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{I}_2$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**29.** Кристаллический перманганат калия обработали концентрированной соляной кислотой. Выделившийся газ пропустили над нагретым железом. Образовавшееся твердое

вещество растворили в воде и добавили раствор гидроксида натрия, при этом выпал осадок бурого цвета. Выпавший осадок отфильтровали и прокалили. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1)  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 5\text{Cl}_2 + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe} = 2\text{FeCl}_3$
- 3)  $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe(OH)}_3 + 3\text{NaCl}$
- 4)  $2\text{Fe(OH)}_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**30.** Магний нагрели в атмосфере азота. Образовавшееся твердое вещество растворили в соляной кислоте и на полученный раствор подействовали избытком щелочи калия при нагревании. Выделившийся газ пропустили через азотную кислоту. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1)  $3\text{Mg} + \text{N}_2 = \text{Mg}_3\text{N}_2$
- 2)  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{HCl} = 3\text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3$
- 3)  $\text{MgCl}_2 + 2\text{KOH} = \text{Mg(OH)}_2 + 2\text{KCl}$
- 4)  $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	4

31. Через раствор, образующийся в результате растворения кальция в воде, пропускают сернистый газ. При этом образуется осадок белого цвета, растворяющийся при дальнейшем пропускании газа. При добавлении к полученному раствору щелочи натрия приводит к образованию осадка. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Элементы ответа:	
1) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$	
2) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
3) $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	
4) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	4

**32.** При сжигании на воздухе простого вещества желтого цвета образуется газ с резким запахом. При пропускании этого газа через горячий раствор концентрированной азотной кислоты образуется газ бурого цвета, взаимодействие которого с раствором гидроксида натрия приводит к образованию двух солей. После обработки полученной смеси солей горячим пероксидом водорода в растворе остается только одна соль. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) $S + O_2 = SO_2$	
2) $2HNO_3 + SO_2 = H_2SO_4 + 2NO_2$	
3) $2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ $NaNO_2 + H_2O_2 = NaNO_3 + H_2O$	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

### Раздел 3. Органическая химия

#### 3.1. Теория строения органических соединений

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	4	2	7	2
2	1	5	3	8	4
3	2	6	3	9	2

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
10	2	14	2	18	3
11	1	15	3	19	1
12	3	16	1	20	2
13	2	17	4		

### 3.2. Классификация и номенклатура органических веществ

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	6	3251	11	6153
2	3	7	1423	12	1421
3	4	8	5413	13	168
4	2	9	2141	14	148
5	3	10	2135	15	26

### 3.3. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений

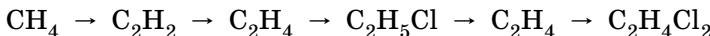
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	5	1
2	4	6	3
3	2	7	312
4	2		

### 3.4. Углеводороды

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	3	2	5	2
2	3	4	2	6	3

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
7	1	10	3	13	6124
8	1	11	124	14	235
9	1	12	431	15	346

**16.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	5

**17.** При сжигании 8,4 г органического вещества получено 26,4 г углекислого газа и 10,8 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 2,9. Определите молекулярную формулу вещества.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

**Элементы ответа:**

- 1) найдено количество вещества атомов углерода и водорода и рассчитана их масса:

$$n(C) = 26,4/44 = 0,6 \text{ (моль)}$$

$$n(H) = 2 \times 10,8/18 = 1,2 \text{ (моль)}$$

$$m = 0,6 \times 12 + 1,2 \times 1 = 8,4 \text{ (г)}$$

- 2) сделан вывод о составе органического вещества и определена его простейшая формула:

масса атомов Н и С равна массе сгоревшего органического вещества, следовательно, это углеводород соотношение числа атомов  $N_C : N_H = 0,6 : 1,2 = 1:2$  простейшая формула вещества  $C_6H_{12}$

- 3) найдена молярная масса и определена молекулярная формула вещества:

$$M = 29 \times 2,9 = 84$$

$$n = 84/14 = 6$$

молекулярная формула вещества  $C_6H_{12}$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записаны первый и второй элементы ответа	2
Правильно записан первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**18.** Неизвестный алкан массой 19,6 г способен вступить в химическую реакцию с 25,55 г хлороводорода. Определите молекулярную формулу неизвестного алкена.

**Содержание верного ответа**

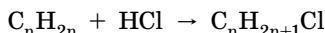
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

**Элементы ответа:**

- 1) составлена схема реакции и определено количество вещества алкена:

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)



$$n(C_nH_{2n}) = n(HCl) = 25,55/36,5 = 0,7 \text{ (моль)}$$

2) найдена молярная масса алкена формула:

$$M = 19,6/0,7 = 28 \text{ (г/моль)}$$

3) определено число атомов углерода и составлена молекулярная формула

$$n = 28/14 = 2$$

формула вещества  $C_2H_4$ 

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записаны первый и второй элементы ответа	2
Правильно записаны первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	
3	

**19.** При сжигании 25,6 г органического вещества получено 35,2 г углекислого газа и 28,8 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,1. Определите молекулярную формулу вещества.

**Содержание верного ответа**

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) найдено количество вещества атомов углерода и водорода и определено наличие атомов кислорода в веществе:

$$n(C) = 35,2/44 = 0,8; n(H) = 2 \times 28,8/18 = 3,2$$

$$0,8 \times 12 + 3,2 \times 1 = 12,8, \text{ следовательно, в веществе содержится кислород массой } 25,6 - 12,8 = 12,8 \text{ (г)}$$

2) определена простейшая формула вещества:

$$N_C : N_H : N_O = 9,6/12 : 3,2/1 : 12,8/16 = 0,8 : 3,2 : 0,8 = 1 : 4 : 1$$

Простейшая формула  $CH_4O$

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
3) Найдена молярная масса и определена молекулярная формула: $M = 29 \times 1,1 = 32$ $N = 32/(12 + 4 + 16) = 1$ Молекулярная формула вещества $\text{CH}_4\text{O}$	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записаны первый и второй элементы ответа	2
Правильно записаны первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**20.** Неизвестный алкан массой 16,8 г способен присоединить 64 г брома. Определите молекулярную формулу неизвестного алкена.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) составлена схема реакции и определено количество вещества алкена: $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Br}_2$ $n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n(\text{Br}_2) = 64/160 = 0,4$ (моль)	
2) найдена молярная масса алкена $M = 16,8/0,4 = 42$	
3) найдено число атомов углерода и определена молекулярная формула вещества: $n = 42/14 = 3$ Молекулярная формула вещества $\text{C}_3\text{H}_6$	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Правильно записаны первый и второй элементы ответа	2
Правильно записаны первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

**21.** Установите молекулярную формулу монохлоралкана, содержащего 38,38% хлора.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Элементы ответа:	
1) определена молярная масса монохлоралкана:	
$M(C_nH_{2n+1}Cl) = 35,5g \times 100\% / 38,38\% = 92,5 \text{ г}$	
2) найдена молярная масса алкильного радикала:	
$M(C_nH_{2n+1}) = 14n + 1 = 92,5 - 35,5 = 57$	
3) определено число атомов углерода и составлена молекулярная формула:	
$n = 56/14 = 4$	
Формула вещества $C_4H_9Cl$	
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

### 3.5. Спирты и фенолы

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	5	3	9	146
2	1	6	1236	10	246
3	4	7	456		
4	1	8	156		

### 3.6. Альдегиды. Карбоновые кислоты. Сложные эфиры. Жиры

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	7	3	13	1
2	2	8	4	14	2543
3	2	9	1	15	2543
4	3	10	2	16	126
5	4	11	1	17	123
6	3	12	3		

### 3.7. Углеводы

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	5	156	9	156
2	1	6	125	10	136
3	1	7	235		
4	3	8	124		

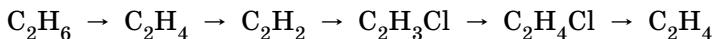
### 3.8. Амины. Аминокислоты. Белки

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	4	1	7	134
2	4	5	4	8	CH <sub>5</sub> N или CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>
3	2	6	2	9	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>

### 3.9. Взаимосвязь органических соединений

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	6	1	11	3
2	1	7	1	12	4
3	4	8	4	13	1
4	1	9	3	14	3
5	2	10	3		

**15.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения, укажите условия протекания:



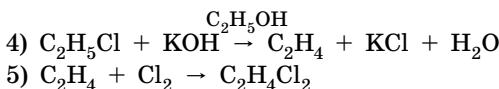
Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
Составлены уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:	

1)  $2\text{CH}_4 \xrightarrow[ кат, t^\circ ]{} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$

2)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$

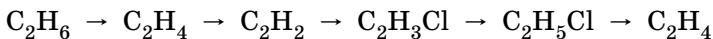
3)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

**Содержание верного ответа**  
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)



Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	5
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

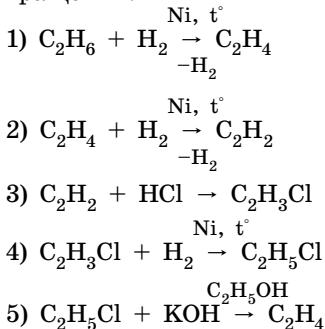
**16.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения, укажите условия протекания:



**Содержание верного ответа**  
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

Составлены уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:

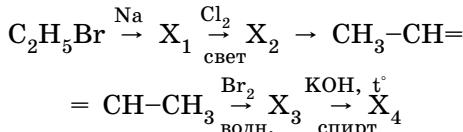


Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все приведенные выше элементы	5
Правильно записано 4 уравнения реакций	4
Правильно записано 3 уравнения реакций	3
Правильно записано 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	5

## Раздел 4. Методы познания химии. Химия и жизнь

### 4.1. Реакции, лежащие в основе получения органических соединений

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

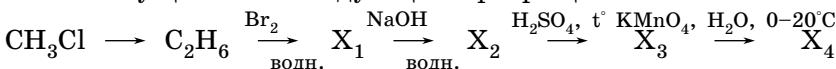


При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
Элементы ответа:	
1) $2\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + 2\text{Na} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10} + 2\text{NaBr}$	
2) $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{HCl}$	
3) $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	
4) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{CH}_3$	
5) $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{CH}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{C}-\text{CH}_3 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$	

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

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

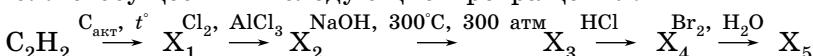


При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Элементы ответа:	
1) $2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{NaCl}$	
2) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$	
3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaBr}$	
4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$	
5) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{KOH} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CH}_2\text{OCH}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

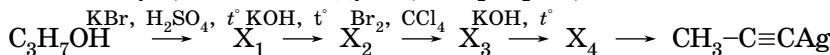
**3.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Элементы ответа:	
1) $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$	
2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$	
3) $2\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	
4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaCl}$	
5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} + 3\text{HBr}$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

**Содержание верного ответа**

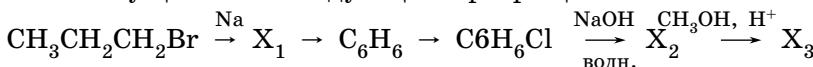
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{Br} + \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br} + \text{KOH} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$
- 4)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $2\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CAG} + \text{H}_2\text{O}$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

**Содержание верного ответа**

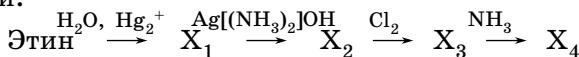
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1)  $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + 2\text{NaBr}$
- 2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

**6.** Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:

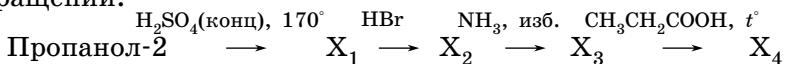


При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Элементы ответа:	
1) $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$ 2) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$ 3) $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 + 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ 5) $\text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONH}_4 + \text{HCl}$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	5
Составлено 4 уравнения реакций	4

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>5</b>

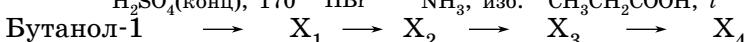
**7.** Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Элементы ответа:	
1) $\text{CH}_3\text{--CHON--CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{--CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
2) $\text{CH}_3\text{--CH=CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{--CHBr--CH}_3$	
3) $\text{CH}_3\text{--CHBr--CH}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{--CHNH}_2\text{--CH}_3 + \text{HBr}$	
4) $\text{CH}_3\text{--CHNH}_2\text{--CH}_3 + \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CONH--CH(CH}_3\text{)--CH}_3$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**8.** Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц),  $170^\circ$   $\xrightarrow{\text{HBr}}$   $\text{NH}_3$ , изб.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $t^\circ$



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

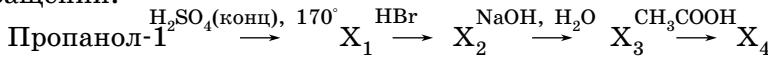
**Содержание верного ответа**  
(допускаются иные формулировки ответа,  
не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHNH}_2\text{CH}_3 + \text{HBr}$
- 4)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHNH}_2\text{CH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NHCOCCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Указания к оцениванию	Баллы
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**9.** Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

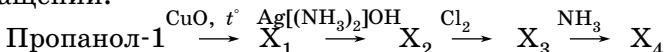
**Содержание верного ответа**  
(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

- 1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$
- 3)  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHONCH}_3 + \text{NaBr}$
- 4)  $\text{CH}_3\text{CHONCH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC(CH}_3\text{)CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**10.** Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

<b>Содержание верного ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	
<b>Указания к оцениванию</b>	<b>Баллы</b>
Элементы ответа:	
1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	
2) $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
3) $\text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{ClCOONH}_4 + \text{HCl}$	
4) $\text{CH}_2\text{ClCOONH}_4 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COONH}_4 + \text{NH}_4\text{Cl}$	
Ответ правильный и полный, включает все уравнения реакций	4
Составлено 3 уравнения реакций	3
Составлено 2 уравнения реакций	2
Составлено только 1 уравнение реакций	1
Ответ неправильный	0
<i>Максимальный балл</i>	<b>4</b>

**4.2. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	4	<b>8</b>	1
<b>2</b>	3	<b>9</b>	3
<b>3</b>	1	<b>10</b>	4
<b>4</b>	4	<b>11</b>	2
<b>5</b>	1	<b>12</b>	2431
<b>6</b>	4	<b>13</b>	4
<b>7</b>	4	<b>14</b>	3

**4.3. Экспериментальные основы химии**

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	4	<b>8</b>	2
<b>2</b>	3	<b>9</b>	2
<b>3</b>	3	<b>10</b>	4
<b>4</b>	4	<b>11</b>	1
<b>5</b>	2	<b>12</b>	4
<b>6</b>	2	<b>13</b>	2
<b>7</b>	1	<b>14</b>	3

Издание для дополнительного образования  
қосымша білім алуға арналған баспа

Для старшего школьного возраста  
мектеп жасындағы ересек балаларға арналған

ЕГЭ. СБОРНИК ЗАДАНИЙ

**Богданова Наталья Николаевна  
Васюкова Елена Юрьевна  
Оржековский Павел Александрович  
Мещерякова Людмила Михайловна**

**ЕГЭ 2015**

## **ХИМИЯ**

**Сборник заданий  
(орыс тілінде)**

Ответственный редактор *А. Жилинская*

Ведущий редактор *Т. Судакова*

Художественный редактор *Р. Фахрутдинов*

Технический редактор *Л. Зотова*

Компьютерная верстка *А. Григорьев*

Корректор *Н. Друх*

ООО «Издательство «Эксмо»  
123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел. 8 (495) 411-68-86, 8 (495) 956-39-21.  
Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru)

Өндіруші: «ЭКСМО» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.  
Тел. 8 (495) 411-68-86, 8 (495) 956-39-21  
Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru).

Тауар белгісі: «Эксмо»  
Қазақстан Республикасында дистрибутор және өнім бойынша  
арыз-талаптарды қабылдаушының  
екілі «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы к., Домбровский кеш., 3 «а», литер Б, оғис 1.  
Тел.: 8 (727) 2 51 59 89, 90, 91, 92, факс: 8 (727) 12 ви. 107; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz  
Өтімінің жараптылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы акларат сайтта: [www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)

Өндірген мемлекет: Ресей

Сертификация қарастырылмаған

Сведения о подтверждении соответствия издания  
согласно законодательству РФ о техническом регулировании  
можно получить по адресу: <http://eksmo.ru/certification/>

Подписано в печать 04.06.2014. Произведено 08.07.2014. Формат 60×90<sup>1</sup>/16.  
Гарнитура «Школьная». Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,0.  
Тираж экз. Заказ



ISBN 978-5-699-73937-0



9 785699 739370 >



# ЭФФЕКТИВНАЯ ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

# ЕГЭ 2015



## УСПЕХ НА ЕГЭ ГАРАНТИРОВАН!

НАСТОЯЩЕЕ ИЗДАНИЕ СОДЕРЖИТ:

- краткие теоретические сведения;
- более 300 заданий частей А, В и С;
- ответы и комментарии.

## ХИМИЯ

## СБОРНИК ЗАДАНИЙ

Аналогичные учебные пособия выходят по основным предметам: русскому языку, литературе, математике, истории, обществознанию, биологии, географии, физике, химии, информатике и английскому языку.

Для комплексной подготовки к ЕГЭ выходят серии:

- Сборник заданий
- Тематические тренировочные задания
- Сдаем без проблем

