

ЕДИНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ



ЭКЗАМЕН

# ЭКСПЕРТ

# ЕГЭ

# ХИМИЯ

К **НОВОЙ** ОФИЦИАЛЬНОЙ  
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ

**ПОДГОТОВКА К ЕГЭ**

- Краткий теоретический курс
- 15 типовых вариантов ЕГЭ
- Тренировочные тематические тестовые задания
- Ответы

**2016**

# ЕГЭ

**ЭКСПЕРТ В ЕГЭ**

**Ю. Н. Медведев**

**А. Э. Антошин**

**Р. А. Лидин**

# **ХИМИЯ**

**ЭКСПЕРТ В ЕГЭ**

## **ПОДГОТОВКА К ЕГЭ**

*Краткий теоретический курс*

*15 типовых вариантов ЕГЭ*

*Тренировочные тематические  
тестовые задания*

*Ответы*

*Издательство  
«ЭКЗАМЕН»  
МОСКВА, 2016*

УДК 372.8:54  
ББК 74.262.4  
М42

**Медведев Ю. Н.**

М42 ЕГЭ 2016. Химия. Эксперт в ЕГЭ / Ю. Н. Медведев, А. Э. Антошин, Р. А. Лидин. — М. : Издательство «Экзамен», 2016. — 414, [2] с. (Серия «Эксперт в ЕГЭ»)

ISBN 978-5-377-09859-1

Пособие состоит из краткого теоретического курса химии, составленного согласно кодификатору ЕГЭ, 15 типовых вариантов ЕГЭ и тренировочных тематических тестовых заданий базового, повышенного и высокого уровней сложности. Задания составлены с учетом всех требований и особенностей ЕГЭ.

В сборнике даны ответы на задания типовых вариантов ЕГЭ и тематических тестовых заданий. Приводится полное решение типового варианта.

Предназначено учащимся средних школ, слушателям подготовительных курсов, а также учителям и методистам для организации подготовки к ЕГЭ и проведения промежуточного и итогового контроля.

Приказом № 729 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

**УДК 372.8:54**  
**ББК 74.262.4**

---

Формат 60x90/16.

Гарнитура «Таймс». Бумага газетная. Уч.-изд. л. 13,78.

Усл. печ. л. 26. Тираж 5000 экз. Заказ 2730/15.

---

**ISBN 978-5-377-09859-1**

© Медведев Ю. Н., Антошин А. Э.,  
Лидин Р. А., 2016

© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2016

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	6
<b>КРАТКИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС</b>	
Основы теоретической химии .....	8
Неорганическая химия .....	18
Органическая химия.....	37
Химическая реакция.....	87
Экспериментальные основы химии .....	110
Расчеты по химическим формулам .....	116
<b>ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ</b>	
Инструкция по выполнению экзаменационной работы .....	129
Вариант 1 .....	130
Вариант 2 .....	140
Вариант 3 .....	150
Вариант 4 .....	161
Вариант 5 .....	171
Вариант 6 .....	181
Вариант 7 .....	192
Вариант 8 .....	202
Вариант 9 .....	213
Вариант 10 .....	224
Вариант 11 .....	234
Вариант 12 .....	244
Вариант 13 .....	254
Вариант 14 .....	264
Вариант 15 .....	274
<b>ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ</b>	
<b>ОБЩАЯ ХИМИЯ</b>	
1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов.....	285
2. Периодический закон и Периодическая система. Изменение радиусов атомов и химических свойств элементов по периодам и группам .....	286
3. Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь .....	287
4. Электроотрицательность и степени окисления элементов. Валентность атомов в сложных веществах .....	289

5. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Кристаллические решетки .....	291
6. Классификация химических реакций в неорганической химии .....	291
7. Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов .....	293
8. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена .....	294
9. Гидролиз солей. Среда водных растворов. Индикаторы.....	296
10. Окислительно-восстановительные реакции. Подбор коэффициентов в уравнениях реакций методом электронного баланса .....	299
11. Электролиз расплавов и растворов .....	300

### НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

12. Классификация и номенклатура неорганических веществ .....	303
13. Общая характеристика, химические свойства и способы получения натрия, калия, кальция, алюминия и их соединений. Качественные реакции .....	306
14. Общая характеристика, химические свойства и способы получения хрома, марганца, железа, меди и их соединений. Качественные реакции. Коррозия металлов.....	308
15. Общая характеристика, химические свойства и способы получения водорода, хлора, кислорода, серы и их соединений. Промышленный синтез серной кислоты. Качественные реакции.....	312
16. Общая характеристика, химические свойства и способы получения азота, фосфора, углерода, кремния и их соединений. Промышленный синтез аммиака. Качественные реакции .....	315
17. Характерные химические свойства оксидов .....	321
18. Характерные химические свойства гидроксидов .....	322
19. Характерные химические свойства солей .....	323
20. Взаимосвязь неорганических веществ .....	325

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

21. Многообразие, классификация, номенклатура и теория строения органических соединений. Гомология и изомерия углеводов.....	328
22. Строение, химические свойства и способы получения углеводородов. Механизм реакций замещения и присоединения. Качественные реакции .....	332
23. Строение, функциональные группы, химические свойства и способы получения спиртов, фенола, простых эфиров, альдегидов. Промышленное получение метанола. Качественные реакции .....	338
24. Взаимосвязь органических соединений.....	342
25. Природные источники углеводов, их переработка. Синтез высокомолекулярных соединений .....	347

## РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ

26. Объемное отношение газов и тепловой эффект в химических реакциях .....	350
27. Масса вещества по известной массовой доле и массе раствора .....	352
28. Масса вещества (объем газа) по известному количеству другого вещества в реакциях .....	354
29. Масса, объем или количество продукта по реагенту в недостатке, с примесями или в виде раствора .....	356
30. Нахождение молекулярной формулы вещества.....	358

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ .....	362
Ответы к заданиям 1–26 базового уровня части 1 .....	362
Ответы к заданиям 27–35 повышенного уровня части 1 .....	364
Решения и ответы к заданиям части 2 .....	365
РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ТИПОВОГО ВАРИАНТА ЕГЭ .....	378
ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	
Общая химия.....	405
Неорганическая химия .....	407
Органическая химия.....	410
Расчетные задачи.....	412

## Предисловие

### *Уважаемые выпускники и абитуриенты!*

Настоящее учебное пособие предназначено для подготовки к сдаче Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по химии, который является как выпускным экзаменом за курс средней школы, так и вступительным экзаменом в вуз.

В начале пособия помещен краткий теоретический курс химии, составленный согласно кодификатору ЕГЭ (автор А.Э. Антошин). Затем следуют 15 типовых вариантов ЕГЭ (варианты 1–10 составлены Ю.Н. Медведевым, варианты 11–15 — А.Э. Антошиным). Задания вариантов по форме и содержанию приближены к демоверсии ЕГЭ и не выходят за рамки содержания курса химии, нормативно определенного следующими документами:

1) Обязательным минимумом содержания основного общего образования по химии (приказ Минобразования № 1236 от 19.05.1998 г.),

2) Обязательным минимумом содержания среднего (полного) общего образования по химии (приказ Минобразования № 56 от 30.06.1999 г.),

3) Федеральным компонентом государственного стандарта общего образования. Химия (приказ Минобразования № 1089 от 05.03.2004 г.).

Уровень предъявления содержания учебного материала в заданиях соотнесен с требованиями государственного стандарта к подготовке выпускников средней (полной) школы по химии.

В контрольных измерительных материалах Единого государственного экзамена используются задания трех типов:

— задания базового уровня сложности с кратким ответом (часть 1),

— задания повышенного уровня сложности с кратким ответом (часть 1),

— задания высокого уровня сложности с развернутым ответом (часть 2).

К каждому заданию первого типа (задания 1–26) предложены 4 варианта ответа, из которых только один верный. Задание считается выполненным верно, если экзаменуемый указал один верный ответ.

В заданиях второго типа (задания 27–35) в ответе требуется записать число или последовательность цифр (текст решения писать не нужно).

В заданиях высокого уровня сложности (задания 36–40) требуется написать текст решения. Задания именно этого типа составляют основную часть письменной работы по химии на вступительных экзаменах в вузы.

Задания с развернутым ответом могут быть выполнены выпускниками разными способами.

Назначение типовых вариантов ЕГЭ — ознакомить читателей со структурой контрольных измерительных материалов, числом, формой и уровнем сложности заданий. Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ в соответствии с целями, которые они ставят перед собой.

Завершает пособие раздел «Тематические тестовые задания», предназначенный для тренировки в решении заданий уровней от базового к высокому (*автор Р.А. Лидин*).

В пособии даны ответы к заданиям всех типовых вариантов, приведены подробные решения заданий одного варианта и даны ответы на задания для тренировки.



# КРАТКИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

---

## Основы теоретической химии

### Современные представления о строении атомов. Изотопы.

*Химическим элементом* называют совокупность атомов, характеризующуюся определенным значением (величиной) заряда ядра. Химический элемент обозначают своим символом, у него есть свой порядковый номер, а также он характеризуется относительной атомной массой.

Важнейшая константа элемента — его порядковый номер ( $Z$ ) в Периодической системе Д.И. Менделеева. Он равен числу протонов в ядре и числу электронов в оболочке атома.

*Атомом* называют электронейтральную частицу, состоящую из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

*Абсолютной атомной массой ( $m_a$ )* называют истинную массу атома элемента.

*Атомной единицей массы (а. е. м., ( $m_u$ ))*, или *углеродной единицей*, называют  $1/12$  часть массы атома изотопа углерода с массовым числом 12. Численное значение 1 а. е. м. =  $1,667 \cdot 10^{-27}$  кг.

*Относительной атомной массой ( $A_r$ )* называют массу атома, выраженную в атомных единицах массы. Ее вычисляют по формуле:

$$A_r = m_a / m_u$$

Современные представления о строении атомов химических элементов:

1. В центре атома находится положительно заряженное ядро, которое занимает ничтожную часть пространства внутри атома.

2. Весь положительный заряд и почти вся масса атома сосредоточены в его ядре.

3. Ядра атомов состоят из протонов и нейтронов. Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента, а число нейтронов определяют по разнице между массовым числом и зарядом ядра.

4. Вокруг ядра по замкнутым орбиталиям вращаются электроны. Их число равно порядковому номеру элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева.

**Протоном** ( $p$ ) называют элементарную положительно заряженную частицу с абсолютной массой  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг и зарядом  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Относительная масса протона равна 1,00728 атомной единицы массы, а заряд составляет +1 условную единицу.

**Нейтроном** ( $n$ ) называют элементарную электронейтральную частицу, масса которой несколько больше массы протона (1,00866 а. е. м.).

**Электроном** ( $e^-$ ) называют элементарную отрицательно заряженную частицу с абсолютной массой  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, зарядом  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Масса электрона равна  $1/1836$  а. е. м., а его условный заряд  $-1$ .

Различные виды атомов имеют общее название **нуклиды**. Любые нуклиды характеризуются тремя параметрами:  $A$  — массовое число,  $Z$  — заряд ядра, равный числу протонов (порядковому номеру),  $N$  — число нейтронов в ядре. Эти параметры связаны соотношением:

$$A = Z + N.$$

**Изотопами** называют атомы одного и того же элемента, содержащие в своих ядрах одинаковое число протонов, но различное число нейтронов.

Атомно-молекулярное учение содержит следующие основные положения:

1. Многие вещества состоят из молекул; молекулы различных веществ отличаются между собой химическим составом, размерами и свойствами.

2. Молекулы состоят из атомов. Атомы имеют определенные размеры и массу. Свойства атомов одного и того же элемента одинаковы и отличаются от свойств атомов других элементов.

3. Молекулы находятся в непрерывном движении; между ними существует взаимное притяжение и отталкивание. Скорость движения молекул зависит от температуры.

4. При физических явлениях состав молекул остается неизменным, при химических — из одних молекул образуются другие.

Область пространства вокруг ядра, в которой наиболее вероятно пребывание электрона (вероятность приблизительно равна 90%), называют орбиталью.

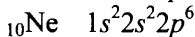
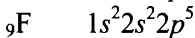
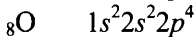
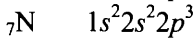
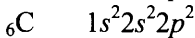
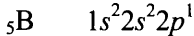
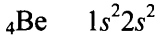
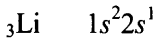
Электронные конфигурации атомов элементов можно представить в виде электронных формул.

Ниже приведены электронные формулы атомов элементов 1–4-го периодов Периодической системы:

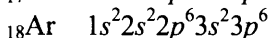
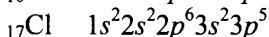
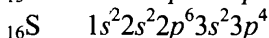
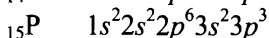
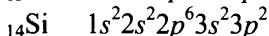
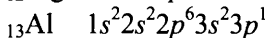
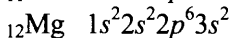
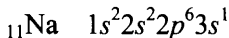
**1-й период**



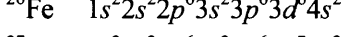
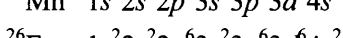
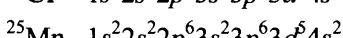
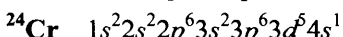
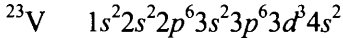
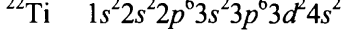
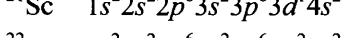
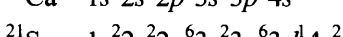
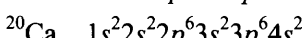
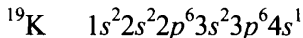
**2-й период**

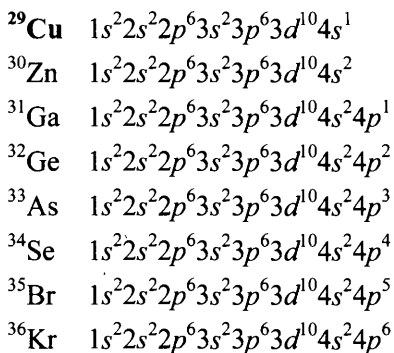


**3-й период**



**4-й период**





Обратите особое внимание на электронные формулы хрома и меди, у которых происходит «провал»  $s$ -электрона на  $d$ -подуровень.

**Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.** Существуют две формулировки Периодического закона Д.И. Менделеева: классическая, в изложении Д.И. Менделеева, и современная.

Классическая: *свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов.*

Современная: *свойства элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов (порядкового номера).*

Графическим изображением Периодического закона является Периодическая система элементов.

**Периодом** называют горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания порядковых (атомных) номеров.

**Группами** называют вертикальные ряды в периодической системе. В группах элементы объединены по признаку возможной высшей степени окисления в оксидах. Каждая группа состоит из главной и побочной подгруппы. Главные подгруппы включают в себя элементы малых периодов и одинаковые с ним по свойствам элементы больших периодов. Побочные подгруппы состоят только из элементов больших периодов.

**Металлическим атомным радиусом** называют половину кратчайшего межатомного расстояния в кристаллической структуре элемента-металла.

**Ковалентным радиусом** называют половину длины одинарной связи  $X-X$ , где  $X$  — элемент-неметалл.

Для элементов малых периодов с увеличением порядкового номера радиусы атомов (атомный и ковалентный) уменьшаются. В пределах подгруппы атомные и ковалентные радиусы с увеличением порядкового номера элемента возрастают.

Свойства простых веществ в периодах и группах закономерно изменяются: в пределах периода металлические свойства ослабевают, неметаллические — возрастают. В пределах подгруппы с увеличением порядкового номера усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические.

**Химическая связь.** Химической связью называют взаимодействие, приводящее к образованию устойчивой системы (молекулы, иона, радикала).

Образование химической связи происходит за счет валентных электронов. У *s*- и *p*- элементов валентными являются электроны внешнего слоя, для *d*- элементов — *s*-электроны внешнего слоя и *d*-электроны предвнешнего слоя.

Существует четыре основных типа химической связи: ковалентная, ионная, металлическая и водородная. Следует отметить, что в «чистом» виде перечисленные типы связей проявляются редко. В большинстве соединений имеет место наличие разных типов связей.

Ковалентной называют химическую связь, образованную за счет образования общей электронной пары.

Связь, осуществляемая парой общих электронов, в равной мере принадлежащей обоим соединяющимся атомам, называют ковалентной неполярной связью. Такая связь существует в молекулах  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ .

Таким образом, ковалентная неполярная связь возникает между одноименными атомами, а связующее их электронное облако равномерно распределено между ними.

В молекулах между двумя атомами может формироваться различное число ковалентных связей (например, одна в молекулах галогенов  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ , три — в молекуле азота  $N_2$ ).

Ковалентная полярная связь образуется между атомами с разной электроотрицательностью. При этом связывающая атомы пара элек-

тронов смещается в сторону более электроотрицательного атома, но остается связанной с обоими ядрами. Примеры соединений с ковалентной полярной связью:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$ .

О понятии электроотрицательности см. далее.

*Ионной* называют предельный случай полярной связи, при которой электронная пара полностью переходит от одного атома к другому и связанные частицы можно считать ионами.

Строго говоря, к соединениям с ионной связью можно отнести лишь соединения, для которых разность в электроотрицательности больше 3.

Однако соединений, для которых разность в электроотрицательности превышает 3, известно мало: это фториды щелочных и щелочноземельных металлов. Вместе с тем понятие «ионная связь» в химии используют гораздо шире. *Условно принято считать, что ионная связь образуется между атомами элементов, разность электроотрицательности которых составляет величину больше 1,7.* Таким образом, ионную связь можно рассматривать как частный случай ковалентной полярной связи. Примеры соединений с ионной связью:  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{Li}_3\text{N}$ .

В твердом (кристаллическом) состоянии ионные соединения состоят из упорядоченно расположенных положительных и отрицательных ионов.

*Металлической* называют особый вид связи между положительными ионами в кристаллах металлов, осуществляемой в результате притяжения электронов, свободно перемещающихся по кристаллу.

*Длиной связи* называют среднее расстояние между ядрами двух химически связанных между собой атомов.

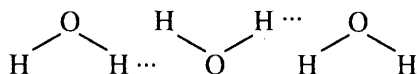
*Угол* между воображаемыми линиями, проходящими через ядра химически связанных атомов, называют **валентным**.

Количество энергии, необходимое для разрыва химической связи, когда вещество находится в газовой фазе, называют **энергией химической связи**.

Длины и энергии связи, валентные углы и другие характеристики химической связи определяют экспериментально.

*Водородной* называют химическую связь, образованную за счет сил электростатического притяжения полярных молекул, содержащих атомы наиболее электроотрицательных химических элементов — фтора, кислорода и азота.

Так, например, для молекулы воды водородная связь возникает благодаря электростатическому и донорно-акцепторному взаимодействию между атомом водорода и атомом кислорода, который ковалентно не связан с данным атомом водорода. Водородную связь обозначают тремя точками:



**Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов.** *Электроотрицательностью* называют способность атома в молекуле притягивать к себе валентные электроны, участвующие в образовании химической связи.

Электроотрицательность рассчитывается различными методами, поэтому приводимые в разных учебниках и справочниках значения электроотрицательности могут отличаться.

В таблице 1 приведена электроотрицательность некоторых химических элементов по шкале Сандерсона, а в таблице 2 — электроотрицательность элементов по шкале Полинга.

Таблица 1

Электроотрицательность атомов по Сандерсону

Период	Группа									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	H 2,1								He —	
2	Li 0,97	Be 1,47	B 2,01	C 2,50	N 3,07	O 3,50	F 4,10		Ne —	
3	Na 1,01	Mg 1,23	Al 1,47	Si 1,74	P 2,1	S 2,6	Cl 2,83		Ar —	
4	K 0,91	Ca 1,04	Sc 1,20	Ti 1,32	V 1,45	Cr 1,56	Mn 1,60	Fe 1,64	Co 1,70	Ni 1,75
	Cu 1,75	Zn 1,66	Ga 1,82	Ge 2,02	As 2,20	Se 2,48	Br 2,74	Kr —		

### Электроотрицательность элементов по шкале Полинга

						H
						2,1
Li	Be	B	C	N	O	F
1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
0,8	1,0	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
0,8	1,0	1,7	1,8	1,9	2,1	2,5

В этих таблицах значение электроотрицательности приведено под символом соответствующего элемента. Чем больше численное значение электроотрицательности атома, тем более электроотрицательным является элемент. Наиболее электроотрицательным является атом фтора, наименее электроотрицательным — атом рубидия.

В молекуле, образованной атомами двух разных химических элементов, формальный отрицательный заряд будет у атома, численное значение электроотрицательности у которого будет выше. Например, согласно шкале Полинга, в молекуле диоксида азота  $\text{NO}_2$  электроотрицательность атома азота равна 3,0, а значение электроотрицательности атома кислорода 3,5. Следовательно, отрицательный заряд будет на атоме кислорода, а положительный — на атоме азота.

Общие тенденции изменения электроотрицательности таковы: электроотрицательность элементов в периоде увеличивается, а в группе электроотрицательность в общем случае уменьшается с увеличением атомного номера элемента. Поэтому, например, сера более электроотрицательна по сравнению с фосфором и кремнием, а углерод более электроотрицателен по сравнению с кремнием.

**Степенью окисления** называют понятие, характеризующее состояние элемента в химическом соединении и его поведение в окислительно-восстановительных реакциях; численно степень окисления равна условному заряду, который можно приписать элементу, исходя из предположения, что все электроны каждой его связи перешли к более электроотрицательному атому.



Степень окисления обычно обозначают арабской цифрой (со знаком перед цифрой), расположенной над символом элемента, или справа сверху, например:  $\text{Ba}^{+2}\text{O}^{-2}$ ,  $\text{Na}_3^{+1}\text{P}^{+5}\text{O}_4^{-2}$ .

Для определения степени окисления атомов в химических соединениях руководствуются следующими правилами:

1. Степень окисления элементов в простых веществах равна нулю.

2. Алгебраическая сумма степеней окисления атомов в молекуле равна нулю.

3. Кислород в соединениях проявляет главным образом степень окисления, равную  $-2$  (во фториде кислорода  $\text{OF}_2$   $+2$ , в пероксидах металлов типа  $\text{M}_2\text{O}_2$   $-1$ ).

4. Водород в соединениях проявляет степень окисления  $+1$ , за исключением гидридов активных металлов, например, щелочных или щелочноземельных, в которых степень окисления водорода равна  $-1$ .

5. У одноатомных ионов степень окисления равна заряду иона, который записывается справа от символа. Например,  $\text{Na}^{+}$   $+1$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   $+2$ ,  $\text{Cl}^{-}$   $-1$ ,  $\text{S}^{2-}$   $-2$  и т. д.

6. В соединениях с ковалентной полярной связью степень окисления более электроотрицательного атома имеет знак минус, а менее электроотрицательного — знак плюс.

7. В органических соединениях степень окисления водорода равна  $+1$ .

Проиллюстрируем вышеприведенные правила несколькими примерами.

Пример. Определить степень окисления элементов в оксиде хрома  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Молекула  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  электронейтральна. Суммарный отрицательный заряд трех атомов кислорода составляет  $-2 \times 3 = -6$ . Чтобы уравнять этот отрицательный заряд, суммарный положительный заряд на двух атомах хрома должен быть равен  $+6$ . Следовательно, на одном атоме хрома должен быть заряд  $6/2 = +3$ .

Следует подчеркнуть, что степень окисления элемента в соединении может быть дробным числом. Такие дробные степени окисления не имеют смысла при объяснении связи в химическом соединении, но могут быть использованы для составления уравнений окислительно-восстановительных реакций.

Согласно классическому определению, **валентность** — способность атома присоединять или замещать определенное число других атомов или атомных групп с образованием химической связи.

Количественной мерой валентности атома элемента считают число атомов водорода или кислорода (данные элементы считают соответственно одно- и двухвалентными), которые элемент присоединяет, образуя гидрид формулы  $\text{ЭН}_x$ , или оксид формулы  $\text{Э}_n\text{О}_m$ .

Так, валентность атома фосфора в молекуле фосфина  $\text{PH}_3$  равна трем, а атома серы в молекуле  $\text{H}_2\text{S}$  равна двум, поскольку валентность атома водорода равна одному.

В соединениях  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$  валентности калия, кальция, хрома и углерода соответственно равны 1, 2, 3 и 4.

В электронной теории ковалентной связи считают, что *валентность атома* определяется числом его неспаренных электронов в основном или возбужденном состоянии, участвующих в образовании общих электронных пар с электронами других атомов.

Для некоторых элементов валентность является величиной постоянной. Так, щелочные металлы во всех соединениях одновалентны, щелочноземельные металлы и цинк — двухвалентны, алюминий — трехвалентен и т. д. Но большинство химических элементов проявляют переменную валентность, которая зависит от природы элемента-партнера и условий протекания процесса. Так, железо может образовывать с хлором два соединения  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ , в которых валентность железа равна соответственно 2 и 3.

**Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Зависимость свойств веществ от особенностей их кристаллической решетки.** *Кристаллической решеткой* называют регулярное расположение частиц в кристалле. Кристаллические решетки разделяют на молекулярные, атомные, ионные и металлические.

*Молекулярные* кристаллические решетки образуют молекулы, связанные друг с другом слабым ван-дер-ваальсовым взаимодействием (например, твердый водород или угольная кислота). Вещества, имеющие молекулярное строение, являются летучими, имеют низкие температуры кипения и плавления.

**Атомные** кристаллические решетки образуют электронейтральные атомы, связанные друг с другом ковалентной связью, например, алмаз, кремний. Вещества атомного строения имеют высокую твердость, а также высокие температуры плавления и кипения.

**Ионные** кристаллические решетки образуют ионы, связанные сильным ионным взаимодействием, например,  $\text{Na}^+\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+\text{Br}^-$ . Для веществ ионного строения характерны высокие температуры плавления и кипения.

**Металлические** кристаллические решетки образуют катионы металлов, между которыми за счет подвижных электронов реализуется металлический тип связи.

## Неорганическая химия

**Классификация и номенклатура неорганических веществ.** Неорганические вещества классифицируют по различным классифицирующим признакам. По химическому составу их разделяют на простые и сложные.

**Простыми** называют вещества, образованные атомами одного и того же химического элемента.

**Сложными** называют вещества, образованные атомами двух и более элементов.

Простые вещества разделяют на металлы и неметаллы.

**Металлами** называют простые вещества, обладающие характерными металлическими свойствами: высокой электро- и теплопроводностью и металлическим блеском.

Простые вещества, образованные атомами элементов-неметаллов, при нормальных условиях этими свойствами не обладают, т. е. **неметаллы** — простые вещества, которые не являются металлами.

Если в периодической таблице провести условную диагональ через бор и астат, то в главных подгруппах, расположенных справа от диагонали, будут находиться неметаллы, а в главных подгруппах слева от диагонали, побочных подгруппах и в восьмой группе (кроме инертных газов) — металлы.

**Оксидами** называют класс химических соединений, состоящий из какого-либо элемента и кислорода со степенью окисления — 2.

**Несолеобразующими**, или безразличными, называют оксиды, не проявляющие ни основные, ни кислотные свойства, например,  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $CO$ .

К **солеобразующим** относят кислотные, основные и амфотерные оксиды.

**Кислотные** оксиды образуют неметаллы и некоторые металлы в высших степенях окисления. Примеры кислотных оксидов:  $N_2O_5$ ,  $SO_2$ ,  $Cl_2O_7$ ,  $CrO_3$ ,  $Mn_2O_7$ . Кислотные оксиды реагируют с основными оксидами с образованием солей; с основаниями с образованием солей и воды или кислых солей, а также с водой, в том случае, если образующаяся в ходе такой реакции кислота растворима в воде.

**Основные** оксиды образуют металлы в низших степенях окисления, например,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $BaO$ . Основные оксиды реагируют с кислотными с образованием солей, с кислотами с образованием солей и воды, а также с водой, в том случае, если образующееся основание растворимо в воде.

**Амфотерными** называют оксиды, проявляющие как основные, так и кислотные свойства в зависимости от условий реакции и партнеров по реакции, например,  $Al_2O_3$ ,  $ZnO$ .

**Низшими** называют оксиды, в которых элемент проявляет низшую степень окисления, например,  $MnO$ .

**Высшими** называют оксиды, в которых элемент проявляет высшую степень окисления, например,  $Mn_2O_7$ .

**Основаниями** называют класс химических соединений, содержащих в своем составе одну или несколько гидроксильных групп, способных к замещению на анионы. Основания по числу гидроксильных групп классифицируют на одно-, двух- и трехкислотные.

**Кислотами** называют класс химических соединений, содержащих в своем составе подвижные атомы водорода, способные замещаться на атомы металлов и кислотных остатков.

В зависимости от элементного состава кислоты делятся на кислородные и бескислородные, например,  $H_2SO_4$  и  $HBr$ .

**Солями** называют класс химических соединений, состоящих из катионов металлов и анионов кислотных остатков.

В зависимости от состава различают средние, кислые и основные соли.

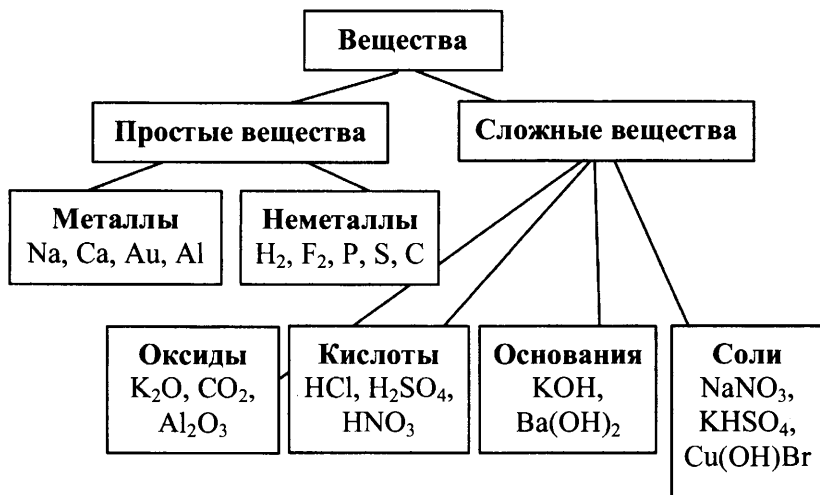
**Средними** называют соли, не содержащие способных к ионному обмену ионов водорода и гидроксид-ионов, например,  $KBr$ ,  $MgSO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ .

**Кислыми** называют соли, содержащие катионы водорода, способные замещаться на другие катионы в ходе обменных реакций, например,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaHPO}_4$ .

**Основными** называют соли, содержащие гидроксильные группы, способные замещаться на анионы в ходе реакций обмена. Например,  $\text{Al(OH)SO}_4$ ,  $\text{Ba(OH)Br}$ .

**Комплексными** называют соли, содержащие в своем составе комплексные катионы и/или анионы, например,  $\text{K}_3[\text{Al(OH)}_6]$ ,  $[\text{Ag(NH}_3)_2]\text{Cl}$ .

Классификацию неорганических веществ можно представить следующей самой общей схемой:



**Общая характеристика металлов главных подгрупп I–III групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов.** Элементы первой группы главной подгруппы Периодической системы Д.И. Менделеева — литий, натрий, калий, рубидий, цезий и франций, называют *щелочными* металлами. На внешней оболочке атомов этих электронов имеется по одному валентному *s*-электрону.

Для щелочных металлов наблюдаются следующие общие закономерности.

В пределах подгруппы радиусы атомов и ионов увеличиваются с увеличением порядкового номера элемента. С увеличением заряда ядра металлические свойства закономерно возрастают. Закономерно изменяются физические свойства простых веществ — щелочных металлов: температуры плавления и температуры кипения уменьшается от лития к францию, а плотность возрастает.

В своих соединениях щелочные металлы проявляют степень окисления +1. Щелочные металлы образуются оксиды состава  $\text{Э}_2\text{O}$  — типичные основные оксиды и гидроксиды общей формулы  $\text{ЭОН}$  — хорошо растворимые в воде соединения. Сила оснований  $\text{ЭОН}$  возрастает от лития к цезию.

Во II группу главной подгруппы Периодической системы Д.И. Менделеева входят бериллий, магний, кальций, стронций, барий и радий. Эти элементы, за исключением бериллия, называют также щелочноземельными металлами. С увеличением порядкового номера элемента в пределах подгруппы увеличивается его металлический радиус. Температура плавления простых веществ уменьшается, а плотность возрастает.

Свойства бериллия несколько отличаются от свойств, характерных для щелочноземельных металлов. Бериллий по многим своим свойствам близок к алюминию.

На внешнем электронном слое всех элементов II группы главной подгруппы находятся два  $s$ -электрона. В своих соединениях эти элементы проявляют степень окисления +2.

Элементы II группы главной подгруппы образуют оксиды состава  $\text{ЭO}$ . Оксид бериллия проявляет амфотерные свойства, остальные оксиды являются основными.

Все элементы II группы главной подгруппы образуют гидроксиды состава  $\text{Э}(\text{OH})_2$ . Гидроксид бериллия амфотерен, гидроксид магния является слабым основанием, гидроксиды кальция и стронция — основаниями средней силы, а гидроксид бария — сильным основанием.

В III группу главной подгруппы входят следующие металлы — алюминий, галлий, индий, талий. На внешнем электронном слое у этих элементов находятся три электрона: два  $s$ - и один  $p$ . Характерная степень окисления алюминия, галлия и индия +3. Для талия известны устойчивые соединения, в которых он проявляет степень окисления +1. Оксиды алюминия, галлия и индия имеют общую формулу  $\text{Э}_2\text{O}_3$  и проявляют амфотерные свойства.

**Характеристика переходных элементов — меди, цинка, хрома, железа по их положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов.**

Медь, цинк, хром и железо относятся к *d*-элементам.

Медь находится в 4-м периоде, в I группе, в побочной подгруппе. Ее наиболее устойчивые степени окисления +2 и +1. В ряду напряжений металлов медь находится после водорода, ее химическая активность не очень велика. Оксиды меди:  $\text{Cu}_2\text{O}$   $\text{CuO}$ . Последний и гидроксид меди  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  проявляют амфотерные свойства с преобладанием основных.

Цинк находится в 4-м периоде, во II-группе, в побочной подгруппе. Цинк относится к металлам средней активности, в своих соединениях проявляет единственную степень окисления +2. Оксид и гидроксид цинка являются амфотерными.

Хром находится в 4-м периоде, в VI группе, в побочной подгруппе. Это металл средней активности. В своих соединениях хром проявляет степени окисления +2, +3 и +6.  $\text{CrO}$  — типичный основной оксид,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — амфотерный оксид,  $\text{CrO}_3$  — типичный кислотный оксид со свойствами сильного окислителя, т. е. рост степени окисления сопровождается усилением кислотных свойств.

Железо находится в 4-м периоде, в VIII группе, в побочной подгруппе. Железо — металл средней активности, в своих соединениях проявляет наиболее характерные степени окисления +2 и +3. Известны также соединения железа, где оно проявляет степень окисления +6, которые являются сильными окислителями. Оксид железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  является амфотерным с преобладанием основных свойств.

**Общая характеристика неметаллов главных подгрупп IV–VII групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов.** Неметаллами в главной подгруппе IV группы Периодической системы Д.И. Менделеева являются углерод и кремний.

На внешнем энергетическом уровне этих элементов находятся 4 электрона ( $ns^2np^2$ ). В своих неорганических соединениях углерод имеет степень окисления +2 (в невозбужденном состоянии) и +4 (в возбужденном состоянии). В органических соединениях степень окисления углерода может быть любой от –4 до +4.

Для кремния наиболее устойчива степень окисления +4.

Углерод и кремний образуют кислотные оксиды общей формулы  $\text{ЭО}_2$ , а также летучие водородные соединения общей формулы  $\text{ЭН}_4$ .

Неметаллами в V группе главной подгруппы Периодической системы Д.И. Менделеева являются азот, фосфор, мышьяк.

На внешнем энергетическом уровне этих элементов находятся пять электронов:  $ns^2np^3$ .

Азот в своих соединениях может проявлять степени окисления  $-3, -2, +1, +2, +3, +4, +5$ .

Для фосфора характерны степени окисления  $-3, +3, +5$ .

Поскольку атом азота не имеет  $d$ -подуровня, он не может быть пентавалентным, но способен образовывать четвертую ковалентную связь по донорно-акцепторному механизму.

С увеличением порядкового номера внутри подгруппы увеличиваются радиусы атомов и ионов, уменьшается энергия ионизации. Происходит ослабление неметаллических свойств и усиление металлических.

С кислородом элементы главной подгруппы V группы образуют высшие оксиды состава  $\text{R}_2\text{O}_5$ . Все они являются кислотными оксидами.

С водородом азот, фосфор и мышьяк образуют летучие газообразные соединения состава  $\text{ЭН}_3$ .

Неметаллами главной подгруппы VI группы Периодической системы Д.И. Менделеева являются кислород, сера, селен и теллур. Конфигурация внешнего электронного уровня этих элементов  $ns^2np^4$ . В своих соединениях они проявляют наиболее характерные степени окисления  $-2, +4, +6$  (кроме кислорода).

С возрастанием порядкового номера в пределах подгруппы уменьшается энергия ионизации, увеличиваются размеры атомов и ионов, ослабевают неметаллические признаки элементов и нарастают металлические.

Сера и селен образуют высшие оксиды типа  $\text{RO}_3$ . Эти соединения являются типичными кислотными оксидами, которым соответствуют сильные кислоты типа  $\text{H}_2\text{RO}_4$ .

Для неметаллов главной подгруппы VI группы характерны летучие водородные соединения общей формулой  $\text{H}_2\text{R}$ . При этом полярность и прочность связи ослабевает от  $\text{H}_2\text{O}$  к  $\text{H}_2\text{Te}$ . Все водородные соединения, кроме воды, являются газообразными веществами. Водные растворы  $\text{H}_2\text{S}, \text{H}_2\text{Se}, \text{H}_2\text{Te}$  являются слабыми кислотами.



Элементы VII группы главной подгруппы — фтор, хлор, бром, иод являются типичными неметаллами. Групповое название этих элементов — галогены, от греческого *halos* — соль и *genes* — рождающий.

Конфигурация внешнего электронного уровня этих галогенов  $ns^2np^5$ .

Наиболее характерная степень окисления галогенов –1. Кроме того, хлор, бром и иод могут проявлять степени окисления + 3, + 5, + 7.

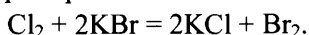
В пределах каждого периода галогены — наиболее электроотрицательные элементы. Внутри подгруппы при переходе от фтора к астату происходит увеличение радиуса атома, неметаллические свойства уменьшаются, происходит уменьшение окислительных и увеличение восстановительных свойств.

Все галогены образуют простые вещества — двухатомные молекулы  $Hal_2$ .

Фтор — самый электроотрицательный из химических элементов. Во всех своих соединениях имеет степени окисления –1. Высшие оксиды галогенов (кроме фтора) имеют общую формулу  $R_2O_7$ , являются кислотными оксидами. Им соответствуют сильные кислоты общей формулы  $HRO_4$  ( $R = Cl, Br$ ).

Водородные соединения галогенов — галогеноводороды имеют общую формулу  $HHal$ . Их водные растворы являются кислотами, сила которых возрастает от  $HF$  к  $HI$ .

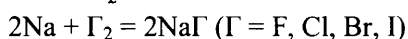
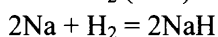
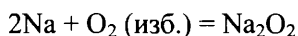
Для галогенов существует закономерность: каждый предыдущий галоген способен вытеснять последующий из его соединений с металлами и водородом, например:

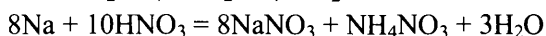
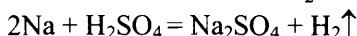
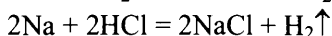
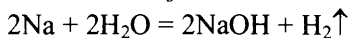
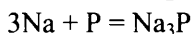
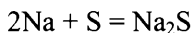


**Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов — меди, цинка, хрома, железа.** Химические свойства щелочных металлов рассмотрены на примере натрия как их типичного представителя.

**Натрий.** Серебристо-белый металл, т. пл.  $97,8^\circ C$ . Реакционно-способный, на воздухе покрывается оксидной пленкой. Окрашивает пламя газовой горелки в желтый цвет.

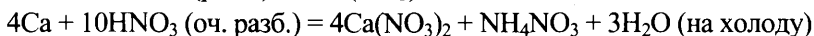
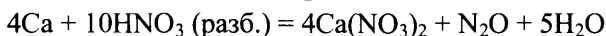
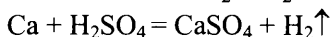
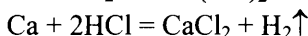
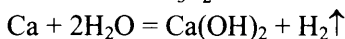
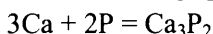
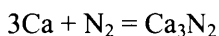
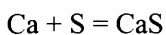
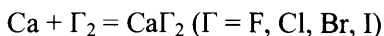
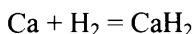
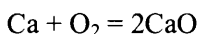
Химические свойства:





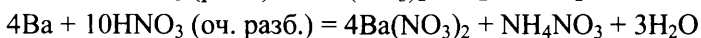
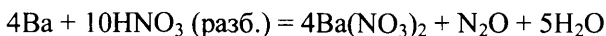
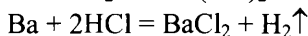
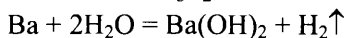
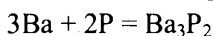
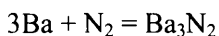
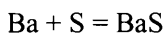
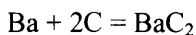
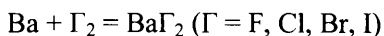
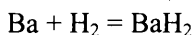
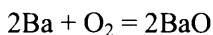
**Кальций.** Серебристо-белый, пластичный металл, т. пл. 842 °С. На воздухе покрывается оксидной пленкой. Активный металл. Окрашивает пламя газовой горелки в коричнево-красный цвет.

Химические свойства:



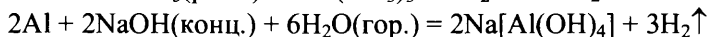
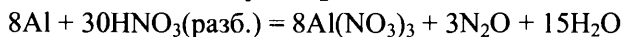
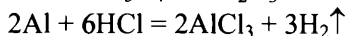
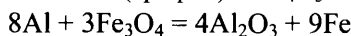
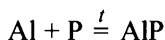
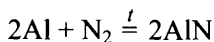
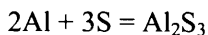
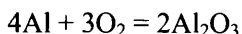
**Барий.** Серебристо-белый, пластичный металл, т. пл. 727 °С. На воздухе покрывается оксидно-нитридной пленкой. Активный металл. Окрашивает пламя газовой горелки в желто-зеленый цвет.

Химические свойства:



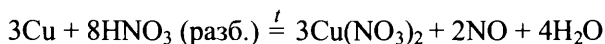
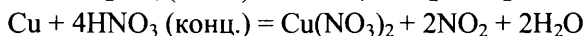
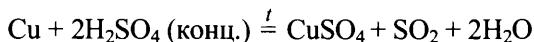
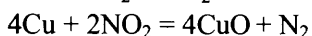
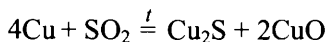
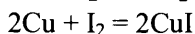
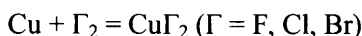
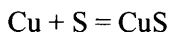
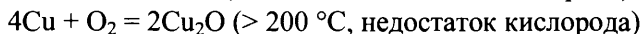
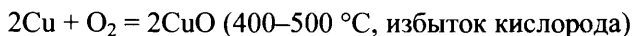
**Алюминий.** Белый легкий пластичный металл, т. пл. 660,4 °С. Пассивируется в воде, концентрированной азотной кислоте. Сильный восстановитель.

Химические свойства:



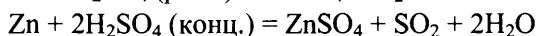
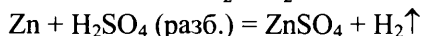
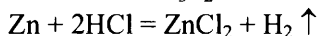
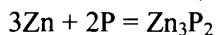
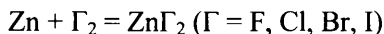
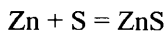
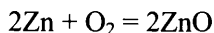
**Медь.** Металл красного цвета, т. пл. 1084,5 °С. Слабый восстановитель.

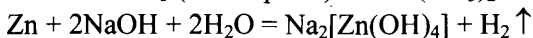
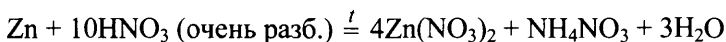
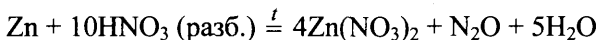
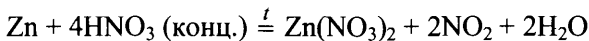
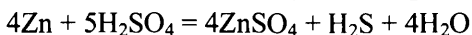
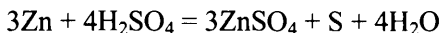
Химические свойства:



**Цинк.** Хрупкий металл белого цвета с голубоватым оттенком, т. пл. 419,5 °С. Сильный восстановитель.

Химические свойства:

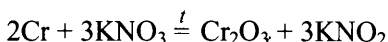
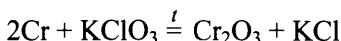
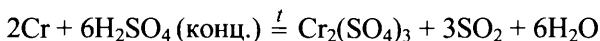
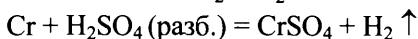
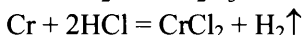
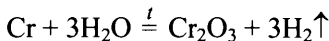
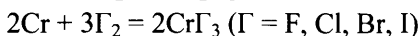
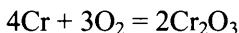




**Хром.** Твердый тугоплавкий (т. пл. 1890 °С) металл серого цвета.

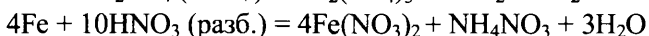
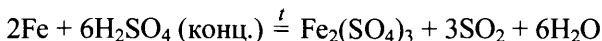
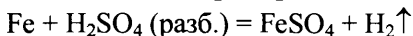
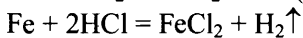
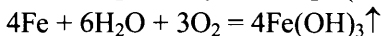
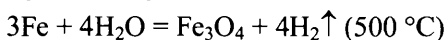
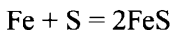
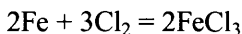
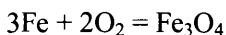
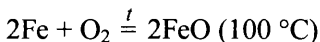
На воздухе покрывается очень тонкой оксидной пленкой. Пассивируется в концентрированной и разбавленной азотной кислоте.

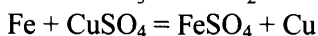
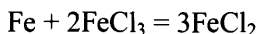
Химические свойства:



**Железо.** Мягкий металл серого цвета, т. пл. 1539 °С. Медленно окисляется во влажном воздухе. Пассивируется в концентрированных серной и азотной кислоте.

Химические свойства:

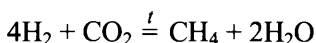
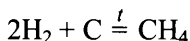
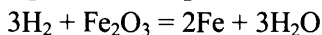
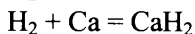
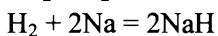
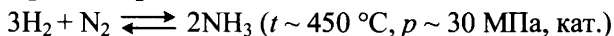
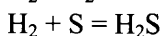
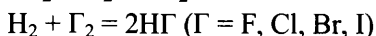
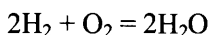




**Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, хлора, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния.**

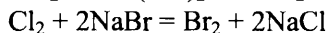
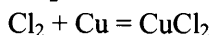
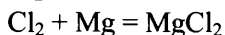
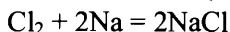
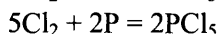
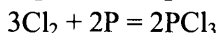
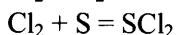
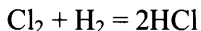
**Водород.** Газ без цвета и запаха, т. кип.  $-253\text{ }^\circ\text{C}$ . Плохо растворим в воде. Сильный восстановитель.

Химические свойства:



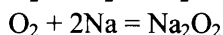
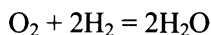
**Хлор.** Газ желто-зеленого цвета с резким запахом. Т. кип.  $-34,1\text{ }^\circ\text{C}$ .

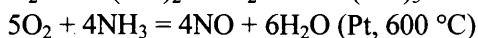
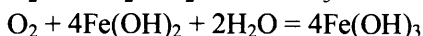
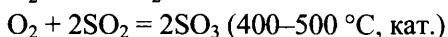
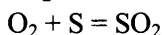
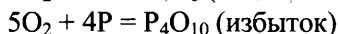
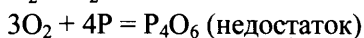
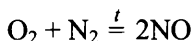
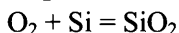
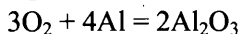
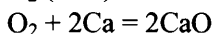
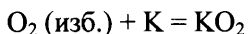
Химические свойства:



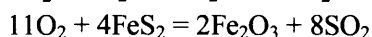
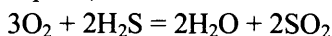
**Кислород.** Газ без цвета и запаха, мало растворим в воде. Т. кип.  $-183\text{ }^\circ\text{C}$ . Сильный окислитель.

Химические свойства:



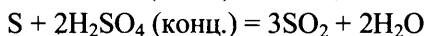
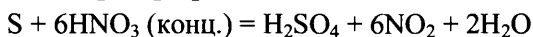
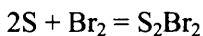
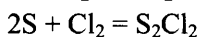
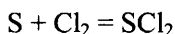
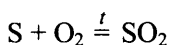
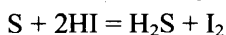
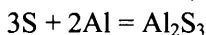
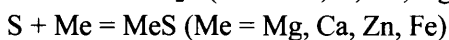
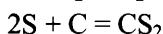
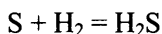


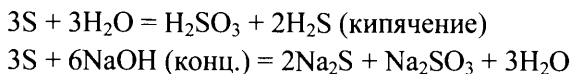
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$  (в водном растворе или при недостатке кислорода)



**Сера.** Неметалл желтого цвета. Существует в двух аллотропных модификациях (ромбическая и моноклинная) и в аморфной форме (пластическая сера). Т. пл. 119,3 °С. Проявляет как окислительные, так и восстановительные свойства. Возможны реакции диспропорционирования.

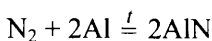
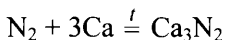
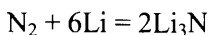
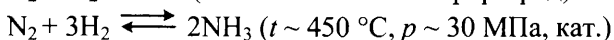
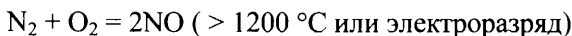
Химические свойства:





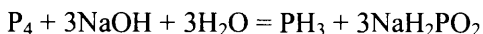
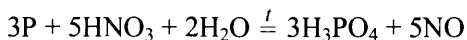
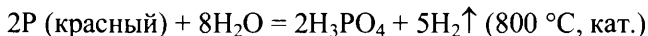
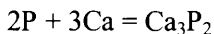
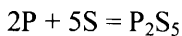
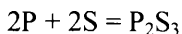
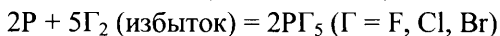
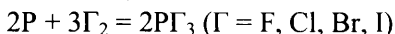
**Азот.** Газ без цвета и запаха. Т. кип.  $-195,8^\circ\text{C}$ . Мало растворим в воде. В обычных условиях мало активен. В окислительно-восстановительные реакции вступает при нагревании.

Химические свойства:



**Фосфор.** Неметалл. Существует в виде нескольких аллотропных модификаций. Белый фосфор более реакционно-способен по сравнению с красным. Если в реакциях нет особых оговорок, в них вступают любые аллотропные модификации фосфора.

Химические свойства:



**Углерод.** Неметалл. Простое вещество углерод существует в виде трех аллотропных модификаций: алмаз, графит и карбин. Эти простые вещества имеют полимерное строение координационной ( $sp^3$ , алмаз), слоистой ( $sp^2$ , графит) и линейной ( $sp$ , карбин) структуры.

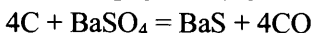
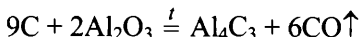
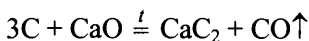
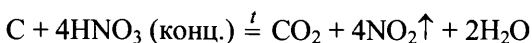
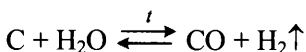
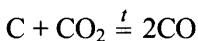
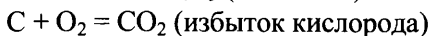
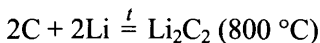
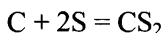
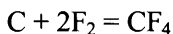
**Алмаз** — кристаллическое вещество с атомной координационной кубической решеткой. Твердый, не проводит электрический ток.

**В графите** атомы углерода находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. Атомы углерода объединены в бесконечные слои из шестичленных колец, стабилизированные  $\pi$ -связью, делокализованные в пределах

всего слоя. Обладает металлическим блеском, проводит электрический ток. Мягкий, легко расщлаивается и химически несколько активнее алмаза.

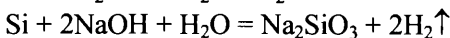
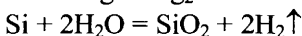
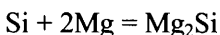
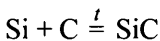
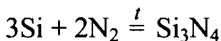
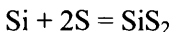
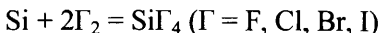
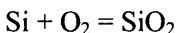
Аллотропные модификации углерода могут переходить друг в друга.

Химические свойства:



**Кремний.** Неметалл средней активности, в расплавленном состоянии очень активен химически.

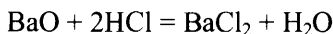
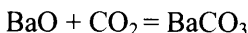
Химические свойства:



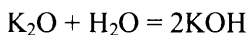
**Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных.** Основные оксиды образуют металлы в низших степенях окисления. Наиболее известные из них:  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ .



Все основные оксиды вступают в реакцию с кислотными оксидами с образованием солей и кислотами с образованием солей и воды, например:

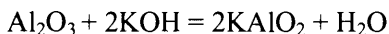
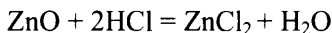


Ряд основных оксидов реагирует с водой с образованием оснований. Эта реакция проходит в том случае, если продукт реакции растворим в воде:



*Амфотерными* называют оксиды, проявляющие как основные, так и кислотные свойства в зависимости от условий реакции и партнеров по реакции. Наиболее известные амфотерные оксиды  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ . Ряд оксидов, например  $\text{CuO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , проявляет амфотерные свойства с преобладанием основных.

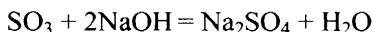
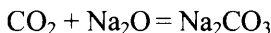
Амфотерные оксиды взаимодействуют с кислотами и основаниями с образованием солей и воды или комплексных соединений:



С водой амфотерные оксиды не взаимодействуют.

*Кислотные* оксиды образуют неметаллы и некоторые металлы в высших степенях окисления. Наиболее известные кислотные оксиды:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CrO}_3$ .

Все кислотные оксиды реагируют с основными оксидами с образованием солей и с основаниями с образованием солей и воды.

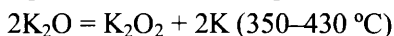
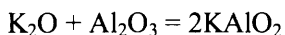
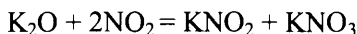
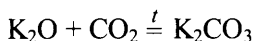
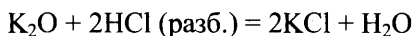


Кислотные оксиды реагируют с водой в том случае, если образующаяся кислота растворима в воде:

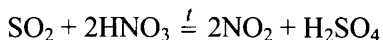
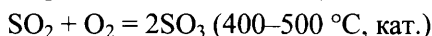
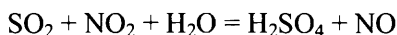
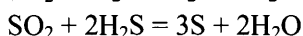
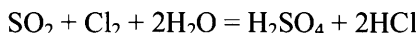
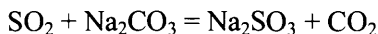
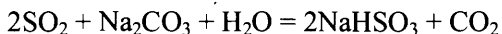
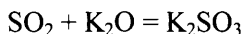
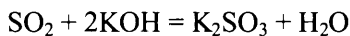


Ниже приведены уравнения реакций, характерных для оксида калия как основного оксида, оксида серы (IV) как типичного кислотного оксида и оксида алюминия как амфотерного оксида.

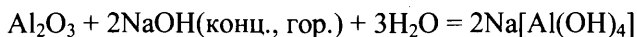
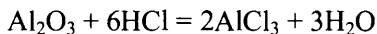
Химические свойства оксида калия:



Химические свойства оксида серы (IV):



Химические свойства оксида алюминия:



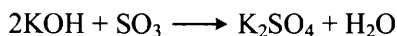
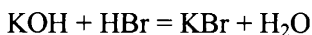
**Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов.** *Основаниями* называют класс химических соединений, содержащих в своем составе одну или несколько гидроксильных групп, способных к замещению на анионы.

*Щелочами* называют растворимые в воде основания. Гидроксиды щелочных металлов называют *едкими щелочами*.

К сильным основаниям относят гидроксиды щелочных металлов и гидроксид бария: KOH, NaOH, Ba(OH)<sub>2</sub>. К основаниям средней силы: Ca(OH)<sub>2</sub>, Sr(OH)<sub>2</sub>. Слабыми основаниями являются практически все нерастворимые в воде гидроксиды металлов и гидрат аммония.

Все растворы щелочей имеют pH >7. Индикаторы в этой среде имеют следующую окраску: лакмус — синюю, фенолфталеин — малиновую, метиловый оранжевый — желтую.

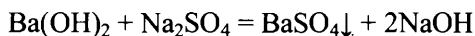
Все основания легко реагируют с кислотами (*реакция нейтрализации*) и кислотными оксидами с образованием солей и воды.



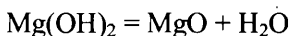
Щелочи реагируют с амфотерными оксидами с образованием солей и воды:



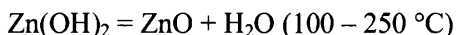
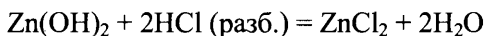
Щелочи могут вступать в реакции обмена с солями, например:



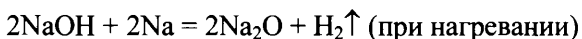
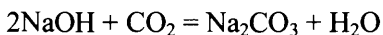
Нерастворимые в воде основания при нагревании теряют воду и образуют соответствующие оксиды:

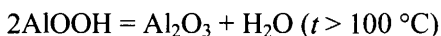
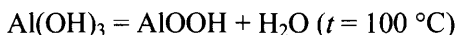
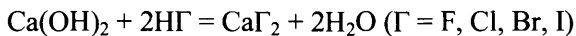
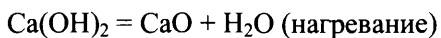
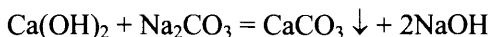


Амфотерные гидроксиды вступают в реакции с кислотами и основаниями с образованием солей и воды, разлагаются на оксид и воду при нагревании, например:



Ниже приведены уравнения химических реакций, характерные для гидроксида натрия как сильного основания, гидроксида кальция как основания средней силы и амфотерного гидроксида алюминия.





**Характерные химические свойства кислот.** *Кислотами* называют класс химических соединений, содержащих в своем составе подвижные атомы водорода, способные замещаться на атомы металлов, и кислотных остатков.

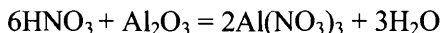
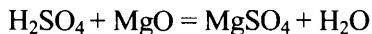
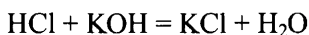
*Основностью* кислоты называют число способных замещаться на металл атомов водорода в ее молекуле. По основности кислоты делят на одно-, двух- и трехосновные, например:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

В зависимости от элементного состава кислоты делят на бескислородные и кислородные, например:  $\text{HBr}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

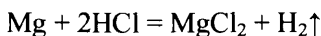
*Кислотным остатком* называют структурный элемент молекулы кислоты, выступающий как единое целое в ходе химических реакций.

Водные растворы кислот имеют  $\text{pH} < 7$ . При этих значениях  $\text{pH}$  лакмус имеет красную окраску, а метиловый оранжевый — розовую. Водные растворы кислот имеют кислый вкус и разъедают растительные и животные ткани.

Все кислоты вступают в реакцию с основаниями (реакция нейтрализации) с образованием солей и воды, с основными и амфотерными оксидами с образованием солей и воды, например:

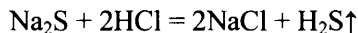


Водные растворы сильных кислот вступают в реакцию с металлами, стоящими в ряду стандартных электродных потенциалов или электрохимическом ряду напряжений металлов левее водорода. При этом образуется соль и выделяется водород:



Исключением является азотная кислота в любой концентрации и концентрированная серная кислота. В этих случаях водород не выделяется, а происходит восстановление атомов азота и серы соответственно.

Сильные кислоты вытесняют более слабые кислоты из их солей. При этом образуется новая кислота и новая соль:



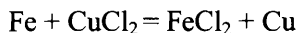
*Сильные кислоты:* HI, HBr, HCl, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>.

*Кислоты средней силы:* H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HF, HNO<sub>2</sub>.

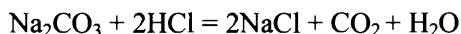
*Слабые кислоты:* CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S.

**Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере соединений алюминия и цинка).** Солями называют класс химических соединений, включающий продукты взаимодействия реагентов, обладающих свойствами оснований, с реагентами, обладающими свойствами кислот.

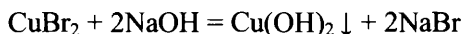
Растворы или расплавы солей вступают во взаимодействие с металлами, стоящими левее, чем металл, входящий в состав соли, в ряду стандартных электродных потенциалов:



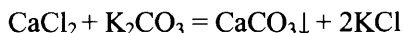
Соли реагируют с кислотами. При этом образуются кислые соли или более сильная кислота вытесняет более слабую из ее солей:



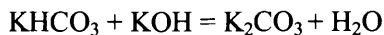
Соли взаимодействуют со щелочами:



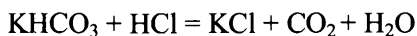
Растворимые в воде соли могут вступать друг с другом в реакции обмена. Эти реакции идут до конца, если один из продуктов уходит из сферы реакции в виде осадка, например:



Кислые соли вступают в реакции с щелочами с образованием средних солей:



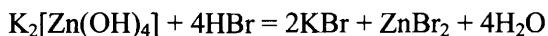
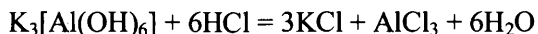
Некоторые кислые соли, например угольной кислоты, разлагаются под действием более сильных кислот:



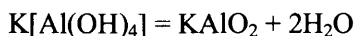
Основные соли вступают в реакции с кислотами:



Комплексные соли реагируют с сильными кислотами, продукты реакции зависят от соотношения между реагентами, например:



При нагревании комплексные соли теряют воду:



## Органическая химия

**Теория строения органических соединений. Изомерия – структурная и пространственная. Гомология.** Основы теории строения органических соединений были разработаны выдающимся русским химиком А.М. Бутлеровым. Основные положения теории были изложены в статье «О химическом строении веществ», опубликованной в 1861 году.

Сущность теории строения сводится к следующим положениям:

1. Все атомы, образующие молекулы органического вещества, связаны в определенной последовательности согласно их валентностям. Последовательность соединения атомов в молекуле А.М. Бутлеров называл *химическим строением*.

2. Свойства веществ зависят от строения молекул, т.е. свойства и строение взаимосвязаны между собой.

3. Зная свойства вещества, можно установить его строение, и наоборот: химическое строение органического соединения может много сказать о его свойствах.

4. Химические свойства атомов и атомных группировок не являются постоянными, а зависят от других атомов (атомных групп), находящихся в молекуле. При этом наиболее сильное влияние атомов наблюдается в случае, если они непосредственно связаны друг с другом.

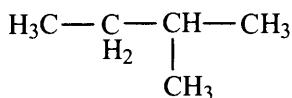
**Изомерией** называют явление существования органических соединений с одинаковым качественным и количественным составом, но с различными свойствами.

**Изомерами** называют химические соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но разное химическое строение и разные свойства.

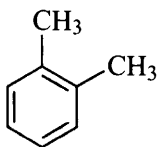
**Структурной** называют изомерию, вызванную наличием химических соединений с одинаковым составом, но с различным порядком связи структурных элементов. Различают изомерию углеродного скелета (пентан и 2-метилбутан, 1,2-, 1,3- и 1,4-диметилбензол) и изомерию положения заместителя (пропанол-1 и пропанол-2) или кратной связи (бутен-1 и бутен-2).



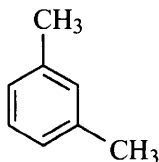
пентан



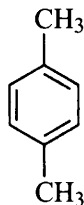
2-метилбутан (изопентан)



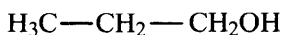
1,2-диметилбензол



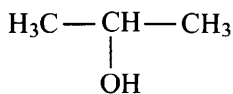
1,3-диметилбензол



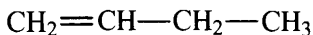
1,4-диметилбензол



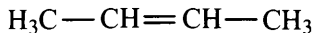
пропанол-1



пропанол-2



бутен-1

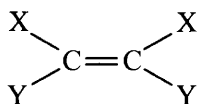


бутен-2

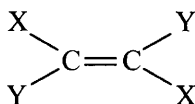
**Геометрическая**, или **цис-транс-изомерия** — явление существования веществ с различным расположением заместителей вокруг двойных связей.

Поскольку  $\pi$ -связь препятствует свободному вращению атомов или групп атомов по оси  $\sigma$ -связи между двумя углеродными атомами, то переход одного геометрического изомера в другой возможен лишь при высоких температурах, воздействии ультрафиолетового излучения или других факторов.

Если атомы углерода связаны между собой двойной связью, заместители при этих атомах могут занимать различные положения относительно плоскости  $\pi$ -связи, что условно можно показать так:



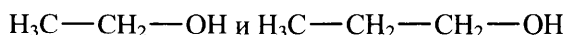
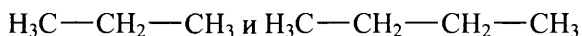
цис-изомер



транс-изомер

Если одинаковые группы атомов располагаются по разные стороны от плоскости  $\pi$ -связи, то такие соединения называют *транс-изомерами*, если одинаковые группы атомов располагаются по одну сторону от плоскости  $\pi$ -связи, то такие соединения называют *цис-изомерами*.

Вещества, обладающие сходным химическим строением и химическими свойствами, но отличающиеся между собой на одну или несколько  $\text{CH}_2$  групп, называют *гомологами*. Гомологи образуют гомологичные ряды. Свой гомологичный ряд существует для каждого класса органических соединений. Так, например, гомологами будут пропан и бутан, этанол и пропанол:



**Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал.** Атомы в молекулах органических соединений в большинстве случаев связаны ковалентной полярной связью. Ковалентную связь, формирующуюся при перекрывании орбиталей вдоль линии, связывающей центры соединяющихся атомов, называют  $\sigma$ -связью.



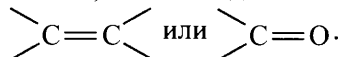
Ковалентную связь, формирующуюся при боковом перекрывании негибризованных  $p$ -орбиталей по обе стороны от линии, связывающей центры обоих атомов, называют  $\pi$ -*связью*; при этом  $\pi$ -электронное облако расположено над и под плоскостью молекулы.

Атом углерода в молекулах органических соединений может находиться в  $sp^3$ -,  $sp^2$ - или  $sp$ -гибридном состоянии.

При переходе атома углерода из невозбужденного состояния в возбужденное  $s$ -электрон переходит на  $p$ -орбиталь и его электронная формула становится  $1s^2 2s^1 2p^3$ . Затем  $s$ - и один, два или три  $p$ -электрона образуют соответственно  $sp$ -,  $sp^2$ - или  $sp^3$ -гибридные орбитали.

Атом углерода, связанный с четырьмя какими-либо другими атомами, находится в состоянии  $sp^3$ -гибридизации.

Если атом углерода связан с каким-либо другим атомом двойной связью, он находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации, например:



Если атом углерода связан с каким-либо атомом тройной связью, он находится в  $sp$ -гибридном состоянии, например:  $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ,  $-\text{C}\equiv\text{N}$ .

**Радикалом** называют: атом, молекулу или ион, имеющий неспаренный электрон или часть молекулы или иона, выступающую как единое целое в ходе химических превращений.

Если предельный углеводород лишит одного или нескольких атомов водорода, то образуются остатки — углеводородные радикалы, например:

$\text{CH}_4$  метан

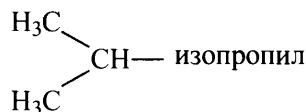
$\text{CH}_3$  — метил

$\text{CH}_3-\text{CH}_3$  этан

$\text{CH}_3-\text{CH}_2$  — этил

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  пропан

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2$  — пропил



**Функциональной группой** называют атом или группу атомов, определяющую характерные химические свойства данного класса соединений. Так,  $-\text{OH}$  группа входит в спирты и фенолы,  $-\text{COOH}$ -группа — в карбоновые кислоты. Функциональная группа, связанная с радикалом, определяет класс соединений.

Ниже перечислены некоторые функциональные группы:

- COOH — карбоксильная группа;
- CHO — карбонильная группа (альдегиды);
- C=O — карбонильная группа (кетоны);
- OH — гидроксильная группа (спирты, фенолы);
- NH<sub>2</sub> — аминогруппа;
- NO<sub>2</sub> — нитрогруппа.

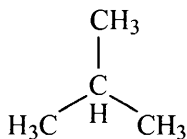
### Классификация и номенклатура органических соединений.

В зависимости от структуры углеродной цепи органические соединения делят на следующие классы:

**Алифатические (ациклические) соединения** — т. е. соединения с открытой незамкнутой цепью углеродных атомов. Углеродная цепь может быть прямой или разветвленной, например:



пропан



2-метилпропан (изобутан)

Эти соединения называют также соединениями жирного ряда.

**Циклическими** называют соединения, в которых углеродные атомы образуют циклы. Их, в свою очередь, делят на следующие классы:

- **карбоциклические (изоциклические)** — циклические соединения, образованные только углеродными атомами. Эти соединения могут быть алициклическими (циклоалканы) и ароматическими (бензол, нафталин и т. д.).



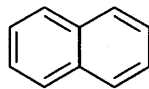
циклопентан



циклогексан



бензол



нафталин

- **гетероциклические соединения** — циклы, в состав которых кроме атома углерода входят и другие атомы — гетероатомы.



тиофен

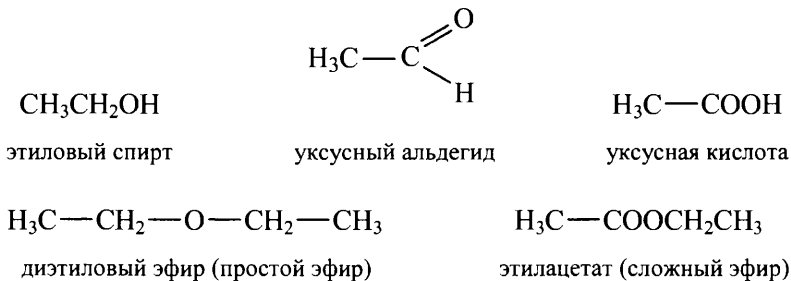


фуран



пиридин

При замене атомов водорода в углеводородах на другие атомы или группы атомов (функциональные группы) образуются многочисленные классы органических соединений, например спирты, альдегиды, кислоты, простые эфиры, сложные эфиры, аминокосоединения и другие. Например:



Соединения каждого из классов в зависимости от характера связи между углеродными атомами делят на *предельные* и *непредельные*.

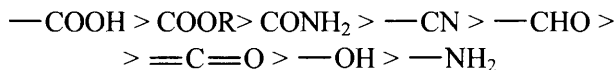
**Номенклатура органических соединений.** В настоящее время в химии следуют правилам международной номенклатуры (номенклатура ИЮПАК).

Согласно этой номенклатуре в основу названий соединений положена самая длинная углеродная цепь, в состав которой входит какая-либо функциональная группа ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{C}\equiv\text{N}$  и т.д.).

Для составления названия органического соединения нужно:

- 1) выявить все имеющиеся в нем функциональные группы;
- 2) установить, какая из функциональных групп является старшей, при этом название этой группы будет ставиться в конце названия соединения;
- 3) выбрать родоначальную структуру;
- 4) пронумеровать главную цепь;
- 5) составить полное название соединения.

Нумерацию цепи производят с того конца, к которому ближе находится радикал (заместитель) или наиболее «старшая» функциональная группа. Ряд «старшинства» наиболее распространенных функциональных групп:



Числовые (умножающие) приставки применяют, когда в состав молекулы входят несколько одинаковых заместителей. Перечислим их: 1 — «моно-», 2 — «ди-», 3 — «три-», 4 — «тетра-» 5 — «пента-», 6 — «гекса-».

Наряду с названиями соединений по правилам ИЮПАК в органической химии продолжают использовать и тривиальные (обыденные) названия химических соединений, которые появились задолго до разработки этих правил. В тривиальных названиях, как правило, отражались природные источники, способы получения вещества, области его применения или особо заметные свойства.

**Номенклатура алканов.** Четыре первых члена гомологического ряда имеют тривиальные названия: метан, этан, пропан, бутан. Названия следующих гомологов, начиная с пятого, образуются сочетанием греческого числительного и окончания *-ан* (см. табл. 3).

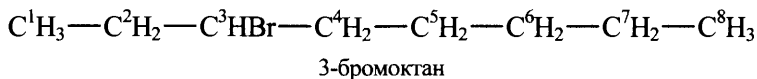
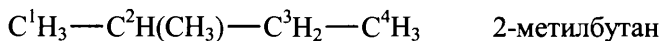
Таблица 3

**Названия алканов**

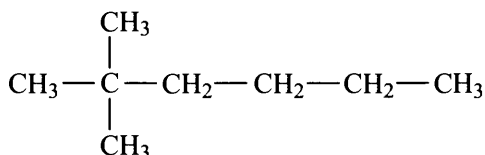
$\text{CH}_4$ метан	$\text{C}_7\text{H}_{16}$ гептан
$\text{C}_2\text{H}_6$ этан	$\text{C}_8\text{H}_{18}$ октан
$\text{C}_3\text{H}_8$ пропан	$\text{C}_9\text{H}_{20}$ нонан
$\text{C}_4\text{H}_{10}$ бутан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ декан
$\text{C}_5\text{H}_{12}$ пентан	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ ундекан
$\text{C}_6\text{H}_{14}$ гексан	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ додекан

Название алкана с разветвленной цепью составляют следующим образом.

В молекуле углеводорода выбирают самую длинную цепь. Эту цепь нумеруют с того конца, к которому ближе заместитель (атом или группа атомов). Углеводород называют в таком порядке: сначала цифрой указывают атом углерода (локант), у которого расположен заместитель, затем этот заместитель, а уже потом — название главной цепи. Например:

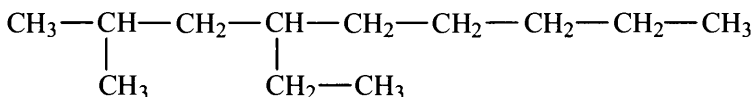


Если в главной цепи содержится несколько одинаковых заместителей, то их обозначают греческим числителем (ди-, три-, тетра- и т.д.), которое ставят перед названием этих радикалов, а их положение указывают одной и той же цифрой, повторенной дважды (или трижды — в зависимости от количества одинаковых заместителей). Примеры:



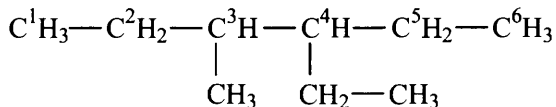
2,2-диметилгексан

Названия алкильных заместителей перечисляют в порядке русского алфавита:



2-метил-4-этилнонан

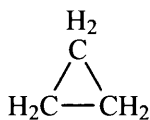
Если два и более заместителя находятся в равноценных положениях (т. е. цепь можно нумеровать слева направо и наоборот), то меньший локант присваивают тому атому, название заместителя при котором перечисляют первым:



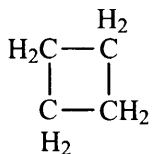
3-метил-4-этилгексан

Этот углеводород называют 3-метил-4-этилгексан, а не 3-этил-4-метилгексан, потому что в алфавитном порядке название радикала метил идет раньше, чем этил.

**Номенклатура циклоалканов.** Общее название алициклических соединений образуется с прибавлением приставки *цикло-* к названию соответствующего алифатического углеводорода, например:



циклопропан

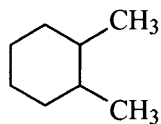


циклобутан

Если в кольце есть заместители, его нумеруют таким образом, чтобы сумма номеров атомов углерода была наименьшей. В структурных формулах атомы углерода и водорода не указывают, изображая соединения в виде простых геометрических фигур: циклопропан — треугольником, циклобутан — квадратом и т.д.



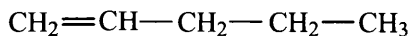
метилциклопропан



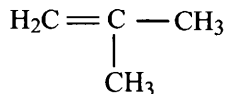
1,2 -диметилциклогексан

**Номенклатура алкенов.** Названия алкенов производят путем замены суффикса *-ан* на *-ен* в названии соответствующего алкана. Главная цепь обязательно должна содержать двойную связь, а нумерацию цепи начинают с того конца, к которому ближе двойная связь. Цифру, обозначающую положение двойной связи, ставят после названия цепи, она соответствует атому углерода, от которого начинается двойная связь. Порядок названия радикалов такой же, как и в случае алканов.

Примеры:



пентен-1

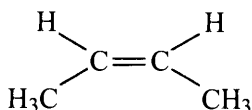


2-метилпропен

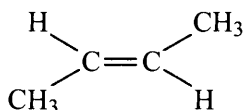
Исторически сложилось так, что некоторые алкены называют путем замены окончания *-ан* в алканах на *-илен*: этан — этилен, пропан — пропилен.

В ряду алкенов существует *цис-транс*-изомерия, обусловленная отсутствием свободного вращения вокруг двойной связи. Она встречается у тех алкенов, у которых при каждом углеродном атоме, образующем двойную связь, имеются различные заместители.

Изомеры, у которых заместители расположены по одну сторону от двойной связи, называют *цис-изомерами*, а по разные — *транс-изомерами*.

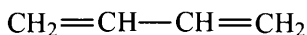


цис-бутен-2

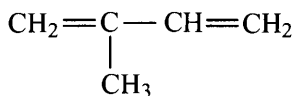


транс-бутен-2

**Номенклатура диенов.** Для того чтобы назвать диеновый углеводород, выделяют наиболее длинную цепь углеродных атомов, содержащую в себе обе двойные связи. Ее нумеруют так, чтобы порядковые номера атомов углерода, от которых начинаются двойные связи, были наименьшими. Для обозначения этих связей используют суффикс *-диен*. Положение каждой двойной связи обозначают цифрой, которая указывает атом углерода, от которого начинается двойная связь.



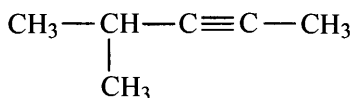
бутадиен-1,3 (дивинил)



2-метилбутадиен-1,3 (изопрен)

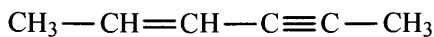
Кроме того, для диенов довольно часто применяют рациональные или тривиальные названия.

**Номенклатура алкинов.** Выделяют наиболее длинную углеродную цепь, содержащую тройную связь. Нумеруют ее так, чтобы тройная связь имела наименьший номер. Перечисляют номера атомов углерода и названия заместителей, которые при них стоят, и заменяют суффикс *-ан* в названии корневого алкана на *-ин*, указывая номер атома углерода, от которого начинается тройная связь.



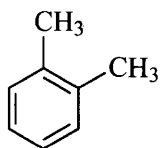
4-метилпентин-2

Если молекула содержит одновременно двойную и тройную связи, то предпочтение в нумерации отдается двойной связи:

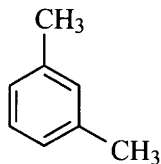


гексен-2-ин-4

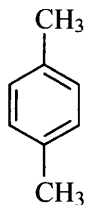
**Номенклатура ароматических углеводородов.** Ароматические углеводороды имеют изомеры, различающиеся характером и положением заместителей в бензольном кольце. Для составления их названия углеродный цикл нумеруют так, чтобы сумма номеров атомов углерода, у которых находятся заместители, была наименьшей. Кроме того, по-прежнему для обозначения взаимного расположения двух заместителей применяют названия *орто*-, *мета*-, *пара*-изомеры. Изомер с двумя заместителями, расположенными у соседних атомов углерода, называют *орто*-изомером. *Мета*-изомером называют такой изомер, у которого заместители разделены в цикле одним атомом углерода. Соединение, в котором два заместителя разделены двумя углеродными атомами, называют *пара*-изомером.



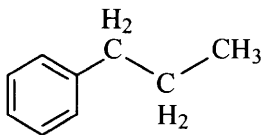
*орто*-диметилбензол  
(1,2-диметилбензол)



*мета*-диметилбензол  
(1,3-диметилбензол)



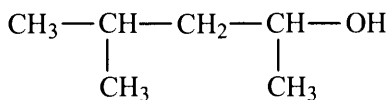
*пара*-диметилбензол  
(1,4-диметилбензол)



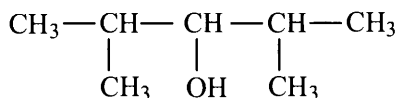
пропилбензол



**Номенклатура спиртов.** Названия предельных одноатомных спиртов составляют из названия соответствующего углеводорода с добавлением суффикса *-ол*, при этом главная цепь нумеруется с того конца, к которому ближе гидроксильная группа. Примеры:

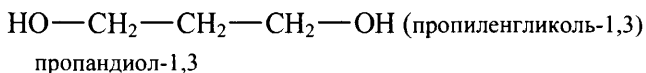


4-метилпентанол-2

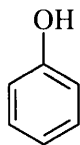


2,4-диметилпентанол-3

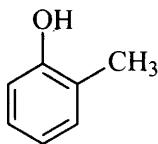
Двухатомные спирты называют по названию соответствующего алкана путем замены суффикса *-ан* на *-диол*. Местоположение гидроксильных групп в цепи указывают цифрами, проставленными после окончания. Сумма номеров атомов углерода, при которых находятся гидроксильные группы, должна быть наименьшей:



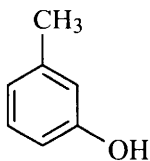
**Номенклатура фенолов.** Фенолы называют тривиальными названиями или по номенклатуре ИЮПАК путем добавления окончания *-ол* к названию ароматического углеводорода:



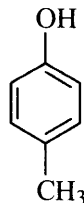
фенол



орто-крезол



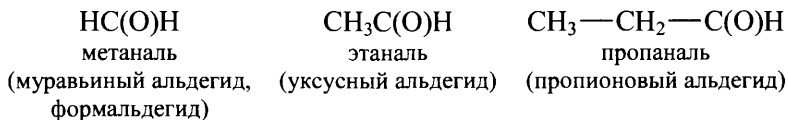
мета-крезол



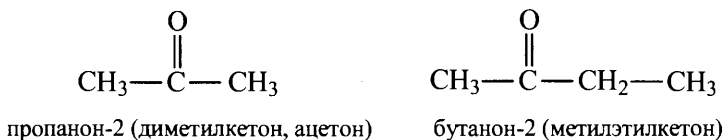
пара-крезол

Радикалы общей формулы RO— имеют названия: CH<sub>3</sub>O— метокси; C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O— этокси; C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O— фенокси.

**Номенклатура альдегидов и кетонов.** Названия альдегида строят от названия соответствующего алкана путем прибавления суффикса *-аль*. Начало нумерации цепи определяет альдегидная группа. Кроме того, широко используют и тривиальные названия:

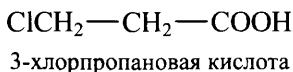
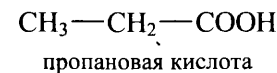


Для составления названия *кетонов* используют как номенклатуру ИЮПАК, так и рациональную номенклатуру. По номенклатуре ИЮПАК к названию предельного углеводорода добавляют окончание *-он* с указанием места расположения карбонильной группы. Нумерацию начинают от ближайшего к карбонильной группе конца цепи. По рациональной номенклатуре в начале называют радикалы, связанные с карбонильной группой, а затем добавляют слово *кетон*.



**Номенклатура простых эфиров.** Простые эфиры называют по радикально-функциональной номенклатуре следующим образом. Вначале перечисляют названия радикалов в алфавитном порядке, затем добавляют суффикс *-овый* и слово «эфир».

**Номенклатура карбоновых кислот.** Названия карбоновых кислот строят от названия углеводорода, добавляя суффикс *-овая* и слово *кислота*. Карбоксильная группа определяет порядок нумерации цепи.



Для многих карбоновых кислот продолжают использовать тривиальные названия (табл. 4).

Таблица 4

**Названия некоторых монокарбоновых кислот**

Название кислоты/соли	Формула
Метановая (муравьиная) / формиаты	$\text{H}-\text{COOH}$
Этановая (уксусная) / ацетаты	$\text{CH}_3-\text{COOH}$
Пропановая (пропионовая) / пропионаты	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Бутановая (масляная) / бутираты	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Пentanовая (валериановая) / пентаноаты	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$
Гексановая (капроновая) / гексаноаты	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$
Гептановая (энантовая) / гептаноаты	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$
Пентадекановая (пальмитиновая) / пальмитаты	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$
Гексадекановая (маргариновая) / гексадеканоаты	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{15}-\text{COOH}$
Октадекановая (стеариновая) / стеараты	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$

*Двухосновные предельные кислоты:*

$\text{HOOC}-\text{COOH}$  щавелевая (оксалаты),

$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$  малоновая (малонаты).

*Одноосновные непредельные кислоты:*

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$  акриловая (акрилаты),

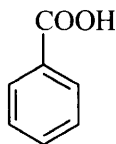
$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$  метакриловая (метакрилаты),

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$  олеиновая (олеаты),

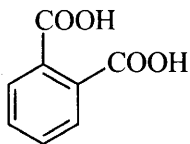
$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$  линолевая (линолеаты),

$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$  линоленовая (линоленоаты).

*Ароматические кислоты:*

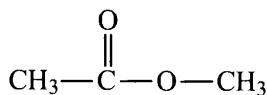


бензойная кислота

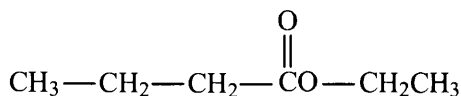


фталевая кислота

**Номенклатура сложных эфиров.** Название сложного эфира карбоновой кислоты образуют из названия радикала эфирной части (в виде приставки) а затем — остатка кислоты:

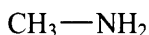


метилацетат (метилвый эфир уксусной кислоты)



этилбутанат (этиловый эфир масляной кислоты)

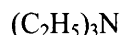
**Номенклатура аминов.** Чаще всего амины называют по радикально-функциональной номенклатуре, перечисляя заместители в радикальной форме:



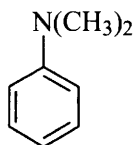
метиламин



метилэтиламин

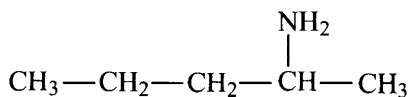


триэтиламин



диметиланилин

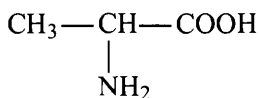
Другой способ — добавление суффикса *-амин* к названию родонального соединения, например:



пентамин-2

**Номенклатура аминокислот.** Как правило, для аминокислот используют тривиальные названия. По номенклатуре ИЮПАК названия аминокислот складываются из названия соответствующей кислоты с добавлением в качестве приставки слова «амино». При этом положение аминогруппы в цепи указывают цифрами.

По рациональной номенклатуре слово «амино» добавляется к тривиальному названию карбоновой кислоты, а положение аминокруппы обозначается буквами греческого алфавита. Например:



α-аминопропионовая кислота

**Характерные химические свойства углеводородов: алканов, алкенов, диенов, алкинов.** Углеводородами называют органические соединения, в состав которых входят только атомы углерода и водорода.

Углеводороды, имеющие незамкнутую, открытую цепь углеродных атомов (прямую или разветвленную), называют ациклическими (алифатическими или жирными) соединениями.

Все алифатические углеводороды делят по характеру связей между атомами углерода на предельные (насыщенные) и непредельные (ненасыщенные) углеводороды.

Алифатические предельные углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой простой (одинарной) σ-связью, называют алканами. Общая формула гомологического ряда алканов  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

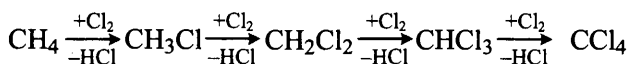
Все атомы углерода в алканах находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации. При этом все четыре электронные орбитали атома углерода составляют между собой угол  $109^\circ 28'$ .

Химические превращения алканов идут только при сообщении им достаточно высокой энергии за счет нагревания или УФ-облучения. При этом может произойти или разрыв связи C—H с последующей заменой атома водорода на другой атом или группу атомов, или же разрыв молекулы по связи C—C.

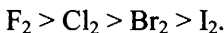
Большинство реакций алканов протекают по механизму радикального замещения  $S_R$ . В этих реакциях реакционная способность атомов водорода убывает в ряду: третичные > вторичные > первичные, т. е. если в молекуле алкана имеются одновременно третичные, вторичные и первичные атомы водорода, то вначале будет происходить их замещение по третичному, затем реакция пойдет по вторичным атомам и только после этого по первичным.

Ниже приведены уравнения химических реакций алканов на примере метана и бутана.

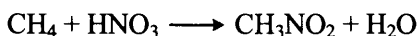
При хлорировании метана происходит последовательное замещение атомов водорода на атомы хлора и образуются хлористый метил, дихлорметан (метиленхлорид), трихлорметан (хлороформ) и четыреххлористый углерод:



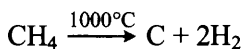
Реакционная способность галогенов уменьшается в ряду:



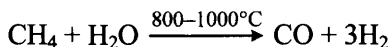
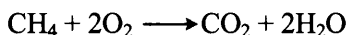
При реакции метана с азотной кислотой образуется нитрометан:



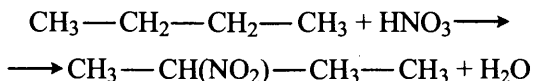
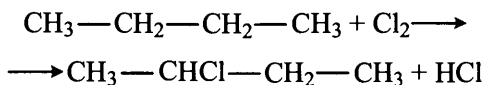
Термические превращения метана протекают по следующим направлениям:



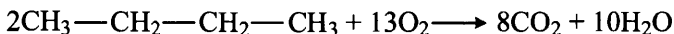
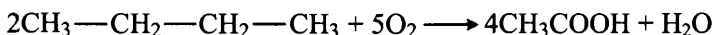
Окисление метана можно описать реакциями:



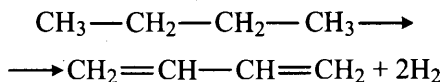
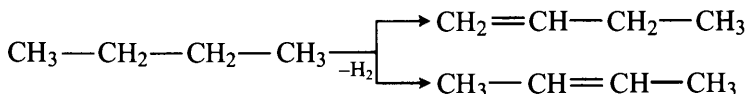
Галогенирование и нитрование бутана протекают по вторичному атому водорода:



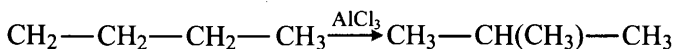
Каталитическое окисление бутана приводит к уксусной кислоте, а горение в кислороде — к углекислому газу и воде:



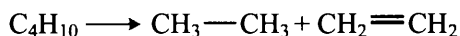
Реакции дегидрирования (отщепления водорода) протекают по разным направлениям:



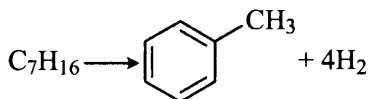
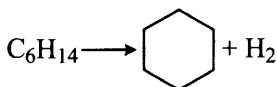
При нагревании бутана в присутствии безводного хлорида алюминия происходит его изомеризация:



При крекинге бутана образуются этан и этен:



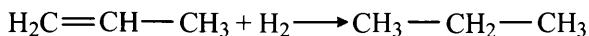
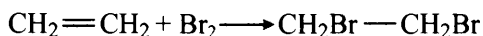
Алканы с более длинной цепью, например гексан или гептан, вступают в реакции циклизации:



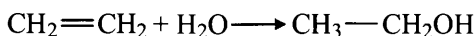
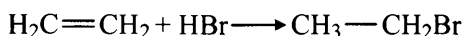
**Алкенами**, или олефинами, называют алифатические непредельные углеводороды, имеющие в своем составе одну двойную связь  $\text{>C}=\text{C}<$ . Родоначальником этого класса органических соединений является этилен  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ . Общая формула гомологического ряда алкенов  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .

Для алкенов наиболее характерными являются реакции соединения по двойной связи. Они протекают по механизму электрофильного присоединения ( $\text{A}_\text{E}$ ).

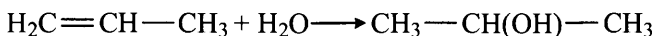
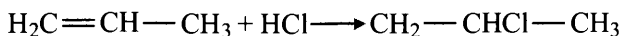
Все алкены реагируют с галогенами, при небольшом нагревании присоединяют водород:



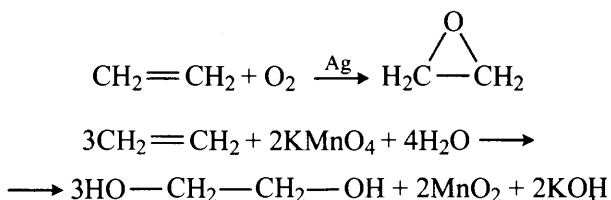
Этен реагирует с галогенводородами и водой:



Присоединение галогеноводородов и воды к несимметричным алкенам идет по правилу Марковникова: *атом водорода присоединяется к наиболее гидrogenизированному, т.е. связанному с наибольшим числом водородных атомов атому углерода*. По легкости присоединения к алкенам галогеноводороды можно расположить в ряд:  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$



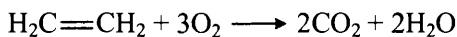
Реакции окисления алкенов в зависимости от условий идут по разным направлениям:



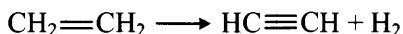
Сильные окислители (раствор  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде, хромовая смесь) вызывают расщепление алкенов по двойной связи с образованием карбоновых кислот:



В результате горения алкенов образуется углекислый газ и вода:

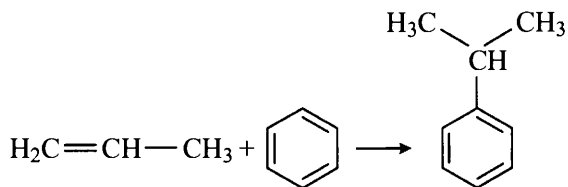


При дегидрировании алкенов образуются алкины:

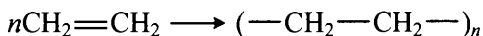




Алкены вступают в реакции соединения с бензолом:



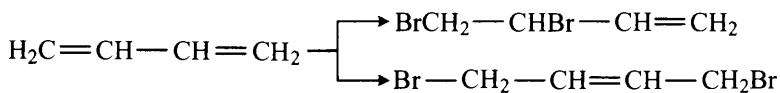
Алкены вступают в реакцию полимеризации:



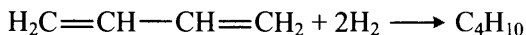
Непредельные углеводороды, содержащие в своем составе две двойные углерод-углеродные связи, называют *диеновыми углеводородами*. Общая формула таких соединений  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ .

Далее будут рассмотрены свойства диенов с двойными связями, разделенными одной простой связью. Их называют конъюгированными, или сопряженными диенами. Эти соединения обладают специфическими химическими свойствами и имеют наибольшее практическое значение.

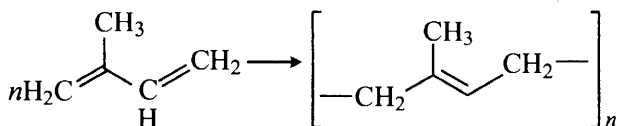
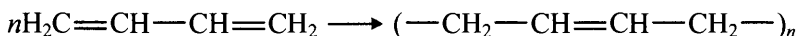
Сопряженные диены обладают своеобразными химическими свойствами, что проявляется в реакциях присоединения, которые идут не только по одной или двум отдельным двойным связям (1,2-присоединение), но и по противоположным концам молекулы (1,4-присоединение). Выход продуктов 1,2- или 1,4-присоединения определяется характером реагента и условиями реакции.



Гидрирование диенов приводит к алканам:

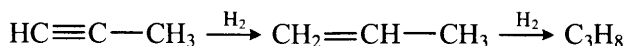


Полимеризация диенов проходит по уравнениям:

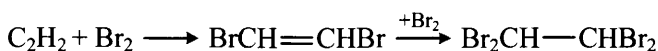


Ненасыщенные углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь, называют **ацетиленовыми углеводородами**, или **алкинами**. Общая формула этого класса соединений  $C_nH_{2n-2}$ .

В присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni) происходит восстановление алкинов в алкены и алканы:



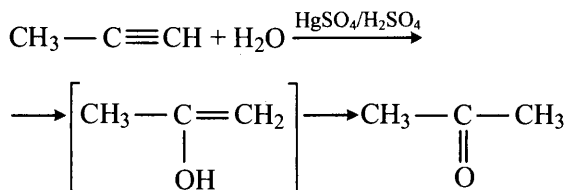
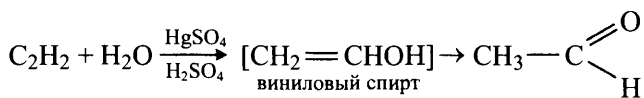
**Галогенирование** ацетилена идет медленнее, чем галогенирование этилена:



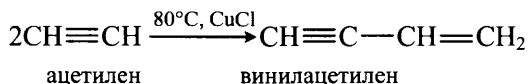
**Гидрогалогенирование.** Взаимодействие галогеноводородов с алкинами идет медленнее, чем с алкенами:



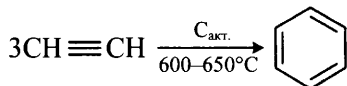
Алкины в присутствии солей ртути присоединяют воду с образованием карбонильных соединений. Эту реакцию называют **реакцией Кучерова**. Она идет через стадию образования неустойчивого винилового спирта:



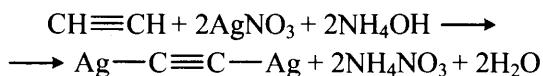
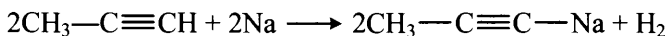
Алкины в зависимости от условий реакции дают различные продукты полимеризации. Например, при температуре 80 °С ацетилен димеризуется в винилацетилен. Реакция идет в присутствии хлорида меди (I):



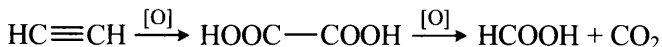
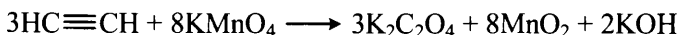
В присутствии активированного угля и температуре 600–650 °С ацетилен тримеризуется в бензол:



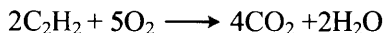
Атомы водорода в молекуле ацетилена и его гомологов обладают слабокислотными свойствами. Ацетилен является более слабой кислотой по сравнению с водой, но более сильной по сравнению с аммиаком. Поэтому ацетилен и его гомологи способны вступать в реакции металлизации, например:



Окисление ацетилена перманганатом калия приводит в нейтральной среде к соли щавелевой кислоты — оксалату калия. В кислой среде образуется сама щавелевая кислота, которая при дальнейшем окислении расщепляется на муравьиную кислоту и оксид углерода (IV):



На воздухе ацетилен горит ярким коптящим пламенем:



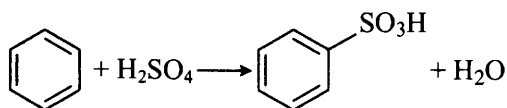
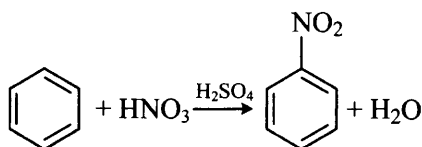
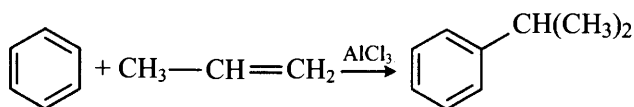
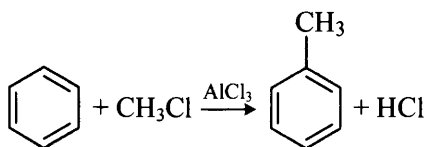
**Характерные химические свойства ароматических углеводородов: бензола и толуола.** *Ароматическими углеводородами*, или аренами, называют группу соединений карбоциклического ряда, молекулы которых содержат устойчивую циклическую группировку (бензольное кольцо), обладающую особыми химическими свойствами.

Простейшим ароматическим соединением является бензол. Его формула  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Общая формула гомологов бензола  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ .

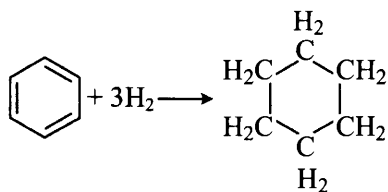
Для ароматических углеводородов наиболее характерны *реакции замещения* и некоторые *реакции присоединения*.

Как правило, все реакции замещения в ароматических соединениях протекают по электрофильному механизму  $\text{S}_\text{E}$ . К таким реакциям относятся реакции алкилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования, ацилирования и другие.

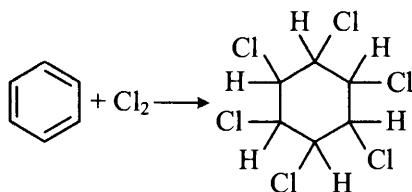
Ниже на примере бензола приведен ряд реакций, имеющих важное синтетическое и промышленное значение:



Кроме реакций электрофильного замещения бензол и его гомологи могут вступать в реакции присоединения. Эти реакции немногочисленны и идут с трудом:

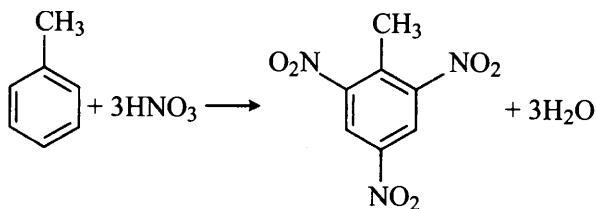
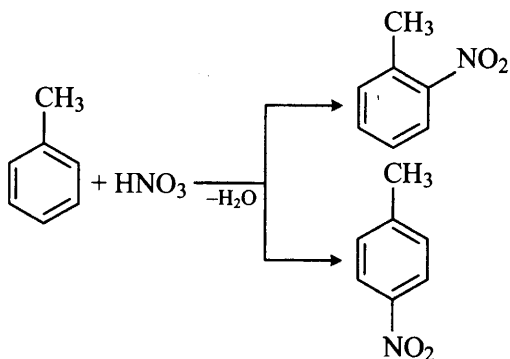
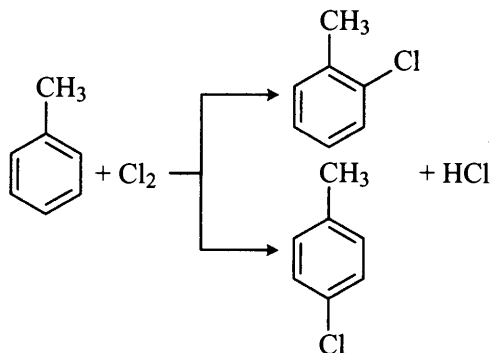


циклогексан

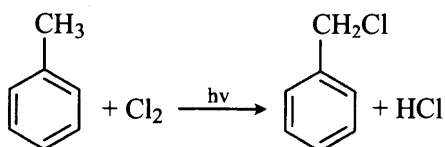


гексахлорциклогексан (гексахлоран)

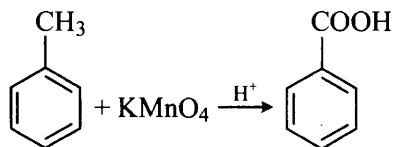
В молекуле толуола достаточно ярко проявляется взаимное влияние метильного радикала на ароматическое ядро и ароматического ядра на метильный радикал. Толуол вступает в реакции замещения легче, чем бензол. Метильная группа ориентирует вхождение заместителей в *орто*- и *пара*-положения:



Галогенирование атомов водорода боковой цепи:



Окисление метильного радикала сильными окислителями, например перманганатом калия, в кислой среде приводит к бензойной кислоте:

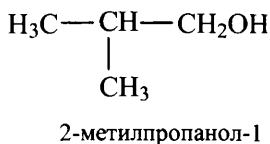
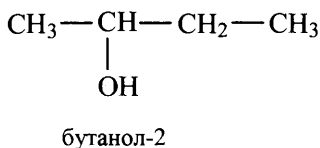
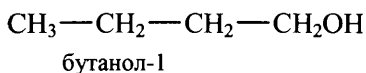


**Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов; фенола.** *Спиртами* называют производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на соответствующее число гидроксильных групп ( $\text{—OH}$ ).

По характеру радикала спирты классифицируют на *насыщенные* и *ненасыщенные*, по числу гидроксильных групп на *одноатомные*, *двухатомные*, *трехатомные* и *многоатомные*.

В зависимости от того, к какому атому углерода присоединена гидроксильная группа, спирты делят на *первичные*, *вторичные* и *третичные*.

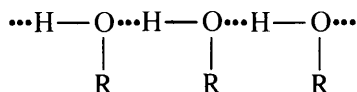
Для спиртов характерна изомерия углеродной цепи и изомерия положения гидроксильной группы. Например, для бутанола известно четыре изомера:



Соединения, имеющие общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ , называют *предельными одноатомными спиртами*.

Предельные одноатомные спирты с числом углеродных атомов  $C_1$  —  $C_{12}$  представляют собой жидкости. Спирты с числом атомов  $C_{13}$  —  $C_{20}$  являются мазеобразными веществами. Начиная с соединения  $C_{21}H_{43}OH$  спирты — твердые вещества. Плотности спиртов меньше плотности воды. Низшие спирты имеют специфический алкогольный запах. Запах спиртов  $C_4$  —  $C_5$  сладковатый, удушливый.

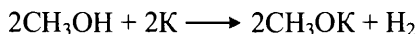
В жидком состоянии молекулы спиртов ассоциированы за счет образования водородных связей:



Из-за этого явления спирты имеют более высокие температуры кипения по сравнению с углеводородами или галогенпроизводными с тем же числом атомов углерода. В водных растворах спиртов возникают водородные связи между молекулами спирта и воды, что обуславливает хорошую растворимость низших спиртов в воде. С увеличением молекулярной массы растворимость спиртов падает.

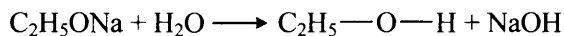
Химические свойства спиртов определяются наличием реакционноспособной гидроксильной группы и строением связанного с ней углеводородного радикала. Их делят на три большие группы:

**Реакции по связи O—H.** Атом водорода гидроксильной группы способен вступать в реакции замещения. Спирты реагируют со щелочными металлами с образованием алкоголятов и выделением водорода:

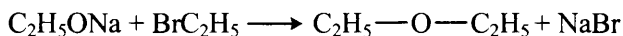


По реакционной способности с щелочными металлами спирты располагаются в ряду: первичные > вторичные > третичные.

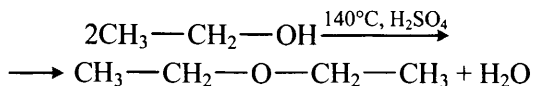
*Алкоголятами* (алкоксидами) называют металлические производные спиртов, например,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$  — этилат натрия или этоксид натрия. Алкоголяты представляют собой твердые вещества, легко подвергающиеся гидролизу:



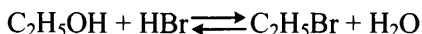
Реакция алкоголятов с галоидными алкилами приводит к простым эфирам:



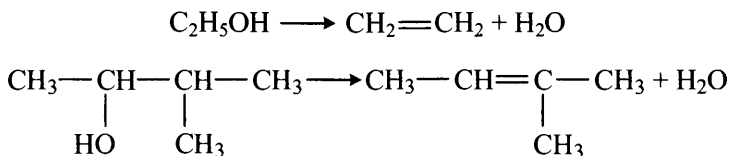
Межмолекулярная дегидратация спиртов также приводит к простым эфирам. Для этилового спирта эта реакция характерна при температуре не выше 140 °С:



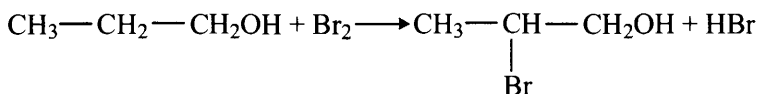
**Реакции по связи С—ОН.** Спирты вступают в обратимую реакцию с галогенводородными кислотами. Равновесие этой реакции смещают в сторону галоидного алкила с помощью водоотнимающих средств, например  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



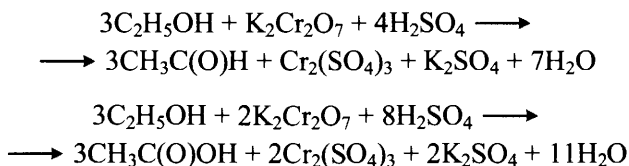
Внутримолекулярная дегидратация спиртов идет в присутствии катализатора — серной кислоты (температура 140–170 °С) или в присутствии  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при температуре 400 °С. Отщепление атома водорода идет по правилу Зайцева: *атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода*. Примеры:



Галогенирование спиртов.

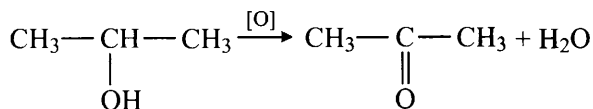


Спирты окисляются под действием сильных окислителей. Направление реакции зависит от природы окислителя и температуры реакции. Так, бихромат калия или перманганат калия в кислой среде на холоду окисляет первичные спирты до альдегидов. При нагревании эта реакция завершается образованием карбоновой кислоты, например:





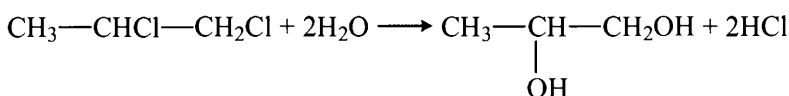
Вторичные спирты окисляются до кетонов:



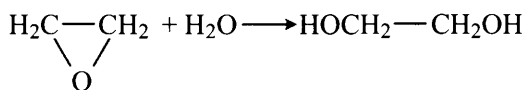
Спирты с двумя гидроксильными группами, расположенными при различных углеродных атомах, называют **алкандиолами**, или **гликолями**. Общая формула таких спиртов  $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{OH})_2$ .

Для двухатомных спиртов возможна изомерия углеродного скелета и изомерия положения гидроксильных групп.

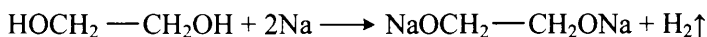
Диолы получают гидролизом дигалоидалканов или контролируемым окислением алкенов перманганатом калия в водном растворе:



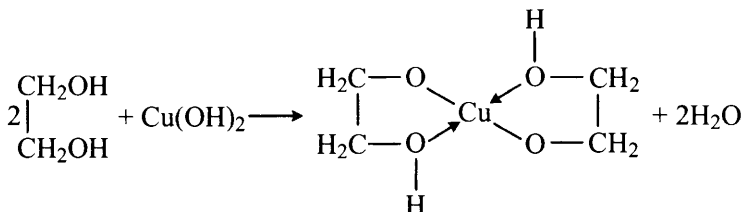
Этиленгликоль получают гидратацией окиси этилена:



Гликоли реагируют со щелочными металлами с образованием алколятов:



При этом они могут вступать в реакции как по одной, так и по обоим гидроксильным группам. С увеличением в спиртах числа гидроксильных групп их кислотные свойства усиливаются. Гликоли взаимодействуют со свежеосажденным гидроксидом меди (II) с образованием комплексного соединения — гликолята меди, имеющего характерную голубую окраску:



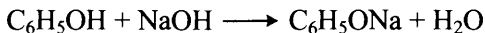




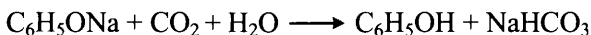
Кислотность фенола зависит от характера заместителей в ядре. Электроноакцепторные заместители (галогены, нитрогруппы) приводят к увеличению кислотных свойств фенола.

Фенолы являются гораздо более сильными кислотами по сравнению со спиртами, но значительно слабее минеральных кислот.

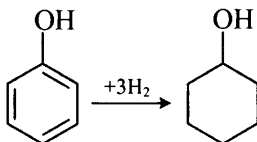
Фенол реагирует со щелочами с образованием солей — фенолятов:



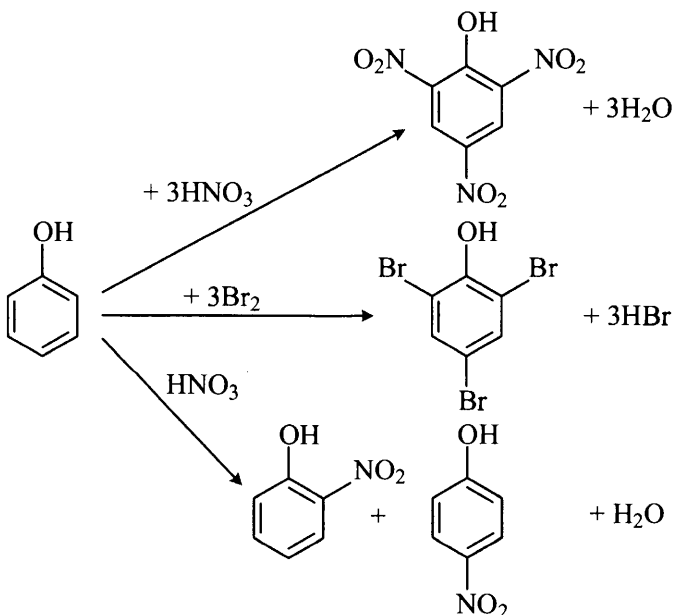
Так как фенол является очень слабой кислотой, то даже угольная кислота способна вытеснить его из солей:



Гидрирование фенола идет при нагревании в присутствии никеля в качестве катализатора. В результате образуется циклогексанол:



Реакция замещения. OH-группа является *орто-пара*-ориентантом. Фенол гораздо легче по сравнению с бензолом вступает в реакции с бромом и азотной кислотой. В зависимости от условий реакции происходит замещение одного или нескольких атомов водорода:



**Характерные химические свойства альдегидов, кетонов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров.** Производные углеводов, в которых содержится одна или несколько карбонильных групп  $>C=O$ , называют *карбонильными соединениями*.

*Альдегидами* называют класс химических соединений, у которых карбонильная группа связана с одним углеводородным радикалом и атомом водорода. Исключением является родоначальник ряда альдегидов — формальдегид, или муравьиный альдегид  $H-C(O)H$ . В этом соединении карбонильная группа связана с двумя атомами водорода.

У альдегидов возможна изомерия углеродного скелета молекулы.

*Кетонами* называют соединения, в которых карбонильная группа связана с двумя одинаковыми или разными углеводородными радикалами.

В зависимости от характера радикалов, связанных с карбонильной группой, альдегиды и кетоны могут быть насыщенными и ненасыщенными, алифатическими и ароматическими.

Для кетонов характерна изомерия углеродного скелета и изомерия положения карбонильной группы.

Сведения о физических свойствах некоторых альдегидов и кетонов приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

**Физические свойства некоторых альдегидов**

Название	Структурная формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Формальдегид (метаналь)	$H-C(O)H$	-92,0	-21,0
Ацетальдегид (этаналь)	$CH_3-C(O)H$	-123,5	20,8
Пропионовый альдегид (пропаналь)	$CH_3CH_2C(O)H$	-81,0	48,8
n-Масляный альдегид (бутаналь)	$CH_3(CH_2)_2C(O)H$	-99,0	74,7
Изомасляный альдегид (2-метилпропаналь)	$CH_3-CH-C(O)H$   $CH_3$	-66	61
Акролеин (пропеналь)	$CH_2=CH-C(O)H$	-87,7	52,5
Бензальдегид	$C_6H_5C(O)H$	-56	179,5

## Физические свойства некоторых кетонов

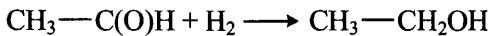
Название	Формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Ацетон (диметилкетон, пропанон)	$\text{CH}_3\text{—C(O)—CH}_3$	-95,0	56,1
Метилэтилкетон (бутанон-2)	$\text{CH}_3\text{C(O)CH}_2\text{CH}_3$	-86,4	79,6
Диэтилкетон (пентанон-3)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{C(O)C}_2\text{H}_5$	-42,0	101,7
Циклогексанон	$(\text{CH}_2)_5\text{C=O}$	-31,2	156,7
Ацетофенон (метилфенилкетон)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C(O)CH}_3$	19,6	202,3

Химические свойства альдегидов определяются наличием в составе их молекул карбонильной группы. Условно все реакции альдегидов можно разделить на две группы:

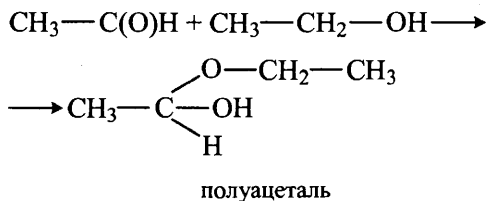
- 1) идущие по карбонильной группе;
- 2) идущие по углеводородному радикалу.

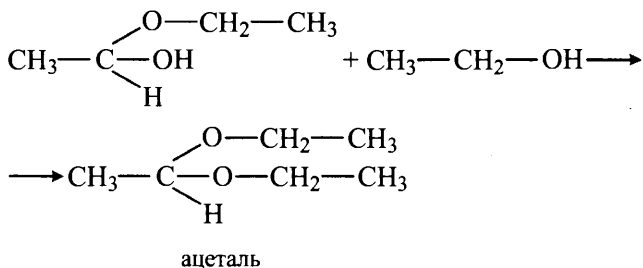
**1. Реакции присоединения по карбонильной группе.** Эти реакции протекают по механизму нуклеофильного присоединения (условное обозначение  $A_N$ ).

Альдегиды под действием различных восстановителей (водород, алюмогидрид лития) превращаются в первичные спирты.

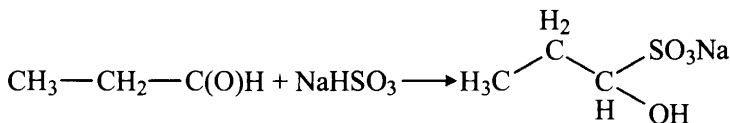


Альдегиды реагируют со спиртами. В зависимости от соотношения между реагентами образуются либо полуацетали, либо ацетали.

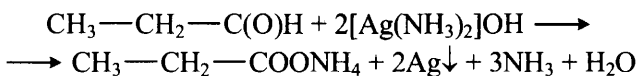




Реакцию альдегидов с гидросульфитами, например гидросульфитом натрия, используют для выделения альдегидов из смеси с другими веществами, а также для очистки альдегидов, так как сульфопроизводные легко гидролизуются:

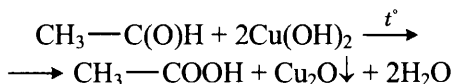


Альдегиды легко окисляются под действием различных окислителей. Например, взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра идет по схеме:



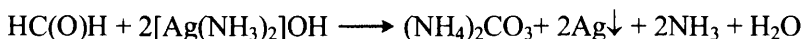
Эту реакцию называют реакцией «серебряного зеркала».

Альдегиды реагируют со свежесосажденным гидроксидом меди (II) при нагревании. При этом образуется оксид меди (I), имеющий кирпично-красную окраску, например:



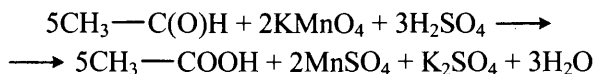
Эту реакцию, как и реакцию «серебряного зеркала», используют для качественного обнаружения альдегидов.

Для формальдегида реакция «серебряного зеркала» идет по особому направлению:

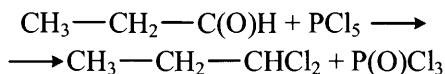


Это связано с тем, что на первой стадии процесса образуется муравьиная кислота, сочетающая в себе одновременно функцию кислоты и альдегида.

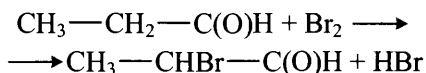
Окисление альдегидов сильными окислителями, например перманганатом калия в кислой среде, идет следующим образом:



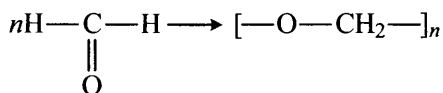
Реакция альдегидов с пятихлористым фосфором приводит к дигалогеналканам, у которых атомы галогена находятся у одного и того же атома углерода, например:



**2. Реакции по углеводородному радикалу.** Атомы водорода при атоме углерода, связанном с альдегидной группой, обладают большей реакционной способностью по сравнению с другими атомами водорода в цепи. Поэтому галогенирование альдегидов всегда проходит по этому атому:



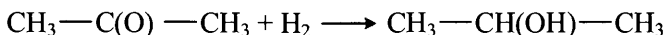
Под действием кислот формальдегид превращается в полимер линейного строения — паральдегид:



$$n = 10 - 100$$

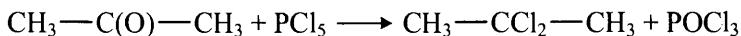
**Кетоны** являются менее реакционноспособными соединениями по сравнению с альдегидами, что объясняется электронодонорным эффектом алкильных групп.

Как и альдегиды, кетоны восстанавливаются водородом (с образованием вторичных спиртов):

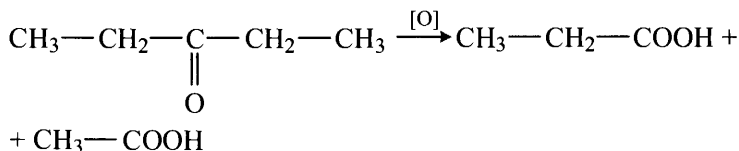




Кетоны взаимодействуют с пятихлористым фосфором с образованием дихлоралканов:



Кетоны не окисляются в условиях реакции «серебряного зеркала». Под действием сильных окислителей происходит разрыв углеродной цепи и образуется смесь кислот. При этом симметрические кетоны образуют не более двух кислот, а кетоны с различными радикалами дают несколько кислот:



**Карбоновыми кислотами** называют производные углеводов, содержащие в своем составе одну или несколько карбоксильных групп —COOH. Общая формула карбоновых кислот R—COOH. В зависимости от природы радикала, связанного с карбоксильной группой, карбоновые кислоты делят на предельные и непредельные, а число карбоксильных групп определяет основность кислот. Общая формула гомологического ряда предельных одноосновных карбоновых кислот  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ .

Физические свойства некоторых монокарбоновых кислот приведены в таблице 7.

Таблица 7

**Физические свойства одноосновных карбоновых кислот**

Название кислоты	Формула	Температура кипения (в °С)
Муравьиная	H—COOH	101
Уксусная	CH <sub>3</sub> —COOH	118
Пропионовая	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —COOH	141
Масляная	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —COOH	163
Валериановая	CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> —COOH	186
Капроновая	CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> —COOH	205
Энантовая	CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> —COOH	223

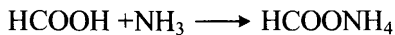
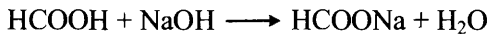
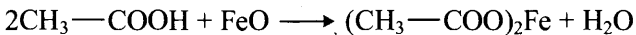
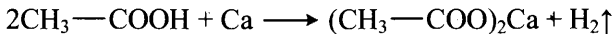
Название кислоты	Формула	Температура кипения (в °С)
Пальмитиновая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$	Твердые вещества
Маргариновая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{15}-\text{COOH}$	
Стеариновая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	

Химические свойства карбоновых кислот определяются наличием в их молекуле карбоксильной группы.

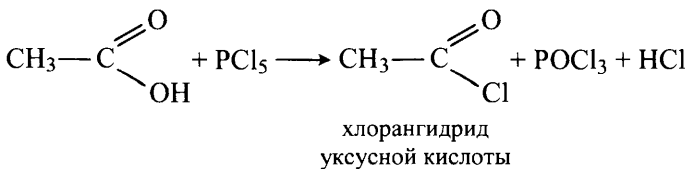
Сила кислот зависит от природы радикала, связанного с карбоксильной группой. Если радикал обладает электронодонорными свойствами, то сила кислот уменьшается, если электроноакцепторными — увеличивается.

Самой сильной из предельных одноосновных карбоновых кислот является муравьиная кислота. Все остальные члены гомологического ряда являются довольно слабыми кислотами. Замена атомов водорода в радикале на электроотрицательные атомы, например галогены, приводит к увеличению кислотности. Например, хлоруксусная кислота будет сильнее уксусной, трихлоруксусная сильнее монохлоруксусной, монофторуксусная сильнее монохлоруксусной.

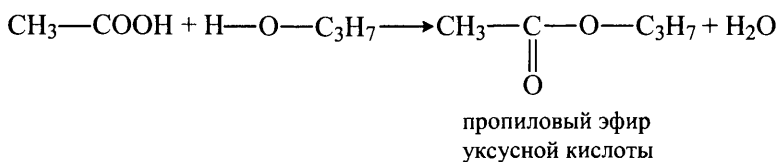
**Образование солей.** Карбоновые кислоты образуют соли при взаимодействии с металлами, оксидами металлов, щелочами или основаниями:



Взаимодействие карбоновых кислот с хлоридом фосфора (V) или хлористым тионилем приводит к образованию хлорангидридов кислот, например:

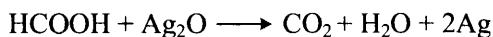


В присутствии минеральных кислот, например, концентрированной серной кислоты, карбоновые кислоты реагируют со спиртами с образованием веществ, называемых сложными эфирами.

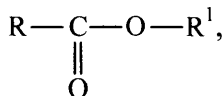


Эта реакция называется реакцией *этерификации*. Особенностью этой реакции является то, что для образования воды атом водорода отщепляется от спирта, а OH-группа — от молекулы кислоты.

*Муравьиная кислота* HC(O)OH — родоначальник гомологического ряда карбоновых кислот. Особенности химического строения муравьиной кислоты обуславливают ее своеобразные свойства. С одной стороны, муравьиная кислота является карбоновой кислотой, а с другой — альдегидом. Поэтому она является сильным восстановителем и вступает в типичные для альдегидов реакции:



*Сложными эфирами* называют класс химических соединений — производных карбоновых кислот, в которых атом водорода карбоксильной группы замещен на углеводородный радикал, или производные спиртов, в которых атом водорода гидроксильной группы замещен на кислотный остаток карбоновой кислоты. Структурная формула сложных эфиров в общем виде:



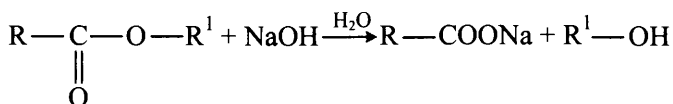
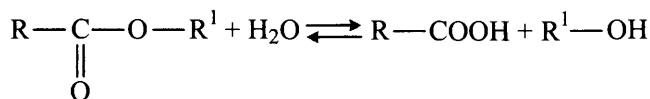
где R и R<sup>1</sup> — углеводородные радикалы.

Для сложных эфиров характерна изомерия углеводородных радикалов кислот и спиртов, составляющих сложный эфир, а также межклассовая изомерия с карбоновыми кислотами.

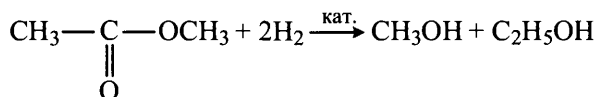
Наиболее важными являются следующие реакции сложных эфиров.

**Гидролиз.** Эта реакция является обратной реакции этерификации.

Она протекает в кислой или щелочной среде:



**Восстановление.** При восстановлении сложных эфиров образуется смесь спиртов, например:



**Аминами** называют органические соединения, являющиеся продуктами замещения атомов водорода в аммиаке углеводородными радикалами. **Алифатическими** называют амины, в которых атомы водорода замещены алифатическими углеводородными радикалами. **Ароматическими** называют амины, в которых атомы водорода замещены ароматическими радикалами. В зависимости от того, сколько атомов водорода замещено, различают первичные, вторичные и третичные амины.

Низшие амины представляют собой газы, хорошо растворимые в воде. Амины с большой молекулярной массой представляют собой жидкости с неприятным запахом испорченной рыбы. Высшие амины являются твердыми веществами без запаха. Физические свойства некоторых аминов приведены в таблице 8.

Таблица 8

Физические свойства ряда аминов

Название	Структурная формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Метиламин	$\text{CH}_3-\text{NH}_2$	-92,5	-6,5
Диметиламин	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	-96	7,4
Триметиламин	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	-124	3,5

Название	Структурная формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Этиламин	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2$	-80,6	16,6
Диэтиламин	$(\text{CH}_3\text{—CH}_2)_2\text{NH}$	-50	55,8
Триэтиламин	$(\text{CH}_3\text{—CH}_2)_3\text{N}$	-11,5	89,5
<i>n</i> -Пропиламин	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	-83	48,7
Анилин (аминобензол)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	6,2	184,4

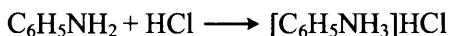
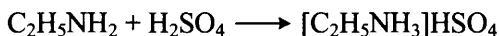
Химические свойства аминов определяются наличием в их составе аминогруппы, атом азота которой содержит неподеленную электронную пару. Амины проявляют основные свойства. В водных растворах амины, присоединяя протон, образуют аммонийные соединения. Реакция этих растворов щелочная.



Основность аминов отличается от основности аммиака. Алифатические амины жирного ряда обладают по сравнению с аммиаком большими основными свойствами.

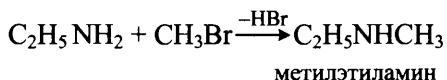
Ароматические амины обладают меньшей по сравнению с аммиаком основностью.

Амины реагируют с кислотами с образованием солей:

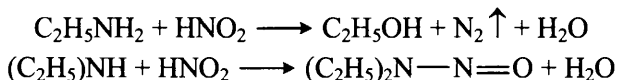


Эти соли являются аналогами солей аммония.

Для аминов характерна реакция алкилирования, т.е. взаимодействия с галоидными алкилами:



Амины реагируют с азотистой кислотой, при этом направление реакции зависит от природы амина. Первичные амины переходят в спирты, а вторичные — в *N*-нитрозоамины, которые представляют собой маслянистые жидкости с характерным запахом.



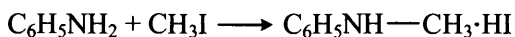
Третичные амины с азотистой кислотой не реагируют, поэтому азотистая кислота является соединением, позволяющим определить тип амина.

Амины горят на воздухе. При этом выделяется азот, углекислый газ и вода:



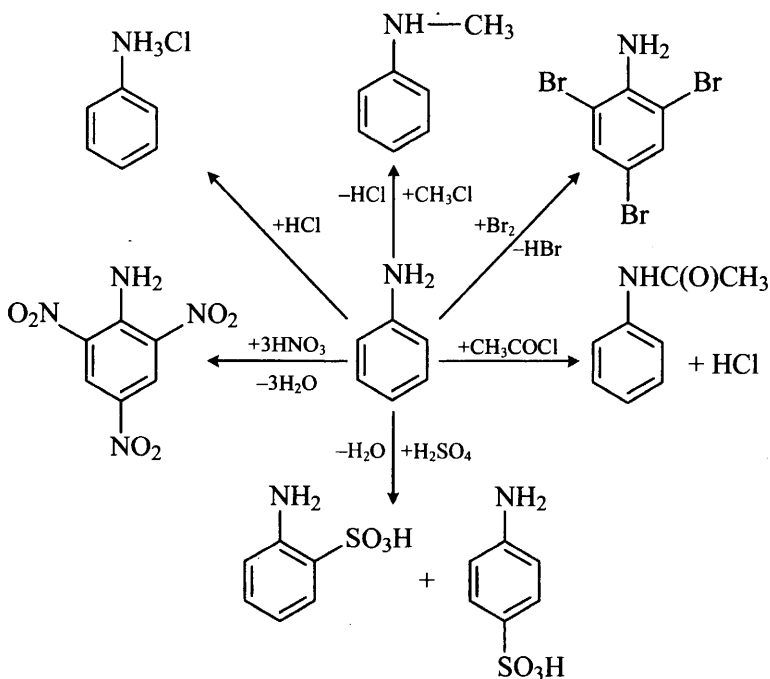
Анилин  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  представляет собой бесцветную жидкость с т. кип.  $184,4^\circ\text{C}$ . Его получают по реакции Зинина — восстановлением нитробензола.

Анилин, как и алифатические амины, вступает в реакции алкилирования, дает соли при взаимодействии с кислотами:



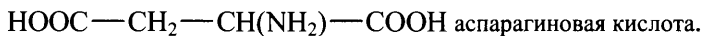
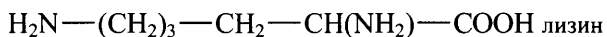
иодгидрат метиланилина

Ниже приведены реакции, иллюстрирующие характерные химические свойства анилина.

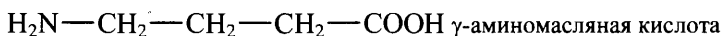


**Аминокислотами** называют соединения, содержащие в своем составе одновременно карбоксильную и аминогруппы. Простейшим представителем этого класса соединений является аминокислота или глицин —  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ .

В молекулах аминокислот могут содержаться и несколько аминокислотных и карбоксильных групп, например:



В зависимости от положения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе различают  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и т. д. аминокислоты.



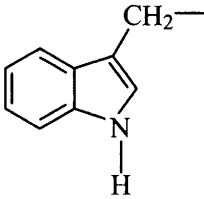
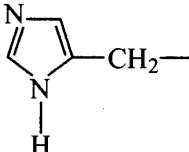
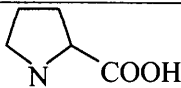
Изомерия аминокислот определяется изомерией углеродной цепи и изомерией положения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе.

Наибольшее практическое значение имеют  $\alpha$ -аминокислоты. Эти соединения дополнительно классифицируют по химической природе радикала. Во всех белковых веществах постоянно встречаются 20 аминокислот, формулы которых приведены в таблице 9.

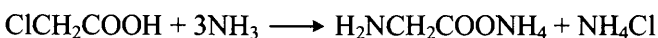
Таблица 9

**Формулы важнейших  $\alpha$ -аминокислот  $\text{H}_2\text{N}-\text{CHR}-\text{COOH}$**

Строение радикала R	Название
<i>Алифатические</i>	
H—	Глицин
CH <sub>3</sub> —	Аланин
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH—	Валин
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH—CH <sub>2</sub> —	Лейцин
CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH(CH <sub>3</sub> )—	Изолейцин
<i>Содержащие OH-группу</i>	
HO—CH <sub>2</sub> —	Серин
CH <sub>3</sub> —CH(OH)—	Треонин

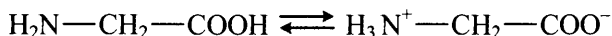
Строение радикала R	Название
<i>Содержащие COOH-группу</i>	
HOOC—CH <sub>2</sub> —	Аспарагиновая
HOOC—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —	Глутаминовая
<i>Содержащие CONH<sub>2</sub>-группу</i>	
H <sub>2</sub> N—C(O)—CH <sub>2</sub> —	Аспарагин
H <sub>2</sub> N—C(O)—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —	Глутамин
<i>Содержащие NH<sub>2</sub>-группу</i>	
H <sub>2</sub> N—(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —	Лизин
HN=C(NH <sub>2</sub> )—NH—(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —	Аргинин
<i>Серосодержащие</i>	
HS—CH <sub>2</sub> —	Цистеин
CH <sub>3</sub> —S—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —	Метионин
<i>Ароматические</i>	
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> —CH <sub>2</sub> —	Фенилаланин
п—HO—C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> —CH <sub>2</sub> —	Тирозин
<i>Гетероциклические</i>	
	Триптофан
	Гистидин
	Пролин

Наиболее общим методом получения аминокислот является действие избытка аммиака на галогенозамещенные карбоновые кислоты или их соли, например:

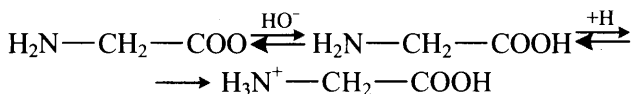




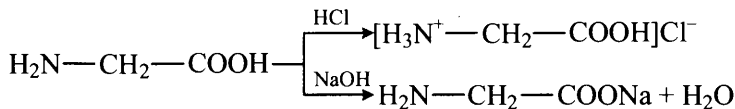
Моноаминокарбоновые кислоты представляют собой внутренние соли, которые образуются при переходе протона от карбоксильной группы к аминогруппе:



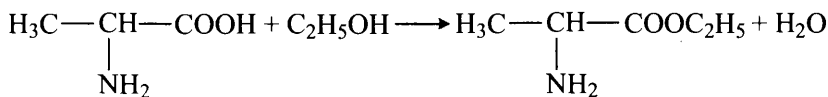
Такие соли называют *цвиттер-ионами*, или *биполярными ионами*. В кислой среде эти ионы ведут себя как катионы, а в щелочной — как анионы.



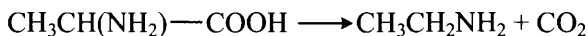
Аминокислоты проявляют свойства, характерные как для кислот, так и для аминов.



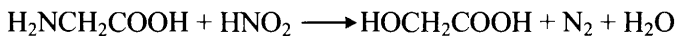
Образование сложных эфиров. Эта реакция происходит при взаимодействии аминокислот со спиртами, например:



Декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот происходит при их нагревании с гидроксидом бария, а в организме — под действием ферментов, например:

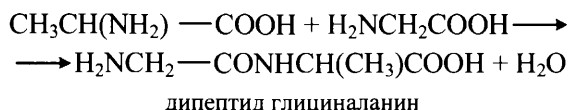
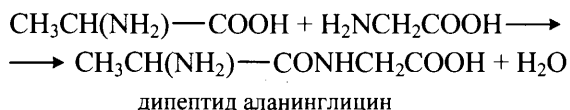


Реакция с азотистой кислотой. Идет аналогично взаимодействию азотистой кислоты с первичными аминами. При этом образуются оксикислоты, например:



На этой реакции основан метод количественного определения аминокислот.

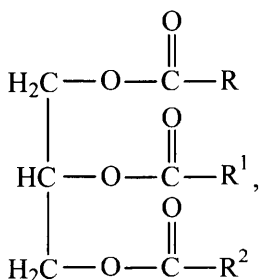
Образование пептидов. Аминокислоты реагируют между собой с образованием пептидов и выделением воды, например:



**Качественное определение  $\alpha$ -аминокислот.**  $\alpha$ -Аминокислоты образуют внутрикомплексные соли при взаимодействии со свежеосажденным гидроксидом меди. Эти соли имеют фиолетово-синее окрашивание.

$\alpha$ -Аминокислоты реагируют с нингидрином с образованием характерного сине-фиолетового окрашивания.

**Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки.** *Жирами* называют смесь сложных эфиров глицерина и высших карбоновых кислот. В состав жиров входят самые разнообразные высшие жирные карбоновые кислоты, но только один спирт — глицерин. Именно поэтому эти сложные эфиры называют *глицеридами*. Общая формула жиров:



где R, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, — углеводородные остатки.

*Простыми* называют глицериды, содержащие кислотные остатки одинаковых кислот.

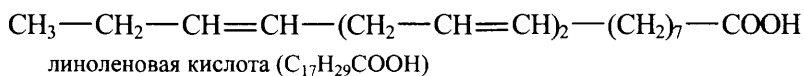
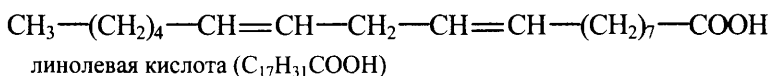
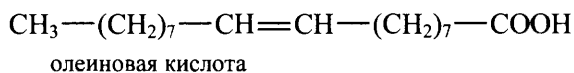
*Смешанными* называют глицериды, содержащие кислотные остатки разных кислот. Как правило, природные жиры являются сме-

шанными глицеридами. В их составе чаще всего встречаются кислоты с  $C_{16}$ – $C_{18}$ . Эти кислоты могут быть насыщенными и ненасыщенными.

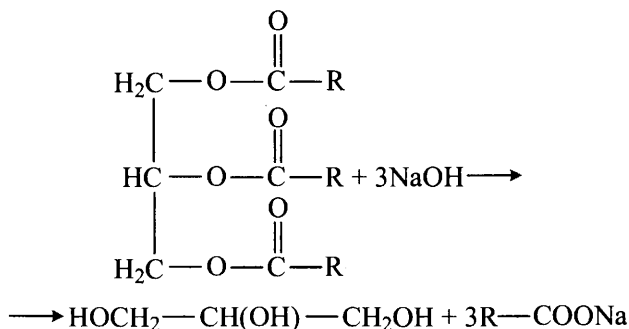
Наиболее важные насыщенные карбоновые кислоты, входящие в состав жиров, следующие:



Наиболее важные ненасыщенные карбоновые кислоты, входящие в состав жиров:

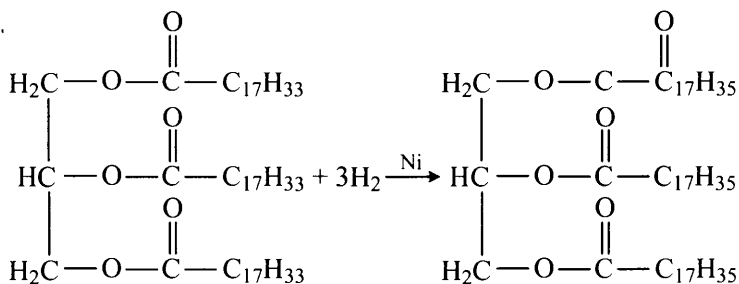


Наиболее важными химическими свойствами жиров является их способность к гидролизу и гидрогенизации. Гидролиз жиров происходит в кислой или щелочной среде при повышенной температуре. При гидролизе щелочью образуются глицерин и соли высших кислот — мыла, отсюда и происходит название этого процесса — омыление:



Гидрогенизация жиров. В присутствии мелкоиздробленного никеля происходит присоединение водорода по двойным связям нена-

сыщенных кислот. При этом жидкие растительные масла переходят в твердые, например:



**Углеводами** называют класс полиоксикарбонильных соединений, отвечающих общей формуле  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ . Эти соединения являются многоатомными альдегидспиртами, или многоатомными кетоспиртами. Углеводы широко распространены в природе и играют важную роль в жизни человека, животных и растений.

Углеводы делят на две группы: *моносахариды* и *полисахариды*. Моносахариды при гидролизе не способны распадаться на более простые углеводы. Полисахаридами называют углеводы, способные подвергаться гидролизу с образованием моносахаридов.

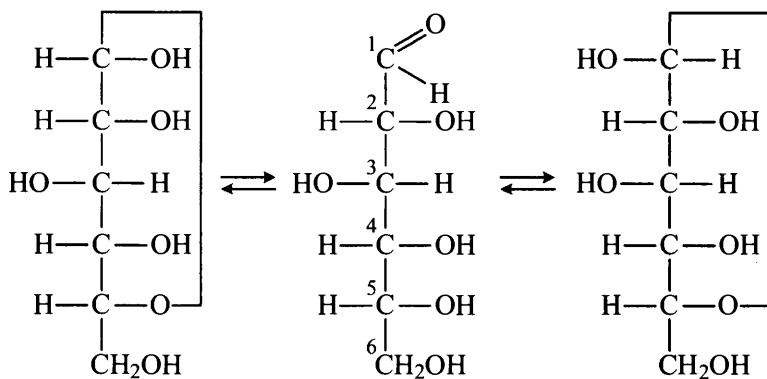
**Альдозами** называют моносахариды, имеющие в своем составе альдегидную группу.

**Кетозами** называют моносахариды, имеющие в своем составе кетогруппу. По числу углеродных атомов в молекуле моносахарида различают *гексозы*, *пентозы* и т.д.

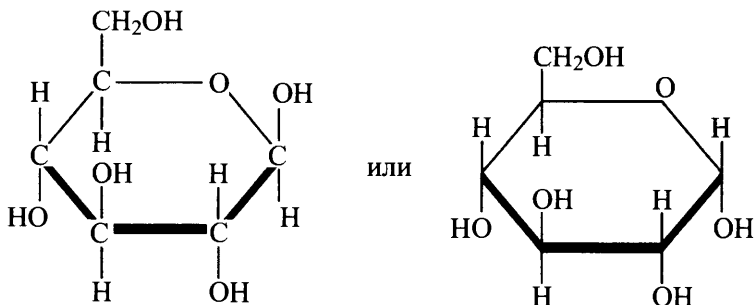
Полисахариды делят на *низкомолекулярные*, сахароподобные углеводы, растворимые в воде и сладкие на вкус, и *высокомолекулярные*, несакхароподобные углеводы, которые не имеют сладкого вкуса и нерастворимы в воде.

**Моносахариды.** Наиболее распространенными среди моносахаридов являются *глюкоза* и *фруктоза*. Глюкоза имеет формулу  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  и может существовать в линейной и циклической формах. Образование циклических форм можно объяснить строением углеродной цепи: гидроксильная группа пятого углеродного атома располагается вблизи альдегидной группы и атом водорода этой гидроксильной группы присоединяется по двойной  $\text{C}=\text{O}$  связи с образованием внутреннего

полуацетала. Образовавшаяся при этом гидроксигруппа называется *полуацетальным гидроксилом*:



Для изображения циклических форм сахаров используют перспективное изображение структур (так называемые *формулы Хеуорса*), которые наглядно показывают взаимное пространственное расположение гидроксильных групп. При этом, чтобы показать положение плоскости кольца, три связи, соединяющие атомы углерода и обращенные вперед, к читателю, обозначают жирными линиями, атомы углерода при написании формул по Хеуорсу обычно опускают.

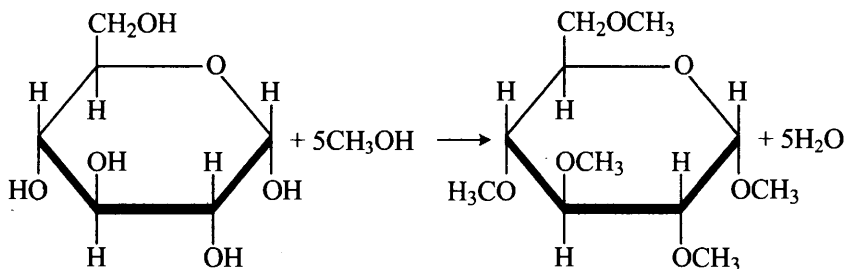


Для циклической формы одного и того же моносахарида возможно различное расположение в пространстве полуацетальной гидроксильной группы. Эти формы называют аномерами и обозначают как  $\alpha$ - и  $\beta$ -формы.

Моносахариды существуют преимущественно в виде циклических полуацеталей, но циклическая и альдегидная формы находятся в рав-

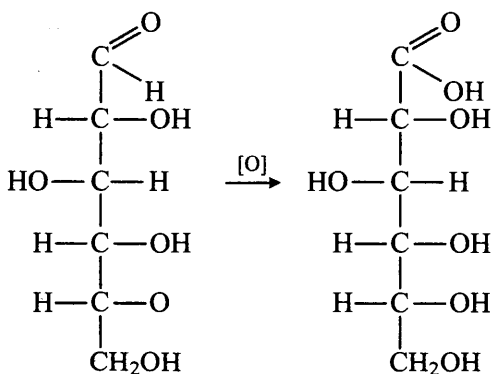
новесии друг с другом. Поэтому возможны реакции, характерные для альдегидной и циклической форм.

Химические свойства углеводов определяются функциональными группами, которые входят в состав углеводов. Как спирты они легко превращаются в простые и сложные эфиры, например:

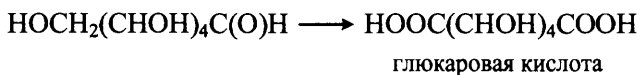


Наличие спиртовых групп обуславливает появление характерного ярко-синего окрашивания при взаимодействии со свежеосажденным гидроксидом меди (II).

Глюкоза очень легко в мягких условиях окисляется с образованием глюконовой кислоты. В качестве окислителей используют аммиачный раствор оксида серебра, свежеосажденный гидроксид меди (II) или бромную воду:

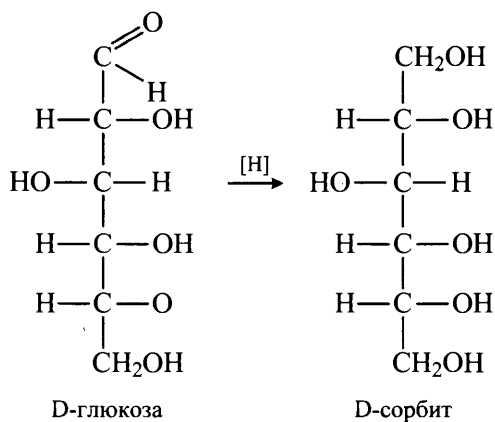


Окисление глюкозы разбавленной азотной кислотой приводит к D-глюконовой кислоте:



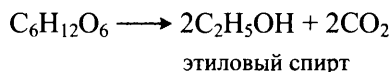
Концентрированная серная кислота обезвоживает глюкозу, превращая ее в углерод.

Восстановлением глюкозы получают шестиатомный спирт — сорбит:

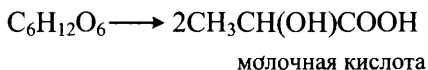


Под действием микроорганизмов глюкоза вступает в различные реакции. Этот процесс называют брожением. В зависимости от вида бактерий получают различные продукты реакции: этиловый спирт, молочную или масляную кислоты.

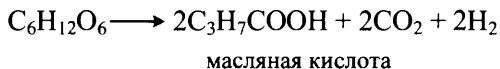
Спиртовое брожение (дрожжи):



Молочнокислородное брожение:



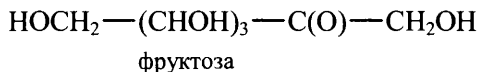
Маслянокислородное брожение:



Глюкоза является основным источником энергии для живых организмов. Процесс окисления глюкозы описывают уравнением:



Фруктоза является структурным изомером глюкозы и относится к кетогексозам:



## Химическая реакция

**Классификация химических реакций в неорганической и органической химии.** Классификацию химических реакций в неорганической и органической химии осуществляют на основании различных классифицирующих признаков, сведения о которых приведены в таблице 10.

Таблица 10

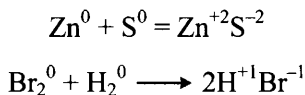
**Классификация химических реакций**

Классификационный признак (основание)	Классы реакций	Примеры
Изменение степени окисления	окислительно-восстановительные	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
	неокислительно-восстановительные	$\text{KOH} + \text{HBr} = \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
Характер процесса	соединение	$\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr};$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_6$
	разложение	$2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$
	замещение	$\text{Ni} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}\downarrow + \text{NiSO}_4$
	обмен	$\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
Обратимость	обратимые	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
	необратимые	$\text{BaBr}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KBr}$
Тип разрыва связей	гомолитические	$\text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot$
	гетеролитические	$\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^-$
Тепловой эффект	экзотермические	$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{Q}$
	эндотермические	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - \text{Q}$
Агрегатное состояние фаз	гомогенные	$\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ (все вещества находятся в водном растворе)
	гетерогенные	$4\text{FeS}_2 (\text{тв.}) + 11\text{O}_2 (\text{газ}) =$ $= 2\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{тв.}) + 8\text{SO}_2\uparrow (\text{газ})$
Наличие или отсутствие катализатора	некаталитические	$2\text{H}_2 + \text{S} = 2\text{H}_2\text{S}$
	каталитические	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{V}_2\text{O}_5} 2\text{SO}_3$

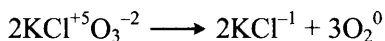
**Окислительно-восстановительными** называют реакции, сопровождающиеся изменением степеней окисления химических элементов, входящих в состав реагентов.



**Реакциями межмолекулярного окисления-восстановления** называют реакции, в которых обмен электронами происходит между различными атомами или молекулами, при этом атом-окислитель и атом-восстановитель в данных реакциях принадлежат разным веществам, например:

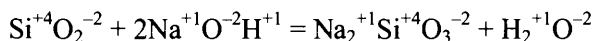


**Реакциями внутримолекулярного окисления-восстановления** называют реакции, в которых атом-окислитель и атом-восстановитель входят в состав одного и того же вещества:

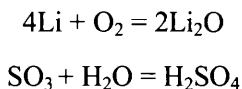


В данной реакции окислителем является атом хлора в степени окисления +5, а восстановителем — атом кислорода в степени окисления -2.

**Неокислительно-восстановительными** называют реакции, в которых степень окисления химических элементов, входящих в состав реагентов, не изменяется. Например:



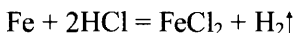
**Реакциями соединения** (иначе реакциями синтеза) называют химические реакции, в результате которых сложные молекулы получаются из нескольких более простых, например:



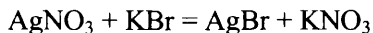
**Реакциями разложения** называют химические реакции, в результате которых простые молекулы получаются из более сложных, например:



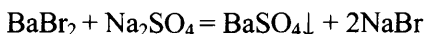
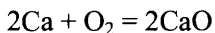
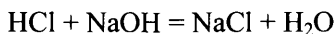
**Реакциями замещения** называют химические реакции, в результате которых атом или группа атомов в молекуле вещества замещается на другой атом или группу атомов, например:



**Реакциями обмена** называют химические реакции, протекающие без изменения степеней окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов, например:

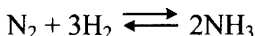


**Необратимыми** называют химические реакции, протекающие только в прямом направлении, в результате которых образуются продукты, не взаимодействующие между собой. К необратимым относят химические реакции, в результате которых образуются малодиссоциированные соединения, происходит выделение большого количества энергии, а также те, в которых конечные продукты уходят из сферы реакции в газообразном виде или в виде осадка, например:



**Обратимыми** называют химические реакции, протекающие при данной температуре одновременно в двух противоположных направлениях с соизмеримыми скоростями. При записи уравнений таких реакций знак равенства заменяют противоположно направленными стрелками.

Простейшим примером обратимой реакции является синтез аммиака взаимодействием азота и водорода:

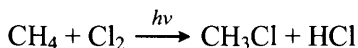


По типу разрыва химической связи в исходной молекуле различают гомолитические и гетеролитические реакции.

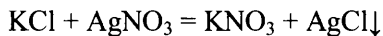
**Гомолитическими** называются реакции, при которых в результате разрыва связей образуются частицы, имеющие неспаренный электрон — свободные радикалы.

**Гетеролитическими** называют реакции, протекающие через образование ионных частиц — катионов и анионов.

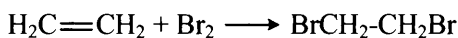
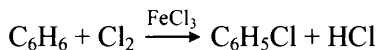
**Радикальными (цепными)** называют химические реакции с участием радикалов, например:



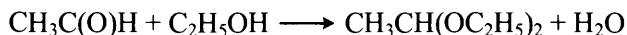
**Ионными** называют химические реакции, протекающие с участием ионов, например:



**Электрофильными** называют гетеролитические реакции органических соединений с электрофилами — частицами, несущими целый или дробный положительный заряд. Они подразделяются на реакции электрофильного замещения и электрофильного присоединения, например:



**Нуклеофильными** называют гетеролитические реакции органических соединений с нуклеофилами — частицами, несущими целый или дробный отрицательный заряд. Они подразделяются на реакции нуклеофильного замещения и нуклеофильного присоединения, например:



**Экзотермическими** называют химические реакции, идущие с выделением теплоты. Условное обозначение изменения энтальпии (теплосодержания)  $\Delta H$ , а теплового эффекта реакции  $Q$ . Для экзотермических реакций  $Q > 0$ , а  $\Delta H < 0$ .

**Эндотермическими** называют химические реакции, идущие с поглощением теплоты. Для эндотермических реакций  $Q < 0$ , а  $\Delta H > 0$ .

**Гомогенными** называют реакции, протекающие в однородной среде.

**Гетерогенными** называют реакции, протекающие в неоднородной среде, на поверхности соприкосновения реагирующих веществ, находящихся в разных фазах, например, твердой и газообразной, жидкой и газообразной, в двух несмешивающихся жидкостях.

**Каталитические реакции** протекают только в присутствии катализатора. **Некаталитические реакции** идут в отсутствие катализатора.

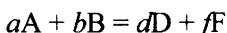
Классификация органических реакций приведена в таблице 11.

## Классификация органических реакций по механизму

Тип реакции	Радикальные (R)	Нуклеофильные (N)	Электрофильные (E)
Замещение (S)	Радикальное замещение ( $S_R$ )	Нуклеофильное замещение ( $S_N$ )	Электрофильное замещение ( $S_E$ )
Присоединение (A)	Радикальное присоединение ( $A_R$ )	Нуклеофильное присоединение ( $A_N$ )	Электрофильное присоединение ( $A_E$ )
Отщепление (E) (элиминирование)	Радикальное отщепление ( $E_R$ )	Нуклеофильное отщепление ( $E_N$ )	Электрофильное отщепление ( $E_E$ )

**Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов.**

*Скоростью химической реакции* называют изменение концентрации реагента или продукта химической реакции во времени. Рассмотрим реакцию:



Пусть концентрация вещества А в момент времени  $t_1$  равна  $C_1$ , а в момент времени  $t_2$  равна  $C_2$ . Тогда математическое выражение для средней скорости  $v$  следующее:

$$v = -(C_2 - C_1)/(t_2 - t_1) = -\Delta C/\Delta t$$

Знак минус ставят, поскольку концентрация вещества А убывает во времени и, следовательно,  $\Delta C$  будет иметь отрицательное значение. Скорость же химической реакции может быть только положительной величиной. Для реакций, протекающих в растворах, скорость реакции, как правило, измеряют в моль/л · с.

Влияние концентрации реагентов на скорость химического взаимодействия выражается основным законом химической кинетики — *законом действующих масс*. Согласно этому закону, при постоянной температуре скорость элементарной гомогенной реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам этих веществ в уравнении реакции.

Для простой реакции  $aA + bB = dD$  скорость определяют по следующему уравнению:

$$v = kC_A^a \cdot C_B^b,$$

где  $k$  — константа скорости. Численно она равна скорости реакции при концентрациях реагирующих веществ, равных единице.

*Закон действующих масс распространяется на газовые смеси и растворы, но не применим к реакциям с участием твердых веществ.*

Скорость гетерогенных реакций зависит от площади соприкосновения веществ, степени смешения реагентов, состояния их кристаллической решетки.

Зависимость скорости реакции от температуры определяется **правилом Вант-Гоффа**: при повышении температуры на каждые 10 градусов скорость большинства реакций увеличивается в 2–4 раза.

Математически эта зависимость выражается соотношением:

$$V_{T_2} = V_{T_1} \cdot \gamma^{(T_2 - T_1)/10},$$

где  $V_{T_1}$  и  $V_{T_2}$  — скорости реакции соответственно при температурах  $T_1$  и  $T_2$ , а  $\gamma$  — температурный коэффициент скорости реакции, который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции с повышением температуры реагирующих веществ на 10 градусов.

Следует подчеркнуть, что правило Вант-Гоффа является приближенным и применимо лишь для ориентировочной оценки влияния температуры на скорость реакции.

**Катализом** называют явление изменения скорости химической реакции веществами, которые участвуют в промежуточных стадиях реакции, но не входят в состав конечных продуктов.

**Катализатором** называют вещество, увеличивающее скорость химической реакции, но в конечном итоге остающееся неизменным.

Химические реакции, протекающие при участии катализаторов, называют *каталитическими*.

В случае ускорения химических реакций говорят о *положительном катализе* или просто катализе, в случае замедления реакций — об *отрицательном катализе* или *ингибировании*.

Различают гомогенный и гетерогенный катализ.

**Гомогенным** называют катализ, при котором и реагенты и катализатор находятся в одной фазе.

**Гетерогенным** называют катализ, при котором реагенты и катализатор находятся в разных фазах.

**Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения.** **Тепловым эффектом** химической реакции называют количество теплоты, выделенное или поглощенное в ходе химической реакции при условии, что температура продуктов реакции равна температуре исходных веществ.

**Термохимическими уравнениями** называют химические уравнения, в которых приводят тепловые эффекты реакций. Тепловой эффект обозначают символом  $Q$  или  $\Delta H$ , выражают в килоджоулях (кДж) и относят к количеству вещества, определенному в уравнении реакции. При этом  $Q = -\Delta H$ .

В термохимических уравнениях указывают агрегатное состояние веществ (кристаллическое, жидкое, газообразное и т.д.). Следует подчеркнуть, что в термохимических уравнениях могут стоять дробные коэффициенты. Тепловой эффект реакции зависит от температуры и давления, поэтому, как правило, его приводят для стандартных условий, т. е. температуры 298 К и давлении 101,3 кПа.

**Теплотой сгорания** называют теплоту реакции полного окисления 1 моль вещества.

**Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов.** *Химическим равновесием* называют состояние системы реагирующих веществ, при котором скорости прямой и обратной реакции равны между собой. При химическом равновесии концентрации исходных веществ и продуктов реакции остаются неизменными, однако при этом непрерывно протекают как прямая, так и обратная реакции, но с одинаковой скоростью, поэтому равновесие называют *динамическим*.

Состояние химического равновесия при неизменных внешних условиях может сохраняться сколь угодно долго. Условие смещения химического равновесия определяется принципом Ле Шателье:

*Внешнее воздействие на систему, находящуюся в состоянии устойчивого равновесия, приводит к смещению этого равновесия в направлении, при котором эффект произведенного воздействия ослабляется.*

**Влияние изменения концентрации.** Если в равновесную систему вводить какой-либо из компонентов, то в системе будет развиваться процесс, уменьшающий концентрацию дополнительно вводимого вещества. Иначе говоря, в равновесной системе нельзя изменить концентрацию только одного из веществ, не вызывая изменений концентраций всех остальных.

**Влияние изменения температуры.** При повышении температуры ускоряются как прямая, так и обратная реакции, но в разной степени. При этом эндотермический процесс ускоряется в большей степени, чем экзотермический. При понижении температуры в системе из двух реакций быстрее протекает экзотермическая. Поэтому равновесие экзотермической реакции при повышении температуры смещается в сторону исходных веществ, а эндотермической — в сторону продуктов реакции.

**Влияние изменения давления.** При повышении давления равновесие реакции смещается в направлении образования веществ, занимающих меньший объем, и, наоборот, понижение давления способствует процессу, сопровождающемуся увеличением объема.

**Влияние катализаторов.** Катализаторы одинаково ускоряют как прямую, так и обратную реакции, поэтому на смещение равновесия влияния не оказывают, а только способствуют более быстрому его достижению.

**Диссоциация электролитов в водных растворах. Слабые и сильные электролиты.** *Электролитами* называют вещества, водные растворы или расплавы которых проводят электрический ток. *Электролитической диссоциацией* называют распад электролитов в растворах или расплавах на ионы.

*Степень диссоциации* называют отношение числа распавшихся на ионы молекул  $N_1$  к общему числу растворенных молекул  $N$ . Ее обозначают символом  $\alpha$ , и выражают в долях единицы или в процентах:

$$\alpha = N_1/N$$

Степень диссоциации определяют экспериментально.

По степени диссоциации электролиты делят на сильные и слабые.

К сильным электролитам относят вещества, которые практически полностью диссоциируют на ионы: HCl, HBr, HI, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KOH, NaOH и многие соли (KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Степень диссоциации таких электролитов в разбавленных водных растворах больше 0,3.

К слабым электролитам относят вещества, диссоциирующие на ионы в незначительной степени, например: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, HCN, H<sub>2</sub>S.

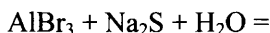
Степень диссоциации электролитов средней силы лежит в пределах от 0,03 до 0,3.

**Реакции ионного обмена.** Реакциями ионного обмена называют химические реакции, протекающие между ионами без изменения степеней окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов.

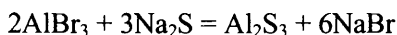
Уравнения обменных реакций записывают в различных формах. В молекулярной форме указывают формулы реагирующих веществ со стехиометрическими коэффициентами. В полной ионной форме указывают все существующие в растворе ионы, а в сокращенной ионной форме указывают только те ионы, которые непосредственно взаимодействуют между собой.

Подчеркнем, что при написании уравнений реакций в ионной форме малодиссоциирующие вещества (слабые электролиты) записывают в молекулярной форме.

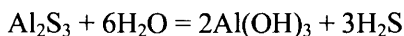
Определенную сложность представляют реакции ионного обмена, в результате которых теоретически должны образоваться вещества, которые разлагаются в водной среде или в ней не существуют, например сульфиды или силикаты переходных металлов. Рассмотрим эти превращения на примере взаимодействия бромида алюминия с сульфидом натрия в водной среде:



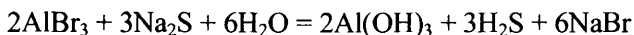
Теоретически в результате реакции должны образоваться бромид натрия и сульфид алюминия:



Однако,  $\text{Al}_2\text{S}_3$  полностью разлагается водой:



Окончательно уравнение реакции будет иметь вид:



**Реакции окислительно-восстановительные.** Окислительно-восстановительными называют реакции, сопровождающиеся изменением степеней окисления химических элементов, входящих в состав реагентов.

*Окислением* называют процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом, сопровождающийся повышением степени окисления.



**Восстановлением** называют процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом, сопровождающийся понижением степени окисления.

**Окислителем** называют реагент, принимающий электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции и понижающий за счет этого свою степень окисления.

**Восстановителем** называют реагент, отдающий электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции и повышающий за счет этого свою степень окисления.

Представление процессов окисления и восстановления как процессов присоединения и отдачи электронов атомами или ионами является условным.

Для составления окислительно-восстановительных реакций чаще всего используют метод электронного баланса.

Составление уравнения окислительно-восстановительной реакции осуществляют в несколько стадий.

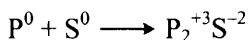
1. Записывают схему уравнения с указанием в левой и правой частях степеней окисления атомов элементов, участвующих в процессах окисления и восстановления.

2. Определяют число электронов, приобретаемых или отдаваемых атомами или ионами.

3. Уравнивают число присоединенных и отданных электронов введением множителей, исходя из наименьшего кратного для коэффициентов в процессах окисления и восстановления.

4. Найденные коэффициенты подставляют в уравнение реакции перед соответствующими формулами веществ в левой и правой частях.

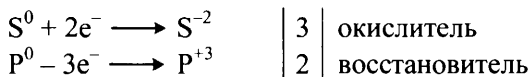
**Пример 1.** Реакция фосфора с серой. Записываем схему реакции и указываем изменение степеней окисления:



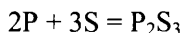
Атом серы присоединяет два электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до  $-2$ . Она является окислителем.

Атом фосфора отдает три электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до  $+3$ . Он является восстановителем.

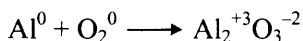
Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов:



Подставляем найденные коэффициенты в уравнение реакции и окончательно получаем:



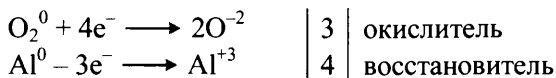
**Пример 2.** Окисление алюминия кислородом. Записываем схему реакции и указываем изменение степеней окисления:



Степень окисления кислорода изменяется от 0 до  $-2$ , при этом молекула кислорода присоединяет четыре электрона. Кислород является окислителем.

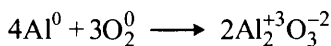
Атом алюминия отдает три электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до  $+3$ . Он является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов:



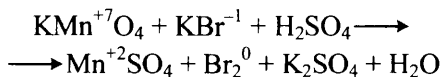
Электронное уравнение для кислорода записывают именно так, поскольку окислителем является молекула кислорода, состоящая из двух атомов, и каждый из этих атомов изменяет свою степень окисления от 0 до  $-2$ . Коэффициент 3 относится к молекуле кислорода в левой части уравнения, а количество атомов кислорода в правой части уравнения  $3 \times 2 = 6$ .

Подставляем найденные коэффициенты в уравнение реакции и окончательно получаем:



Часто окислительно-восстановительные реакции проходят в растворах в нейтральной, кислой или щелочной среде. При этом химические элементы, входящие в состав вещества, образующего среду реакции, свою степень окисления не меняют.

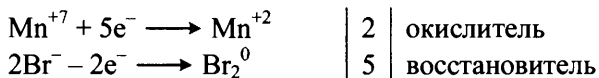
**Пример 3.** Окисление бромида калия перманганатом калия в среде серной кислоты. Записываем схему реакции, указываем степени окисления элементов, участвующих в процессах окисления и восстановления.



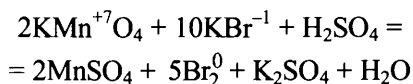
Атом марганца принимает пять электронов, изменяя свою степень окисления от +7 до +2. Перманганат калия является окислителем.

Два бромид-иона присоединяют два электрона, образуя молекулу  $\text{Br}_2^0$ . Бромид калия является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов введением множителей:

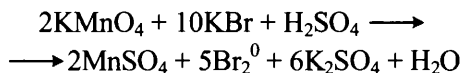


Найденные коэффициенты, которые называют основными, поскольку соотношение между их численными значениями постоянно, подставим в уравнение реакции перед соответствующими формулами веществ в левой и правой части.



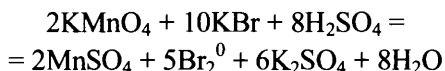
Серная кислота является средой реакции. Ни один из элементов, входящих в состав этого соединения, свою степень окисления не меняет, но сульфат-анион связывает выделяющиеся в результате реакции катионы калия и марганца. Для серной кислоты (в левой части), сульфата калия и воды (в правой части) подсчет коэффициентов проводим сравнением числа атомов или ионов в левой и правой частях уравнения.

В левой части уравнения число ионов калия равно 12 ( $10 + 2$ ), а в правой это число равно 2. Поэтому в правой части перед  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ставим коэффициент 6 ( $12/2 = 6$ ):



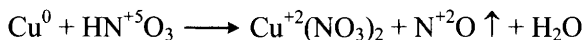
Число сульфат-ионов в правой части складывается из шести у  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и двух у  $\text{MnSO}_4$  и равно восьми. Следовательно, в реакцию должно вступить 8 молекул  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , поэтому для серной кислоты в левой части ставим коэффициент 8. Число атомов водорода в левой части уравнения равно  $8 \times 2 = 16$ . Отсюда вычисляем коэффициент для воды:  $16/2 = 8$ .

В результате суммарное уравнение реакции будет иметь вид:



Рассмотрим пример, когда одно и то же вещество одновременно является окислителем и создает среду реакции. Это встречается часто. Это наиболее характерно для концентрированной серной кислоты и азотной кислоты в любой концентрации.

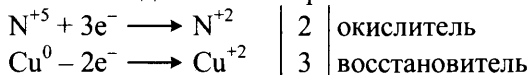
Пример 4. Окисление меди разбавленной азотной кислотой. Записываем схему реакции и указываем изменение степеней окисления:



Степень окисления азота изменяется от +5 до +2, при этом азот присоединяют три электрона. Азотная кислота является окислителем.

Медь отдает два электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до +2. Она является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов



Подставляем найденные коэффициенты перед окислителем и восстановителем в левой части уравнения реакции и перед продуктами окисления и восстановления в правой части уравнения реакции:



При этом в правой части уравнения реакции имеется  $3 \times 2 = 6$  нитрат-ионов, не изменивших свою степень окисления. Очевидно, что для этого в правую часть уравнения реакции следует добавить 6 молекул  $\text{HNO}_3$ . Тогда общее количество молекул азотной кислоты в правой части уравнения составит  $2 + 6 = 8$ . В этих молекулах будет содержаться  $8 \times 1 = 8$  атомов водорода. Такое же количество атомов водорода должно быть и в правой части уравнения. Тогда перед молекулой воды следует подставить коэффициент  $\frac{8}{2} = 4$ , и уравнение окончательно будет иметь вид:



Проверяем правильность баланса, подсчитывая число атомов кислорода в левой и правой частях уравнения. В левой части  $4 \times 3 = 12$ . В правой части  $2 \times 3 = 6$  в нитрате меди,  $2 \times 2 = 4$  в оксиде азота(IV) и  $2 \times 1 = 2$  в молекуле воды. Итого:  $6 + 4 + 2 = 12$ . Таким образом, реакция полностью уравнена.

**Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная.** *Гидролизом* называют взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита. В зависимости от силы кислот и оснований образуемые ими соли делят на четыре типа:

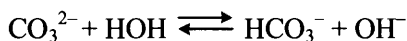
- 1) соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой;
- 2) соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой;
- 3) соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой;
- 4) соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой.

Соли, образованные катионом сильного основания и анионом сильной кислоты, гидролизу не подвергаются, поскольку при их взаимодействии с водой слабый электролит образовываться не может. Поэтому равновесие диссоциации воды не нарушается и среда в растворах таких солей остается нейтральной ( $pH = 7$ ).

*Гидролизом по аниону* называют гидролиз солей, образованных катионом сильного основания и анионом слабой кислоты. При этом образуется слабый электролит, гидроксид-ион  $OH^-$  и другие ионы. Среда таких растворов щелочная ( $pH > 7$ ), например:



или в ионной форме

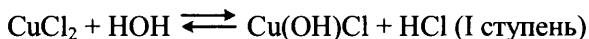


Повышение концентрации гидроксид-ионов в растворе смещает равновесие влево, и гидролиз по второй ступени практически не протекает:

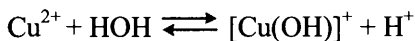
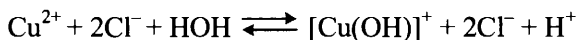


Данный случай гидролиза представляет собой типичную обратимую реакцию.

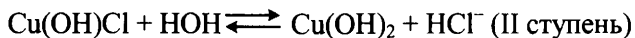
*Гидролизом по катиону* называют гидролиз солей, образованных катионом слабого основания и анионом сильной кислоты. При этом образуется слабый электролит, ион водорода  $H^+$  и другие ионы. Среда таких растворов кислая ( $pH < 7,0$ ), например:



или в ионной форме:

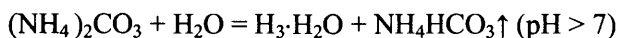


Гидролиз по второй ступени практически не идет:



Эта реакция также представляет собой обратимый процесс.

**Гидролизом по катиону и аниону** называют гидролиз солей, образованных катионом слабого основания и анионом слабой кислоты. Данная реакция часто идет полностью и до конца, гидролиз не обратим. Реакция и pH среды растворов таких солей зависит от относительной силы образующихся слабых кислот и оснований и может быть либо нейтральной, либо слабо-кислой, либо слабощелочной, например:



### Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот).

**Электролизом** называют химические реакции, протекающие под действием электрического тока на электродах в растворах и расплавах электролитов.

**Катодом** называют отрицательно заряженный электрод.

**Анодом** называют положительно заряженный электрод.

На поверхности катода ионы, молекулы или атомы присоединяют электроны, т. е. протекает реакция электрохимического восстановления катионов и ионов водорода.

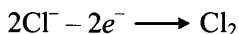
На аноде происходит отдача электронов, т. е. реакция окисления анионов и гидроксид-ионов.

Рассмотрим несколько примеров.

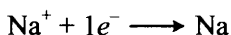
Электролиз расплава хлорида натрия на графитовых электродах.

При этом одновременно протекают три процесса:

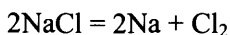
смещение катионов  $\text{Na}^+$  к катоду, а анионов  $\text{Cl}^-$  к аноду  
окисление хлорид-иона на аноде:



восстановление катиона  $\text{Na}^+$  на катоде:

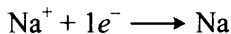


Суммарно электролиз расплава описывают уравнением:

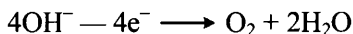


Электролиз расплава гидроксида натрия.

На катоде происходит восстановление натрия:



На аноде происходит восстановление гидроксид-иона:

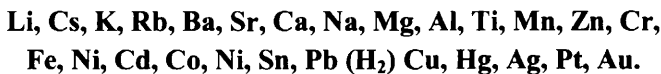


При электролизе водных растворов электролитов происходят более сложные процессы.

*Если на одном и том же электроде могут осуществляться две и более реакции, то предпочтительней протекает та, для протекания которой требуются наименьшие затраты энергии.*

Прогнозировать происходящие при электролизе водных растворов процессы можно с помощью ряда напряжений металлов и некоторых экспериментально обоснованных закономерностей.

Металлы, расположенные в порядке возрастания их стандартных электродных потенциалов, образуют так называемый электрохимический ряд напряжений металлов:



Упрощенно можно сказать, что этот ряд показывает, насколько легко металлы восстанавливаются в окислительно-восстановительных реакциях и электрохимических процессах.

Из электрохимического ряда напряжений металлов следует:

1. Металл с меньшим потенциалом (расположенный левее в электрохимическом ряду напряжений) вытесняет металл с большим потенциалом (расположенный правее) из растворов и расплавов его солей.

2. Металлы, расположенные левее водорода, вытесняют его из растворов кислот, а металлы, расположенные правее водорода, нет.

Установлены следующие закономерности:

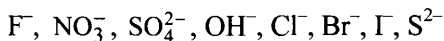
1. Катионы металлов, стандартные электродные потенциалы которых выше, чем у водорода, т. е. расположенные в этом ряду правее его, при электролизе почти полностью восстанавливаются на катоде в виде металла.

2. Катионы металлов с малой величиной стандартного электродного потенциала ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ , ..., до  $\text{Al}^{3+}$  включительно) при

электролизе на катоде не восстанавливаются, а вместо них восстанавливаются молекулы воды.

3. Катионы металлов со стандартными электродными потенциалами меньше, чем у водорода, но больше, чем у алюминия ( $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , ..., до H), при электролизе восстанавливаются на катоде одновременно с молекулами воды.

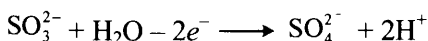
Ряд восстановительной активности анионов:



На нерастворимых анодах в процессе электролиза может происходить окисление анионов или молекул воды. При электролизе водных растворов бескислородных кислот и их солей (за исключением HF и фторидов) у анода будут разряжаться анионы и выделяться соответствующие галогены.

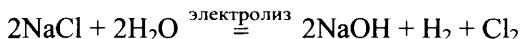
При электролизе кислородсодержащих кислот и их солей, в которых атомы неметаллов находятся в высшей степени окисления ( $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $ClO_4^-$ ,  $MnO_4^-$  и т.п.), а также фторид-ионов на аноде будут окисляться не анионы, а молекулы воды и выделяться кислород.

Анионы, содержащие неметалл в промежуточной степени окисления ( $SO_3^{2-}$ ,  $NO_2^-$  и др.) сами окисляются на аноде, например:

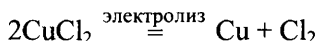


Электролиз водного раствора хлорида натрия на графитовых электродах. В соответствии с рядом напряжений металлов на катоде предпочтительнее будут разряжаться ионы  $H^+$  воды, а не катионы  $Na^+$ . При этом будет выделяться водород.

На аноде будут разряжаться хлорид-ионы  $Cl^-$  и выделяться хлор. В растворе будут накапливаться катионы  $Na^+$  и гидроксид-ионы  $OH^-$ , что можно описать следующим уравнением:



Электролиз водного раствора хлорида меди (II). Эта соль образована малоактивным металлом и бескислородной кислотой. На катоде будет происходить восстановление ионов  $Cu^{2+}$ , а на аноде — окисление хлорид-иона, что можно описать уравнением:

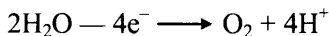




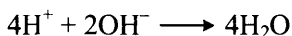
Электролиз водного раствора сульфата калия на инертных электродах. Эта соль образована активным металлом и кислородсодержащей кислотой, атом неметалла в которой находится в высшей степени окисления. На катоде будет протекать реакция:



На аноде будет протекать реакция:



Катионы  $\text{H}^+$  и анионы  $\text{OH}^-$  вступают в реакцию нейтрализации:

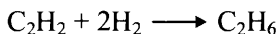
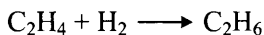


Таким образом, количество катионов  $\text{K}^+$  и анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  останется неизменным, а будет происходить разложение воды:

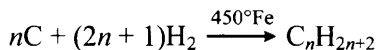


**Реакции, характеризующие основные свойства и способы получения углеводородов и кислородсодержащих соединений. Способы получения алканов.** Алканы получают при переработке природного газа и нефти. Существуют и многочисленные синтетические методы их получения.

Гидрирование непредельных углеводородов (этиленовых или ацетиленовых) в присутствии платиновых, палладиевых или никелевых катализаторов:



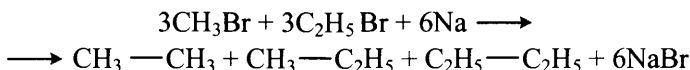
Многие углеводороды можно получить гидрированием углей, для чего их смешивают с тяжелыми смазочными маслами и нагревают с железными катализаторами:



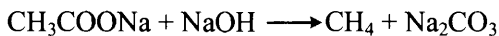
Взаимодействие галоидных алкилов с металлическим натрием (реакция Вюрца):



Данный метод применяют для получения алканов из одного галогидного алкила, так как если вводить в реакцию два различных галогидных алкила, то образуется смесь продуктов:

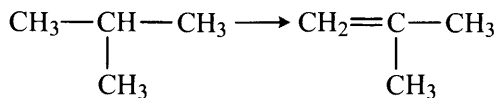


Сплавление солей карбоновых кислот со щелочами:



**Способы получения алкенов.** Этилен, пропилен и бутилены выделяют из газов нефтепереработки, образующихся при термическом крекинге. Алкены также образуются в большом количестве при пиролизе нефти.

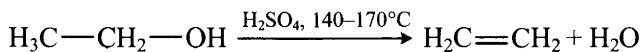
Промышленным способом получения алкенов является дегидрирование алканов на катализаторе ( $\text{K}_2\text{O}-\text{Cr}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3$ ) при температуре 560–620 °С, например:



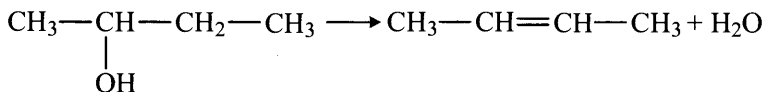
изобутан

изобутен

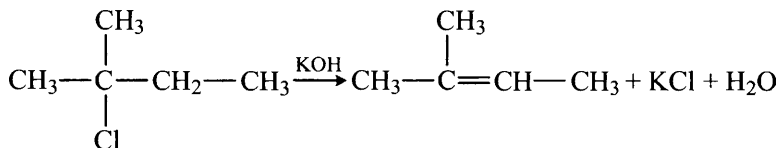
Алкены получают дегидрацией спиртов при катализе серной или фосфорной кислотами, оксидом алюминия или хлоридом цинка, например:



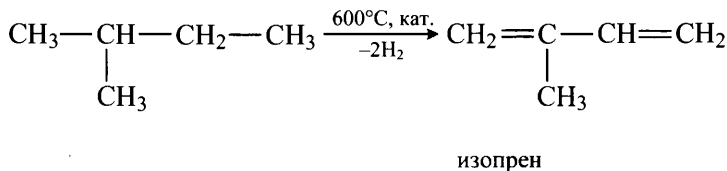
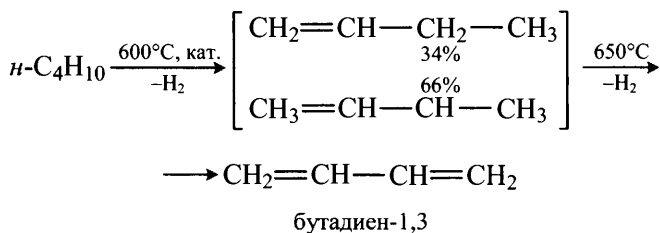
При дегидрации спиртов атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода. Эта закономерность известна под названием *правило Зайцева*:



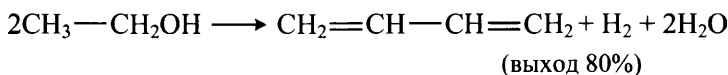
Алкены образуются при действии на галогидные алкилы спиртовой или измельченной твердой щелочи. Эта реакция дегидрогалогенирования также идет по правилу Зайцева:



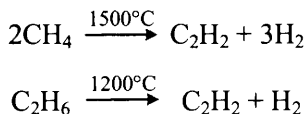
**Способы получения диенов.** Дивинил и изопрен выделяют из продуктов пиролиза нефти. Промышленным способом получения бутадиена-1,3 является дегидрирование бутан-бутеновой смеси над катализатором, состоящим из окиси хрома, нанесенной на оксид алюминия:



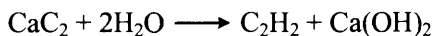
Метод получения дивинила по С.В. Лебеву заключается в дегидрировании-дегидратации этилового спирта над катализатором  $\text{MoO}-\text{ZnO}$  при  $450^\circ\text{C}$ . Суммарно процесс выражается уравнением:



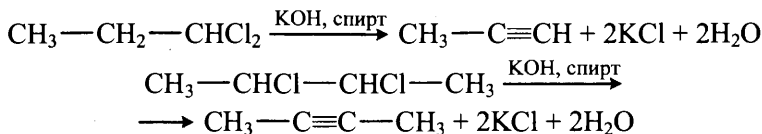
**Способы получения алкинов.** Ацетилен получают термоллизом метана и дегидрированием этилена:



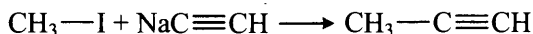
Ацетилен также получают действием воды на карбид кальция:



Общим методом получения алкинов является реакция спиртовых растворов щелочи с дигалоидалканами, содержащими два атома галогена при одном атоме углерода или двух соседних атомах углерода:

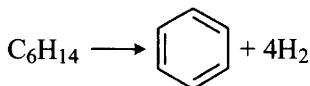


Производные ацетилена получают из его металлических производных и галоидных алкилов:

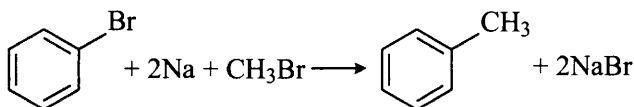


**Способы получения ароматических углеводородов.** Основным природным источником ароматических углеводородов является нефть. Для получения гомологов бензола разработаны многочисленные синтетические методы.

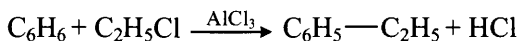
Ароматизация парафинов:



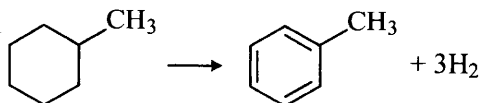
Реакция Вюрца-Фиттинга: взаимодействие смеси галоидных алкилов и галоидных арилов с металлическим натрием:



Реакция Фриделя-Крафтса — взаимодействие бензола с галогеналканами в присутствии катализаторов:



Дегидрирование циклоалканов:

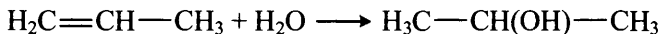


**Способы получения спиртов.** Гидролиз моногалогенпроизводных алканов:

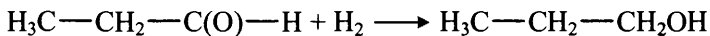
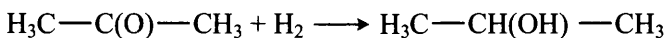


Реакция протекает по различным механизмам в зависимости от строения исходного галоидного алкила и условий реакции.

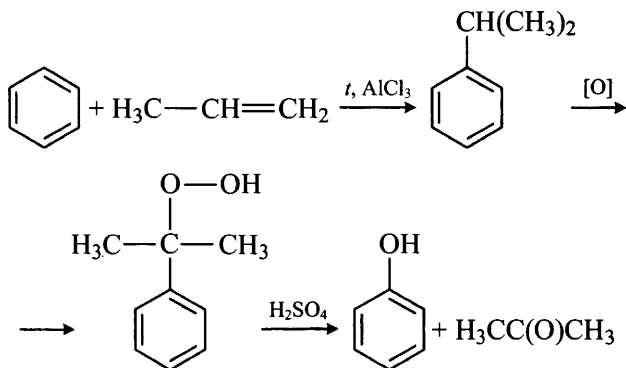
Гидратация алкенов. Эта реакция идет по правилу Марковникова в присутствии катализаторов, таких как серная или фосфорная кислоты, оксид алюминия.



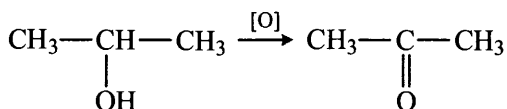
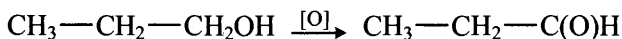
Восстановление альдегидов и кетонов. В присутствии катализаторов альдегиды при восстановлении водородом переходят в первичные спирты, а кетоны — во вторичные:



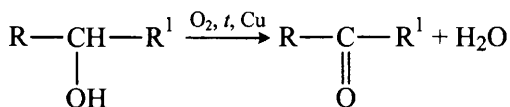
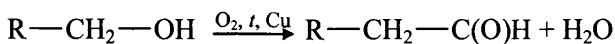
**Способы получения фенола и его гомологов.** Фенол, *o*-, *m*- и *p*-крезолы в значительном количестве встречаются в каменноугольной смоле. Фенол и ацетон получают в промышленности по методу Сергеева — Кружалова: бензол в присутствии безводного треххлористого алюминия реагирует с пропиленом с образованием изопропилбензола. При окислении этого соединения кислородом при температуре 110—130 °С образуется неустойчивое соединение — гидроперекись изопропилбензола. Под действием серной кислоты оно распадается на фенол и ацетон:



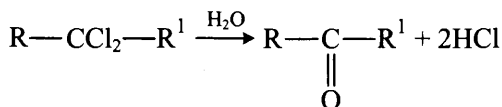
**Способы получения альдегидов и кетонов.** Под действием перманганата калия или дихромата калия в кислой среде первичные спирты окисляются до альдегидов, а вторичные — до кетонов:



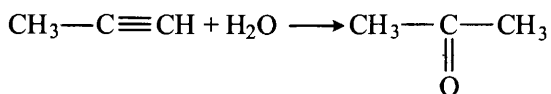
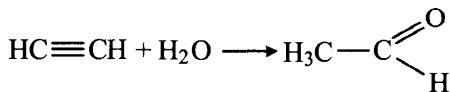
В промышленности спирты окисляют в газовой фазе при температуре 300–400 °С на медных катализаторах:



Альдегиды и кетоны образуются с высокими выходами при гидролизе дигалогеналканов, содержащих два атома галогена при одном углеродном атоме:



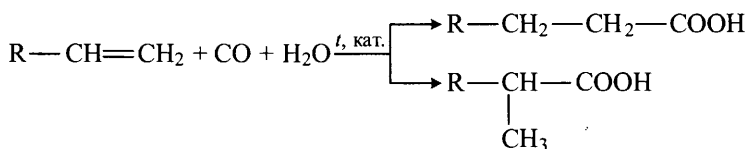
Гидратация ацетилена и его гомологов идет при катализе солями ртути и называется *реакцией Кучерова*. При гидратации ацетилена образуется уксусный альдегид, а при гидратизации гомологов ацетилена — кетоны:



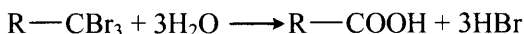
**Способы получения карбоновых кислот.** Некоторые карбоновые кислоты встречаются в природе, например, муравьиная — в крапиве, изовалериановая — в валериановом корне. Основным источником получения карбоновых кислот является органический синтез.

Окисление спиртов, альдегидов и парафинов. Эти реакции были рассмотрены ранее.

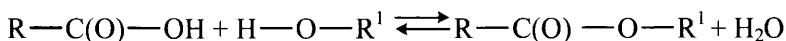
Оксосинтез. Взаимодействие алкенов с оксидом углерода (II) и  $H_2O$  в присутствии катализаторов (серная или фосфорная кислоты, тетракарбонилникеля  $Ni(CO)_4$ ) при высокой температуре приводит к смеси карбоновых кислот:



Гидролиз тригалогенпроизводных алканов протекает в кислой или щелочной среде. В последнем случае получают соли карбоновых кислот:



**Способы получения сложных эфиров.** Некоторые сложные эфиры выделяют из природных продуктов. Наиболее универсальным способом получения сложных эфиров является *реакция этерификации*, т.е. взаимодействие карбоновой кислоты и спирта в присутствии минеральной кислоты:



## Экспериментальные основы химии

**Методы исследования объектов, изучаемых в химии. Определение характера среды водных растворов веществ. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических соединений.** Химия является наукой о веществах и их превращениях. Для исследования, описания и идентификации различных химических веществ применяют различные методы качественного и количественного анализа, инструментальные методы исследования.

*Качественный* элементный анализ позволяет установить, какие именно химические элементы входят в состав данного вещества.

*Количественный* элементный анализ позволяет определить количество химического элемента, входящего в состав соединения.

Строение химического соединения устанавливают с помощью различных спектральных методов исследования.

Качественные реакции на неорганические вещества и ионы представлены в таблице 12.

Качественные реакции, используемые для определения отдельных классов органических соединений, приведены в таблице 13.



## Качественные реакции, используемые для определения некоторых катионов и анионов

Ион	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции
H <sup>+</sup>	Кислотно-основные индикаторы		Изменение окраски индикатора
Ag <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	$Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$	Белый осадок
Cu <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup> S <sup>2-</sup>	$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow$ $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS \downarrow$	Голубой осадок Черный осадок
Fe <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup> Красная кровяная соль K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	$Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2 \downarrow$	Белый хлопьевидный осадок, зеленеет на воздухе. Темно-синий коллоидный осадок (турнбулева синь)
Fe <sup>3+</sup>	OH <sup>-</sup> Желтая кровяная соль K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow$	Бурый осадок. Темно-синий коллоидный осадок (берлинская лазурь)
Zn <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup> S <sup>2-</sup>	$Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2 \downarrow$ $Zn^{2+} + S^{2-} = ZnS \downarrow$	Белый осадок, в избытке щелочи растворяется. Белый осадок
Al <sup>3+</sup>	OH <sup>-</sup>	$Al^{3+} + OH^- = Al(OH)_3 \downarrow$	Серый осадок, в избытке щелочи растворяется
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>	$NH_4^+ + OH^- = NH_3 \uparrow + H_2O$	Запах аммиака, изменение цвета индикаторной бумаги в парах
Ba <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$	Белый осадок. Окращивание пламени в желто-зеленый цвет
Ca <sup>2+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaSO_3 \downarrow$	Белый осадок. Окращивание пламени в кирпично-красный цвет

Ион	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции
Cl <sup>-</sup>	Ag <sup>+</sup>	$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$	Белый осадок.
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$Cl^- + H^+ = HCl\uparrow$	Выделение бесцветного газа с резким запахом, изменение окраски индикаторной бумаги в парах
Br <sup>-</sup>	Ag <sup>+</sup>	$Ag^+ + Br^- = AgBr\downarrow$	Желтоватый осадок.
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$Br^- + H_2SO_4 = Br_2\uparrow + SO_2\uparrow + H_2O$	Выделение SO <sub>2</sub> (характерный резкий запах) и бурых паров Br <sub>2</sub>
I <sup>-</sup>	Ag <sup>+</sup>	$Ag^+ + I^- = AgI\downarrow$	Желтый осадок.
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$I^- + H_2SO_4 = I_2 + H_2S\uparrow + H_2O$	Выделение H <sub>2</sub> S (характерный запах) и бурого фиолетового I <sub>2</sub>
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>	$SO_3^{2-} + 2H^+ = H_2SO_3 = SO_2\uparrow + H_2O$	Выделение SO <sub>2</sub> , характерный резкий запах, обесцвечивание раствора фуксина и фиолетовых чернил
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ba <sup>2+</sup>	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$	Белый осадок
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>	$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2CO_3 = CO_2\uparrow + H_2O$	Выделение бесцветного газа, не имеющего запаха, вызывающего помутнение известковой воды
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.), Cu	$NO_3^- + H_2SO_4 + Cu = NO_2\uparrow + CuSO_4 + H_2O$	Бурый газ
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$CH_3COO^- + H^+ = CH_3COOH$	Запах уксусной кислоты
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Ag <sup>+</sup>	$3Ag^+ + PO_4^{3-} = Ag_3PO_4\downarrow$	Желтый осадок
OH <sup>-</sup>	Кислотно-основные индикаторы		Изменение окраски индикатора

Качественные реакции определения органических веществ

Класс веществ	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции.
Алкены	$\text{KMnO}_4$ (водн. раствор)	$>\text{C} \equiv \text{C} < + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$	Обесцвечивание
	$\text{Br}_2$ (водн. раствор)	$\longrightarrow >\text{C}(\text{OH})-\text{C}(\text{OH}) < + \text{MnO}_2$ $>\text{C} \equiv \text{C} < + \text{Br}_2 \longrightarrow >\text{CBr}-\text{CBr} <$	Обесцвечивание
Алкины	$\text{Br}_2$ (водн. раствор)	$-\text{C} \equiv \text{C}- + \text{Br}_2 \longrightarrow$ $\longrightarrow >\text{CBr} \equiv \text{CBr} <$	Обесцвечивание
	$\text{CuCl}$ (аммиачный раствор)	$-\text{C} \equiv \text{C}- + \text{CuCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{Cu}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{Cu}$	Красный осадок
Алифатические спирты одноатомные многоатомные	$\text{CuO}$	$\text{RON} + \text{CuO} \xrightarrow{t} \text{RC}(\text{O})\text{N} + \text{Cu}$	Запах альдегида.
	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ (в щелочном растворе)	Комплексообразование	Ярко-синий раствор (глицерат или гликолят меди (II))
Фенол	$\text{Br}_2$ (водн. раствор) $\text{FeCl}_3$		Белый осадок. Фиолетовый раствор.

Класс веществ	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции.
Альдегиды	<p><math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math> (свежеприготовленный, в щелочном растворе)</p> <p><math>[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}</math> (<math>\text{Ag}_2\text{O}</math> в аммиачном растворе)</p>	<p><math>\text{RC}(\text{O})\text{H} + \text{CuO} \xrightarrow{t} \text{RCOOH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow</math></p> <p><math>\text{RC}(\text{O})\text{H} + \text{Ag}_2\text{O} \longrightarrow \text{RCOOH} + 2\text{Ag} \downarrow</math></p>	<p>Осадок кирпичного цвета</p> <p>«Серебряное зеркало» (при нарушении техники опыта — коллоидный раствор <math>\text{Ag}</math>)</p>
Углеводы: глюкоза  крахмал	<p>Свежеосажденный <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>, в щелочном растворе).</p> <p><math>[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}</math> (<math>\text{Ag}_2\text{O}</math> в аммиачном растворе)</p> <p><math>\text{I}_2</math> (водн. раствор)</p>	<p>Комплексообразование.</p> <p><math>\text{RC}(\text{O})\text{H} + \text{Ag}_2\text{O} \longrightarrow \text{RCOOH} + 2\text{Ag} \downarrow</math></p>	<p>Сине-голубой раствор глюконата меди</p> <p>«Серебряное зеркало»</p> <p>Синее (фиолетовое) окрашивание</p>
Анилин	$\text{Br}_2$ (водн. раствор)		Белый осадок

## Расчеты по химическим формулам

**Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей.** *Растворами* называют гомогенные системы переменного состава, образованные не менее чем двумя независимыми компонентами.

*Растворителем* называют количественно преобладающий компонент раствора, находящийся в том же агрегатном состоянии, что и образующийся раствор.

*Массовой долей* называют отношение массы данного компонента  $m(X)$  к массе всего раствора  $m(\text{р-ра})$ . Массовую долю обозначают символом  $\omega$  и обычно выражают в долях единицы или в процентах.

$$\omega(X) = m(X)/m(\text{р-ра}) \text{ (в долях от единицы);}$$

$$\dot{\omega}(X) = m(X) \cdot 100/m(\text{р-ра}) \text{ (в процентах)}$$

*Молярной концентрацией*, или молярностью, называют количество растворенного вещества в 1 л раствора. Ее обозначают символом  $c(X)$  и измеряют в моль/л:

$$c(X) = n(X)/V = m(X)/M(X) \cdot V$$

В этой формуле  $n(X)$  — количество вещества  $X$ , содержащегося в растворе,  $V$  — объем раствора.

Рассмотрим несколько типовых задач.

**Пример 1.** Определить массу бромида калия, содержащегося в 200 г 12%-ного раствора.

*Решение.* Массу бромида калия определим по формуле:

$$m(\text{KBr}) = \omega \cdot m(\text{р-ра})/100 = 12 \cdot 200/100 = 24 \text{ г.}$$

**Пример 2.** Рассчитать массы медного купороса и воды, необходимые для приготовления 500 г 2%-ного раствора сульфата меди. Определить его молярную концентрацию, если плотность водного раствора равна  $1,015 \text{ г/см}^3$ .

*Решение.* Формула медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , т. е. он представляет собой кристаллогидрат — вещество, состоящее из соли и нескольких, в данном случае пяти, молекул кристаллизационной воды.

Определим массу безводного сульфата меди по формуле:

$$m(\text{CuSO}_4) = \omega \cdot m(\text{p-ра})/100 = 2 \cdot 500/100 = 10 \text{ г.}$$

Рассчитав молярные массы  $\text{CuSO}_4$  (160 г/моль) и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (250 г/моль), вычислим массу кристаллогидрата:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 10 \cdot 250/160 = 15,6 \text{ г.}$$

Масса воды:  $500 - 15,6 = 484,4 \text{ г.}$

Определим молярную концентрацию раствора:

$$c(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / (M(\text{CuSO}_4) \cdot V); V = m(\text{p-ра})/\rho;$$

$$c(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) \cdot \rho / (M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{p-ра}))$$

$$c(\text{CuSO}_4) = (10 \cdot 1,015)/(160 \cdot 500) = 0,13 \text{ моль/л.}$$

Пример 3. Рассчитать массу дигидрата хлорида бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 0,5 л 0,8 М раствора хлорида бария.

*Решение.* Определим молярную массу кристаллогидрата  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Она равна 244 г/моль. Воспользуемся формулой:

$$m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = c \cdot m(\text{p-ра}) (\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot V$$

$$m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \cdot 244 \cdot 0,5 = 97,6 \text{ г.}$$

Пример 4. Из 200 г раствора с массовой долей нитрата натрия 10% выпарили 60 г воды. Масса воды в полученном растворе равна \_\_\_\_ г.

*Решение.* Определим массу нитрата натрия и воды в исходном растворе:

$$m(\text{NaNO}_3) = \omega \cdot M(\text{p-ра}); m(\text{NaNO}_3) = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 20 = 180 \text{ г.}$$

Тогда масса воды в конечном растворе равна  $180 - 60 = 120 \text{ г.}$

*Ответ:* 120 г.

Пример 5. В 150 г раствора бромиды натрия с массовой долей 12% растворили 8 г этой же соли. Масса бромиды натрия в полученном растворе равна \_\_\_\_ г.

*Решение.* Определим массу бромиды натрия в исходном растворе:

$$m(\text{NaBr}) = \omega \cdot M(\text{p-ра}); m(\text{NaBr}) = 0,12 \cdot 150 = 18 \text{ г.}$$

Тогда масса бромида натрия в конечном растворе равна:

$$18 + 8 = 24 \text{ г.}$$

*Ответ:* 24 г.

**Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях.** Решение этого типа задач основано на знании газовых законов. Их формулировки.

**Закон Авогадро:** в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул.

Следствия из закона Авогадро:

1. Одинаковое число молекул разных газов при одинаковых условиях будет занимать одинаковый объем.

2. При нормальных условиях (н. у.), т. е. при температуре  $0^\circ\text{C}$  ( $273 \text{ K}$ ) и давлении  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  (1 атм., 760 мм рт. ст.), моль любого газа занимает объем 22,4 л. Этот объем называют молярным объемом газа при н. у. ( $V_M$ ), единица его измерения л/моль. Молярный объем представляет собой частное от деления объема газа на его молярное количество:  $V_M = V/n$ . Молярная масса и молярный объем газа связаны соотношением:  $\rho = M/V_M$ , где  $\rho$  — плотность газа, г/л;  $M$  — молярная масса газа, г/моль;  $V_M$  — молярный объем, л/моль.

Из закона Авогадро также следует, что плотности газов при одинаковых внешних условиях находятся в таком же соотношении, как и их молекулярные массы. Следовательно, если известны молекулярные массы двух газов, можно вычислить плотность одного газа по отношению к другому газу.

**Относительной плотностью** газа А по газу В,  $D_B(A)$  называют отношение массы определенного объема одного газа к массе такого же объема другого газа в одних и тех же условиях:

$$D_B(A) = M(A)/M(B)$$

Атмосферный воздух представляет собой смесь газов. Для оценочных расчетов принимают, что воздух состоит из 80% по объему азота и 20% по объему кислорода. Зная, что  $M(N_2) = 28$ , а  $M(O_2) = 32$ , вычисляют среднюю молярную массу воздуха. Она равна  $28 \cdot 0,8 + 32 \cdot 0,2 = 29 \text{ г/моль}$ .

Именно этим значением следует пользоваться при решении различных задач.

Плотность любого газа по воздуху равна  $M/29$ .

**Объемная доля  $\varphi$**  показывает долю объема данного компонента  $X$  от общего объема системы  $V$ :

$$\varphi(X) = V(X)/V \text{ или } \varphi(X),\% = V(X) \cdot 100/V$$

$\varphi(X),\%$  численно равна количеству мл компонента « $X$ » в 100 мл смеси (или количеству литров компонента « $X$ » в 100 л смеси).

**Уравнение Менделеева — Клапейрона:**

$$pV = nRT$$

или

$$pV = (m/M) \cdot RT,$$

где:  $p$  — давление;  $V$  — объем газа;  $n$  — количество вещества газа (моль);  $R$  — универсальная газовая постоянная;  $T$  — абсолютная температура;  $m$  — масса газа;  $M$  — его молярная масса.

Значение универсальной газовой постоянной в разных системах:

$$R = 8,314 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)} = 0,0821 \text{ л}\cdot\text{атм/(моль}\cdot\text{К)}.$$

Для постоянного количества вещества (т. е.  $n = \text{const}$ ) уравнение Менделеева — Клапейрона сводится к объединенному газовому закону:

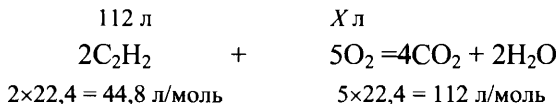
$$p \cdot V/T = \text{const}$$

**Закон объемных соотношений.** Объемы газов, участвующих в реакции, относятся друг к другу как небольшие целые числа, равные коэффициентам в уравнении реакции.

Коэффициенты в уравнениях реакций показывают числа объемов реагирующих и образовавшихся газообразных веществ.

**Пример 1.** Объем воздуха, необходимый для сгорания 112 л ацетилена, равен \_\_\_\_\_ л. Ответ запишите с точностью до целого числа.

*Решение.* Составляем уравнение химической реакции:



На основании закона объемных отношений вычисляем объем кислорода:

$$V(\text{O}_2) = 5/2 \cdot V(\text{C}_2\text{H}_2) = 5/2 \cdot 112.$$

Определим объем воздуха:  $V(\text{воздуха}) = V(\text{O}_2)/\varphi(\text{O}_2)$ ;

$$V(\text{воздуха}) = 280/0,2 = 1400 \text{ л}.$$



**Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ.** Основой для проведения количественных расчетов в химии является **закон сохранения массы**. Он формулируется следующим образом: масса реагентов равна массе продуктов реакции.

Отсюда следует, что для любой химической реакции массы реагентов и продуктов реакции относятся между собой как молярные массы веществ, умноженные на их стехиометрические коэффициенты.

Для определения массы (или количества вещества) продуктов реакции или исходных веществ по уравнениям химических реакций используют следующую последовательность действий:

- 1) составляют уравнение химической реакции и устанавливают стехиометрические коэффициенты;
- 2) определяют молярную массу, массу и количество вещества известных реагентов химической реакции;
- 3) над формулами реагентов записывают данные из условий задачи;
- 4) составляют и решают пропорцию, в которую в зависимости от условий задачи вводят числовые значения величин: молярные массы, массы, количества веществ или их объемы (для газов).

При этом в одном столбце пропорций должны находиться одинаковые характеристики вещества с одной и той же размерностью.

**Пример 1.** Какую массу оксида кальция и какой объем углекислого газа можно получить при разложении карбоната кальция массой 500 г?

*Решение.* Составляем уравнение химической реакции:



Под формулами проставляем значения  $M$ ,  $n$ ,  $V$ , а над формулами — данные из условия задачи:

500 г	=	x г	x <sub>1</sub> л
$\text{CaCO}_3$		$\text{CaO}$	$\text{CO}_2$
100 г/моль		56 г/моль	22,4 л/моль
1 моль		1 моль	1 моль

Находим массу CaO и объем CO<sub>2</sub>.

**Способ 1.** Составим пропорции и решим их.

Из 100 г CaCO<sub>3</sub> — 56 г CaO

Из 500 г  $\text{CaCO}_3$  —  $x$  г  $\text{CaO}$

$$x = 500 \cdot 56/100 = 280 \text{ г}$$

Из 100 г  $\text{CaCO}_3$  — 22,4 л  $\text{CO}_2$

Из 500 г  $\text{CaCO}_3$  —  $x_1$  л  $\text{CO}_2$

$$x_1 = 500 \cdot 22,4/100 = 112 \text{ л}$$

Способ 2. Составляем отношения:

$$x \text{ г}/56 \text{ г} = 500 \text{ г}/100 \text{ г};$$

$$x = 500 \cdot 56/100 = 280 \text{ г};$$

$$x_1 \text{ л}/22,4 \text{ л} = 500 \text{ г}/100 \text{ г};$$

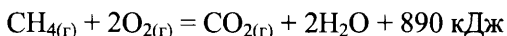
$$x_1 = 500 \cdot 22,4/100 = 112 \text{ л}.$$

Таким же образом по продуктам реакции можно рассчитать необходимое для их получения количество исходных веществ.

**Расчеты теплового эффекта реакции.** Тепловой эффект химической реакции рассчитывают по термохимическому уравнению.

Пример 1. Тепловой эффект сгорания метана равен 890 кДж/моль. При сгорании 200 л метана выделяется теплота количеством \_\_\_\_\_ кДж. Ответ запишите с точностью до целого числа.

*Решение.* Составляем уравнение химической реакции:



Составим пропорцию:

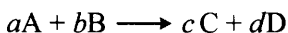
$$22,4 \text{ л } \text{CH}_4 \text{ — } 890 \text{ кДж}$$

$$200 \text{ л } \text{CH}_4 \text{ — } x \text{ кДж}$$

$$x = 200 \cdot 890/22,4 = 7946 \text{ кДж}.$$

**Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).** При решении задач такого типа вначале определяют, какое именно из исходных веществ дано в избытке, а какое — в недостатке и, следовательно, прореагирует полностью. Расчет продукта реакции проводят по веществу, которое полностью вступило в реакцию, т. е. находящемуся в недостатке.

Для некой реакции:



определение реагента, взятого в избытке, проводят, сравнивая количества вещества реагентов, деленные на их стехиометрические коэффициенты:

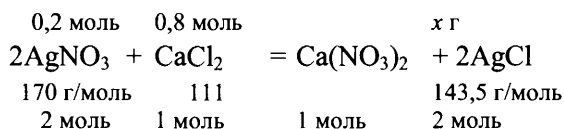
$$n_A/a \text{ и } n_B/b,$$

где:  $n_A$  — количество вещества реагента А;  $a$  — стехиометрический коэффициент;  $n_B$  — количество реагента В;  $b$  — стехиометрический коэффициент.

Если  $n_A/a < n_B/b$ , то в избытке вещество В, а если  $n_A/a > n_B/b$ , то, наоборот, в избытке вещество А, и оно прореагирует полностью.

**Пример 1.** Масса осадка, выделившегося в результате взаимодействия 0,2 моль нитрата серебра и 0,8 моль хлорида кальция, равна \_\_\_\_\_ г.

*Решение.* Составляем уравнение химической реакции и проставляем известные значения  $M$  и  $n$ :



Количество вещества нитрата серебра, поделенное на стехиометрический коэффициент, составит  $0,2/2 = 0,1$ . Количество вещества хлорида кальция, поделенное на стехиометрический коэффициент, составит  $0,8/1 = 0,8$ . Следовательно, полностью прореагирует реагент, находящийся в недостатке — нитрат серебра.

Из 2 моль  $\text{AgNO}_3$  образуется 2 моль  $\text{AgCl}$ , следовательно, из 0,1 моль  $\text{AgNO}_3$  образуется 0,1 моль  $\text{AgCl}$ .

Определим массу 0,1 моль  $\text{AgCl}$ :

$$m(\text{AgCl}) = n(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}); m(\text{AgCl}) = 0,1 \cdot 143,5 = 14,35 \text{ г.}$$

Ответ: 14,35 г.

**Расчеты по уравнениям химических реакций, когда одно из исходных веществ содержит в своем составе примеси.**

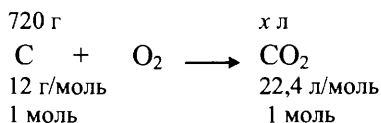
Для решения таких задач вначале определяют массу чистого вещества, после чего выполняют расчеты по уже известным нам схемам.

**Пример 2.** Какой объем углекислого газа (н. у.) можно получить из 800 г угля, содержащего в своем составе 10% негорючих примесей.

*Решение.* Процентное содержание чистого углерода составит  $100 - 10 = 90\%$ . Определим массу чистого углерода в угле:

$$m(\text{C}) = \omega \cdot m(\text{угля}); m(\text{C}) = 0,9 \cdot 800 = 720 \text{ г.}$$

Составим уравнение химической реакции и рассчитаем объем углекислого газа по найденной выше массе чистого угля:



$$x = 22,4 \cdot 720/12 = 1344 \text{ л.}$$

**Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества.** Для решения подобных задач вначале определяют массы и количества вещества чистых веществ, определяют, какое из них прореагирует полностью, а затем проводят вычисления по ранее описанным схемам.

**Нахождение молекулярной формулы вещества.** Задачи подобного рода решают, как правило, по одной схеме: выбирают для расчетов образец вещества массой 100 г, массы элементов в котором численно равны их процентному содержанию, затем определяют количества вещества элементов, находят отношение количеств веществ и выводят простейшую формулу соединения.

Для определения истинной формулы соединения необходимо использовать дополнительные сведения, позволяющие установить молекулярную массу вещества.

Состав органических соединений, как правило, устанавливают на основании данных элементного анализа. Следует учесть, что содержание кислорода в молекуле органического вещества элементарным анализом не определяется, поэтому необходимо проверять суммарное содержание элементов в веществе. Если оно меньше 100%, то подразумевается, что недостающая часть приходится на кислород.

**Пример 1.** Некий оксид железа содержит в своем составе 77,7% железа и 22,3% кислорода. Установите простейшую формулу этого оксида.

*Решение.* 1. Для расчетов выбираем образец соединения с массой 100 г, тогда массы железа и кислорода в этом образце равны их процентному содержанию, т. е. 77,7 г и 22,3 г соответственно. Определяем количество веществ железа и кислорода:

$$n(\text{Fe}) = m(\text{Fe})/A(\text{Fe}); n(\text{Fe}) = 77,7/56 = 1,39 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/A(\text{O}); n(\text{O}) = 22,3/16 = 1,39 \text{ моль}$$

2. Находим отношение количеств веществ железа и кислорода:

$$n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 1,39 : 1,39 = 1 : 1$$

Таким образом, простейшая формула оксида железа FeO.

Ответ: FeO.

Пример 2. Некое соединение содержит в своем составе 32,4% натрия; 0,7% водорода; 21,8% фосфора и 45,1% кислорода. Установите простейшую формулу этого соединения.

*Решение.* для расчетов выбираем образец соединения массой 100 г, тогда содержание в нем элементов составит: натрия — 32,4 г; водорода — 0,7 г; фосфора — 21,8 г и кислорода 45,1 г.

1. Определяем количество веществ элементов:

$$n(\text{Na}) = m(\text{Na})/A(\text{Na}); n(\text{Na}) = 32,4/23 = 1,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = m(\text{H})/A(\text{H}); n(\text{H}) = 0,7/1 = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}) = m(\text{P})/A(\text{P}); n(\text{P}) = 21,8/31 = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/A(\text{O}); n(\text{O}) = 45,1/16 = 2,8 \text{ моль}$$

2. Находим отношение количеств веществ элементов:

$$n(\text{Na}) : n(\text{H}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 1,4 : 0,7 : 0,7 : 2,8 = 2 : 1 : 1 : 4$$

Следовательно, простейшая формула соединения  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

Ответ:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

Пример 3. Для полного окисления одного объема алкана требуется в восемь раз больший объем кислорода (н. у.). При его хлорировании в газовой фазе образуется только одно хлорпроизводное.

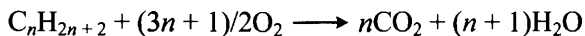
На основании данных условия задания:

- 1) произведите необходимые вычисления;
- 2) установите молекулярную формулу исходного вещества;

3) составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;

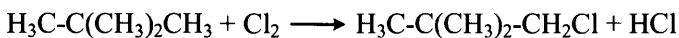
4) напишите уравнение его реакции с азотной кислотой.

*Решение.* Составляем уравнение полного окисления алкана в общем виде:



По условию задачи  $(3n + 1)/2 = 8$ ;  $n = 5$ ,  $C_5H_{12}$ .

Из всех возможных изомеров пентана только 2,2-диметилпропан в реакции хлорирования даст единственный изомер: 1-хлор-2,2-диметилпропан:



Пример 4. При гидробромировании алкена получен только один бромалкан, молярная масса которого в 2,45 раз больше, чем молярная масса исходного алкена (выход реакции считать 100%-ным).

На основании данных условия задания:

- 1) произведите необходимые вычисления;
- 2) установите молекулярную формулу исходного вещества;
- 3) составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) напишите уравнение реакции бромирования алкена.

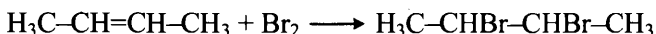
*Решение.* Составляем уравнение реакции гидробромирования в общем виде:



Молярная масса алкена в общем виде равна  $14n$  г/моль, а монобромалкана —  $(14n + 81)$  г/моль. По условию задачи  $(14n + 81)/14n = 2,45$ . Решив это уравнение, получим  $n = 4$ .

Из всех возможных изомеров бутена только бутен-2 даст один изомер бромалкана при гидробромировании.

Реакция бромирования бутена-2 описывается уравнением:



**Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.** Почти всегда при выделении целевого продукта химической реакции его количество оказывается меньше, чем рассчитанное по уравнению реакции.

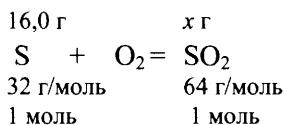
**Выходом химической реакции  $\eta$**  называют отношение практического, т. е. полученного реально количества продукта реакции к теоретическому, т. е. рассчитанному по уравнению реакции продукта:

$$\eta = m_{\text{пр}}/m_{\text{теор}}$$

**Расчеты по уравнениям химических реакций, в которых приведен выход продукта реакции.** Их решают следующим образом:

**Пример 1.** Какую массу оксида серы(IV) можно получить при сжигании в избытке кислорода 16,0 г серы, если выход реакции составляет 90% от теоретического?

*Решение.* Составляем уравнение химической реакции, проставляем известные данные:



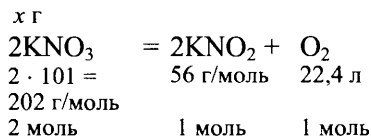
Определяем массу оксида серы(IV), которая должна образоваться теоретически:  $m(\text{SO}_2) = 64 \cdot 16/32 = 32 \text{ г}$ .

Определим массу оксида серы, которая образуется практически:  $m_{\text{пр}} = \eta \cdot m_{\text{теор}} = 0,9 \cdot 32 = 28,8 \text{ г}$ .

Ответ: 28,2 г.

**Пример 2.** Какая масса нитрата калия потребуется для получения 22,4 л кислорода (н. у.), если выход реакции составляет 80% от теоретического?

*Решение.* Составляем уравнение химической реакции:



22,4 л составляет 80% от количества, которое получилось бы при 100%-ном выходе. Следовательно, это теоретическое количество кислорода:  $22,4/0,8 = 28 \text{ л}$ .

Далее следует обычный расчет:

202 г  $\text{KNO}_3$  — 22,4 л  $\text{O}_2$

$x$  г  $\text{KNO}_3$  — 28 л  $\text{O}_2$

Отсюда  $x = 252,5$  г.

**Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси.** Массовой долей вещества  $\omega$  называют отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы для некоего вещества  $X$ :

$$\omega(X) = m(X)/m,$$

где  $\omega(X)$  — массовая доля вещества  $X$ ,  $m(X)$  — его масса;  $m$  — масса всей системы.

Массовая доля является величиной безразмерной. Ее выражают в долях от единицы или в процентах, если долю от единицы умножить на 100:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m} \cdot 100\%$$

В качестве системы может выступать как молекула химического соединения, так и смесь, раствор и т.д. Рассмотрим несколько типовых заданий.

**Пример 1.** Рассчитайте массовую долю серы в сульфиде натрия.

*Решение.* Молярная масса сульфида натрия  $M(\text{Na}_2\text{S}) = 78$  г/моль, атомная масса серы в этом соединении 32 г/моль. Для расчетов выберем образец оксида серы количеством вещества 1 моль. Масса этого вещества составит:

$$m(\text{SO}_3) = n(\text{Na}_2\text{S}) \cdot M(\text{Na}_2\text{S}); m(\text{SO}_3) = 1 \cdot 78 = 78 \text{ г}$$

Исходя из формулы  $\text{Na}_2\text{S}$ , можно заключить, что в 1 моль  $\text{Na}_2\text{S}$  будет содержаться 1 моль серы, масса которой составит:

$$m(\text{S}) = 1 \cdot 32 = 32 \text{ г}$$

Тогда массовая доля серы в оксиде серы(VI) будет равна:

$$\omega(\text{S}) = m(\text{S})/m(\text{Na}_2\text{S}); \omega(\text{S}) = 32/78 = 0,41 \text{ или } 41,0 \%$$

Ответ: 0,41 или 41,0%.



Пример 2. Рассчитайте массовые доли элементов в фосфате калия  $K_3PO_4$ .

*Решение.* Молярная масса  $M(K_3PO_4) = 212$  г/моль. Для расчетов выбираем образец фосфата калия количеством вещества 1 моль. Масса этого вещества составит:

$$m(K_3PO_4) = n(K_3PO_4) \cdot M(K_3PO_4); m(K_3PO_4) = 1 \cdot 212 = 212 \text{ г}$$

Исходя из формулы  $K_3PO_4$ , можно заключить, что в 1 моль этого соединения будет содержаться 3 моль калия, 1 моль фосфора и 4 моль кислорода, масса которых составит:

$$m(K) = 3 \cdot 39 = 117 \text{ г}; m(P) = 1 \cdot 31 = 31 \text{ г}; m(O) = 4 \cdot 16 = 64 \text{ г}.$$

Определим массовые доли элементов:

$$\omega(K) = m(K)/m(K_3PO_4); \omega(K) = 117/212 = 0,552 \text{ или } 55,2 \%$$

$$\omega(P) = m(P)/m(K_3PO_4); \omega(P) = 31/212 = 0,146 \text{ или } 14,6 \%$$

$$\omega(O) = m(O)/m(K_3PO_4); \omega(O) = 64/212 = 0,302 \text{ или } 30,2 \%$$

# ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ

---

## Инструкция по выполнению экзаменационной работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 40 заданий. Часть 1 содержит 35 заданий с кратким ответом, в их числе 26 заданий базового уровня сложности и 9 заданий повышенного уровня сложности. Часть 2 содержит 5 заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 3,5 часа (210 минут).

Ответы к заданиям базового уровня сложности записываются:

— в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа (задания 1–10, 12–17, 19–23).

— в виде двух цифр, которые соответствуют номерам правильных ответов (задания 11 и 18).

— в виде числа, которое необходимо записать, соблюдая заданную степень точности (задания 24–26).

Ответы к заданиям 27–35 повышенного уровня сложности записываются в виде последовательности цифр. Эту последовательность цифр запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответы к заданиям 36–40 (часть 2) включают в себя подробное описание всего хода выполнения задания.

При выполнении работы используйте Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева; таблицу растворимости солей, кислот и оснований в воде; электрохимический ряд напряжений металлов.

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

*Желаем успеха!*

# ВАРИАНТ 1

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^4$  соответствует частице
  - 1)  $O^{2-}$
  - 2)  $O^{2+}$
  - 3)  $C^{2+}$
  - 4)  $C^{2-}$
2. Число неспаренных электронов в атоме бора в основном состоянии такое же, как и в атоме
  - 1) рубидия
  - 2) кремния
  - 3) кислорода
  - 4) кальция
3. Водородная связь не образуется между молекулами
  - 1) пропанола
  - 2) ацетона
  - 3) аммиака
  - 4) воды
4. Элемент, проявляющий постоянную степень окисления в своих соединениях,
  - 1) хлор
  - 2) сера
  - 3) фтор
  - 4) кислород
5. Молекулярное строение имеет
  - 1) иод
  - 2) иодид калия

- 3) гидроксид калия
- 4) гидроксид алюминия

6. В перечне веществ

- |              |                |
|--------------|----------------|
| А) метанол   | Г) фенол       |
| Б) бутанол-2 | Д) изопропанол |
| В) бензол    | Е) стирол      |

к одноатомным предельным спиртам относятся вещества, названия которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АВГ | 3) ВГЕ |
| 2) АБД | 4) АДЕ |

7. И азот, и фосфор

- 1) легко окисляются кислородом воздуха
- 2) образуют фториды состава  $\text{ЭF}_5$
- 3) образуют водородные соединения  $\text{ЭН}_3$  и  $\text{ЭН}_5$
- 4) при нагревании взаимодействуют с активными металлами

8. Оксид магния взаимодействует с

- 1) оксидом кремния
- 2) кремнием
- 3) бериллием
- 4) оксидом кальция

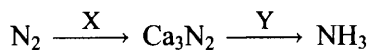
9. Гидроксид хлора (VII)

- 1) имеет формулу  $\text{Cl}(\text{OH})_7$
- 2) образуется при взаимодействии хлора с водой
- 3) имеет кислотный характер
- 4) не проявляет окислительных свойств

10. Твердый остаток образуется при прокаливании соли

- 1)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- 3)  $\text{KNO}_3$
- 4)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) Ca
- 2) CaO
- 3) H<sub>2</sub>O
- 4) HCl
- 5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

X	Y

12. Гомологами не являются

- 1) метанол и этанол
- 2) метилбензол и метилфенол
- 3) пропан и бутан
- 4) этаналь и пропионовый альдегид

13. В отличие от пропана пропен

- 1) взаимодействует с хлором
- 2) окисляется кислородом
- 3) взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра
- 4) полимеризуется

14. Этиленгликоль легко растворяет свежеполученный гидроксид

- 1) меди (II)
- 2) алюминия
- 3) железа (II)
- 4) железа (III)

15. При окислении глюкозы образуется

- 1) сорбит
- 2) сахароза
- 3) глицерин
- 4) глюконовая кислота

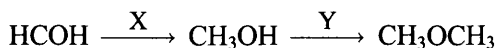
16. Циклобутан можно получить, действуя на 1,4-дихлорбутан

- 1) бромом
- 2) цинком
- 3) водородом
- 4) водой

17. Метиламин реагирует с

- 1) водой
- 2) метаном
- 3) углекислым газом
- 4) оксидом кальция

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{H}_2$
- 2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 3)  $\text{CuO}$
- 4)  $\text{CO}_2$
- 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

X	Y

19. К эндотермическим реакциям относится

- 1) взаимодействие азота и кислорода
- 2) взаимодействие азота и водорода
- 3) взаимодействие кислорода и водорода
- 4) взаимодействие воды и оксида натрия

20. При обычных условиях с наибольшей скоростью протекает реакция

- 1)  $\text{Ag}^+_{(\text{p-p})} + \text{Cl}^-_{(\text{p-p})}$
- 2)  $\text{Fe}_{(\text{тв.})} + \text{O}_2$
- 3)  $\text{N}_2 + \text{O}_2$
- 4)  $\text{Cl}_2 + \text{Fe}_{(\text{тв.})}$

21. Наиболее сильным электролитом является
- 1) HF
  - 2) H<sub>2</sub>S
  - 3) HI
  - 4) HCOOH
22. Верны ли следующие суждения о качественных реакциях?
- А. Ионы серебра образуют с фосфат-ионами черный осадок.  
Б. При действии соляной кислоты на сульфид-ионы выделяется газ без цвета и запаха.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
23. С химической точки зрения природная гуттаперча является
- 1) полипропиленом
  - 2) полиизопреном
  - 3) полибутадиеном
  - 4) полистиролом

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. К 200 г 5%-ного раствора хлорида аммония добавили 15 г этой же соли и столько же граммов воды. Чему равна массовая доля хлорида аммония в получившемся растворе?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

(Запишите число с точностью до целых.)

25. Какой объем азота (н.у.) образуется при полном сгорании 20 л аммиака в избытке кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до целых.)

26. Рассчитайте массу хлорида алюминия, образующегося при действии избытка хлора на 2,7 г алюминия.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до сотых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой соли и группой, к которой она относится.

ФОРМУЛА СОЛИ

ГРУППА

А)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

1) средняя соль

Б)  $\text{NaHCO}_3$

2) кислая соль

В)  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$

3) основная соль

Г)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления азота в ней.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

СТЕПЕНЬ

ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА

А)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

1) -3

Б)  $\text{NO}_2\text{F}$

2) -2

В)  $\text{NOCl}$

3) -1

Г)  $\text{BaN}_2\text{O}_2$

4) +1

5) +3

6) +5

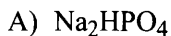
А	Б	В	Г



29. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, выделяющимся на аноде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА СОЛИ

АНОДНЫЙ ПРОДУКТ



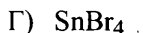
1) кислород



2) галоген



3) водород



4) фосфор

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

А) гидросульфид калия

1) нейтральная

Б) гидросульфит натрия

2) кислая

В) ортофосфат калия

3) щелочная

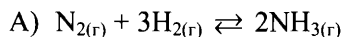
Г) хлорид хрома (III)

А	Б	В	Г

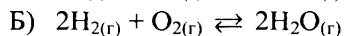
31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

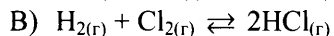
НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ  
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ



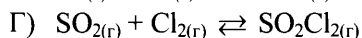
1) в сторону продуктов реакции



2) в сторону исходных веществ



3) практически не смещается



А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между простыми веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО

ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ

А) Br<sub>2</sub>

1) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(разб.), Al

Б) H<sub>2</sub>

2) KOH, KI

В) S

3) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>

Г) Na

4) Cu, N<sub>2</sub>

5) O<sub>2</sub>, Al

6) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(разб.), S

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТ

А) ацетилен и этилен

1) Br<sub>2</sub>(aq)

Б) этилен и этан

2) [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH

В) этандиол-1,2 и этанол

3) Al(OH)<sub>3</sub>

Г) фенол и этанол

4) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (p-p)

5) Cu(OH)<sub>2</sub>

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ

ПРОДУКТ

ВЕЩЕСТВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А) метан (изб.) и хлор

1) тетрахлорметан

Б) ацетилен и водород

2) хлорметан

В) пропан и бром

3) этан

Г) циклопропан и водород

4) 1-бромпропан

5) 2-бромпропан

6) пропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) этанол и натрий  
Б) этанол и бромоводород  
В) этан и бром  
Г) этанол и метанол

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) этилнатрий  
2) этилат натрия  
3) бромэтан  
4) бромэтен  
5) метилэтанол  
6) метилэтиловый эфир

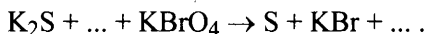
А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

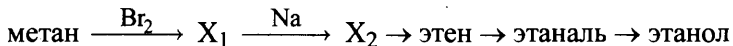


Определите окислитель и восстановитель.

37. Оксид алюминия сплавили с гидроксидом натрия. Продукт реакции внесли в раствор хлорида аммония. Выделившийся газ с резким запахом поглощен серной кислотой. Образовавшуюся при этом среднюю соль прокалили.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном смешением 200 мл 15%-ного раствора серной кислоты плотностью 1,2 г/мл и 150 мл 10%-ного раствора нитрата бария плотностью 1,04 г/мл.
40. При сгорании 4,6 г органического вещества образуется 8,8 г углекислого газа и 5,4 г воды. Указанное вещество газообразно при н.у., не реагирует с металлическим натрием и может быть получено дегидратацией спирта. На основании этих данных:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу этого вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи в его молекуле;
  - 4) приведите уравнение реакции его получения из спирта.

# ВАРИАНТ 2

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  отвечает
  - 1) атому аргона и атому хлора
  - 2) атому аргона и атому калия
  - 3) сульфид-иону и катиону лития
  - 4) атому аргона и хлорид-иону
  
2. Кислотные свойства в ряду высших оксидов алюминия — кремния — углерода
  - 1) возрастают
  - 2) ослабевают
  - 3) сначала возрастают, затем ослабевают
  - 4) сначала ослабевают, затем возрастают
  
3. Наиболее полярная ковалентная связь в молекуле
  - 1) сероводорода
  - 2) азота
  - 3) кислорода
  - 4) аммиака
  
4. Атом углерода образует три ковалентные связи в молекуле
  - 1) CO
  - 2) CO<sub>2</sub>
  - 3) HCOOH
  - 4) CH<sub>3</sub>Cl
  
5. Молекулярную кристаллическую решетку в твердом состоянии имеет

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| 1) иодид бария     | 3) барий |
| 2) гидроксид бария | 4) иод   |

6. В перечне веществ

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| A) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ | Г) $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$          |
| Б) $\text{KClO}_3$             | Д) $\text{NH}_4\text{NO}_3$            |
| В) $\text{Ba}(\text{OH})_2$    | Е) $[\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Br}$ |

к солям относятся вещества, формулы которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) БВД | 3) БДЕ |
| 2) АБГ | 4) АБЕ |

7. Общим свойством алюминия и цинка является их способность

- 1) взаимодействовать с щелочами
- 2) образовывать оксиды состава ЭО
- 3) образовывать основные оксиды
- 4) взаимодействовать с водородом

8. Амфотерность оксида свинца (II) подтверждается его способностью

- 1) растворяться в кислотах
- 2) восстанавливаться водородом
- 3) реагировать с оксидом кальция
- 4) взаимодействовать как с кислотами, так и с щелочами

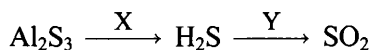
9. Угольная кислота

- 1) относится к довольно сильным электролитам
- 2) разлагается в момент получения
- 3) растворяет металлическую медь
- 4) вытесняется из солей серной кислотой, но не вытесняется соляной

10. Двойной суперфосфат получают, обрабатывая фосфорит

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1) серной кислотой   | 3) водой              |
| 2) угольной кислотой | 4) фосфорной кислотой |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) Ca
- 2) NaOH
- 3) H<sub>2</sub>O
- 4) NH<sub>3</sub>
- 5) O<sub>2</sub>

X	Y

12. Не является изомером 2-метилгексана

- 1) 3-метилгексан
- 2) 3-этилпентан
- 3) 2,2-диметилпентан
- 4) 2-метилпентан

13. Две π-связи в молекуле обуславливают химические свойства

- 1) толуола
- 2) бензола
- 3) дивинила
- 4) метилциклопентена

14. Этанол проявляет двойственные свойства, реагируя с

- 1) кислородом и фтором
- 2) калием и бромоводородом
- 3) бромоводородом и фтороводородом
- 4) натрием и литием

15. Верны ли следующие суждения об углеводах?

- А. Глюкоза в отличие от фруктозы дает реакцию «серебряного зеркала».
- Б. Сахароза относится к моносахаридам.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны

16. Метилпропан получается при нагревании с катализатором

- 1) пропана
- 2) метана
- 3) пропена
- 4) бутана

17. Этиламин реагирует с

- 1) уксусной кислотой
- 2) метаном
- 3) углекислым газом
- 4) оксидом алюминия

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) HCl
- 2) Cl<sub>2</sub>
- 3) AlCl<sub>3</sub>
- 4) NH<sub>3</sub>
- 5) NH<sub>4</sub>Cl

X	Y

19. Эндотермической окислительно-восстановительной реакцией является

- 1)  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
- 2)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$
- 3)  $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
- 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

20. Скорость реакции не зависит от

- 1) концентрации реагирующих веществ
- 2) концентрации продуктов реакции
- 3) температуры
- 4) наличия катализатора





26. Рассчитайте массу кислорода, необходимого для полного сжигания 2,24 л (н.у.) угарного газа.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запяток и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между названием органического соединения и общей формулой его гомологического ряда.

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ                      ОБЩАЯ ФОРМУЛА РЯДА

- |                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| А) метилбензол            | 1) $C_nH_{2n+2}$ |
| Б) 2,2-диметилпентан      | 2) $C_nH_{2n}$   |
| В) циклогексен            | 3) $C_nH_{2n-2}$ |
| Г) 1,1-диметилциклогексан | 4) $C_nH_{2n-4}$ |
|                           | 5) $C_nH_{2n-6}$ |

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой реакции и формулой окислителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ                                      ФОРМУЛА ОКИСЛИТЕЛЯ

- |   |              |
|---|--------------|
| А) $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$        | 1) $O_2$     |
| Б) $SO_2 + H_2S \rightarrow S + H_2O$   | 2) $SO_2$    |
| В) $SO_2 + Cl_2 \rightarrow SO_2Cl_2$   | 3) $H_2S$    |
| Г) $K_2SO_3 \rightarrow K_2S + K_2SO_4$ | 4) $K_2SO_3$ |
|   | 5) $Cl_2$    |

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на аноде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	АНОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) KI	1) кислород
Б) AgF	2) металл
В) FeCl <sub>2</sub>	3) иод
Г) KНСО <sub>3</sub>	4) фтор
	5) углекислый газ
	6) хлор

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) пальмитат калия	1) нейтральная
Б) пропионат натрия	2) кислая
В) хлорид сурьмы (III)	3) щелочная
Г) фторид цезия	

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) S <sub>(г)</sub> + H <sub>2(г)</sub> ⇌ H <sub>2</sub> S <sub>(г)</sub>	1) в сторону продуктов реакции
Б) 2SO <sub>2(г)</sub> + O <sub>2(г)</sub> ⇌ 2SO <sub>3(г)</sub>	2) в сторону исходных веществ
В) H <sub>2(г)</sub> + I <sub>2(тв)</sub> ⇌ 2HI <sub>(г)</sub>	3) практически не смещается
Г) SO <sub>2(г)</sub> + Cl <sub>2(г)</sub> ⇌ SO <sub>2</sub> Cl <sub>2(г)</sub>	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$   
 Б)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
 В)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
 Г)  $\text{Na} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$

ПРОДУКТЫ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$   
 3)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2$   
 4)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2$   
 5)  $\text{NaHCO}_3$   
 6)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА

- А)  $\text{KOH}_{(p-p)}$  и  $\text{HCOOH}_{(p-p)}$   
 Б)  $\text{CaBr}_{2(тв.)}$  и  $\text{CaF}_{2(тв.)}$   
 В)  $\text{Al}(\text{OH})_{3(тв.)}$  и  $\text{AlCl}_{3(тв.)}$   
 Г)  $\text{Na}_2\text{S}_{(p-p)}$  и  $\text{Na}_3\text{PO}_{4(p-p)}$

РЕАГЕНТ

- 1) дистиллированная вода  
 2)  $\text{AgNO}_3$   
 3) фенолфталеин  
 4)  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
 5) ацетальдегид

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) пропен и хлороводород  
 Б) ацетилен и водород  
 В) ацетилен и вода  
 Г) циклопропан и хлороводород

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) этен  
 2) этаналь  
 3) 1-хлорпропан  
 4) 2-хлорпропан  
 5) 1,2-дихлорпропан  
 6) хлорциклопропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) этилат натрия и вода  
Б) этанол и бромоводород  
В) уксусная кислота и натрий  
Г) уксусная кислота и бром

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) бромуксусная кислота  
2) формиат натрия  
3) этанол  
4) бромэтан  
5) бромацетат  
6) ацетат натрия

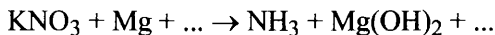
А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

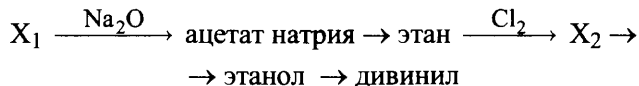


Определите окислитель и восстановитель.

37. Медь растворили в концентрированной азотной кислоте. К полученному раствору добавили избыток раствора аммиака, наблюдая сначала образование осадка, а затем его полное растворение. Полученный раствор обработали избытком соляной кислоты.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Смешали 200 г 10%-ного раствора хлорида меди (II) и 200 г 5%-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю хлорида калия в растворе.
40. При сгорании 11,6 г органического вещества образуется 13,44 л углекислого газа и 10,8 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 2. Установлено, что это вещество взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, каталитически восстанавливается водородом с образованием первичного спирта и способно окисляться подкисленным раствором перманганата калия до карбоновой кислоты. На основании этих данных:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с водородом.

# ВАРИАНТ 3

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^4$  соответствует частице
  - 1)  $N^-$
  - 2)  $O^{2-}$
  - 3)  $C^{2+}$
  - 4)  $C^{4-}$
2. Число неспаренных электронов в атоме меди в основном состоянии
  - 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) 4
3. Ионная связь реализуется в соединении
  - 1)  $H_2O$
  - 2)  $CaO$
  - 3)  $CO_2$
  - 4)  $CrO_3$
4. Валентность IV атом азота имеет в соединении
  - 1)  $KNO_2$
  - 2)  $KNO_3$
  - 3)  $NO$
  - 4)  $Ca(NO_2)_2$
5. Немолекулярное строение имеет
  - 1) иод
  - 2) хлорид иода (III)
  - 3) гидроксид калия
  - 4) уксусная кислота

6. В перечне веществ

- |            |             |
|------------|-------------|
| А) метанол | Г) изобутан |
| Б) пропан  | Д) декан    |
| В) бензол  | Е) дивинил  |

к предельным углеводородам относятся вещества, названия которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АБД | 3) БВГ |
| 2) БГД | 4) БДЕ |

7. Верны ли следующие суждения о железе?

А. Железо довольно легко взаимодействует со всеми неметаллами.

Б. Число неспаренных электронов в атоме железа равно двум.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

8. Оксид серы (VI) взаимодействует с

- 1) оксидом фосфора (V) и водой
- 2) оксидом фосфора (V) и щелочью
- 3) щелочью и водой
- 4) оксидом кальция и углекислым газом

9. Специфическим свойством серной кислоты является

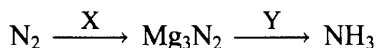
- 1) взаимодействие ее с цинком в разбавленном растворе
- 2) обезвоживающее действие на многие вещества
- 3) каталитическая активность в реакциях гидролиза
- 4) взаимодействие с щелочами

10. Углекислый газ не выделяется при прокаливании соли

- |             |                      |
|-------------|----------------------|
| 1) малахита | 3) аммиачной селитры |
| 2) мрамора  | 4) карбоната аммония |



11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- 2)  $\text{Mg}$
- 3)  $\text{MgO}$
- 4)  $\text{HCl}$
- 5)  $\text{H}_2\text{O}$

X	Y





12. Оптическая изомерия возможна для

- 1) уксусной кислоты
- 2) этанола
- 3) 2-аминопропионовой кислоты
- 4) стеариновой кислоты

13. Химические свойства дивинила аналогичны химическим свойствам

- 1) бензола
- 2) изобутана
- 3) изопрена
- 4) бутана

14. Фенолят натрия образуется при взаимодействии веществ

- 1)  и Na
- 2)  и NaOH
- 3)  и NaOH
- 4)  и  $\text{NaNO}_3$

15. Верны ли следующие суждения об ацетальдегиде?

- А. Ацетальдегид в промышленности получают гидратацией ацетилена или каталитическим окислением этена.
- Б. Ацетальдегид и этаналь — разные вещества.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

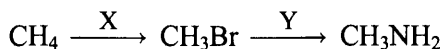
16. Метан в лаборатории может быть получен гидролизом

- 1) карбида железа
- 2) карбоната железа (II)
- 3) карбида алюминия
- 4) карбида кальция

17. Анилин реагирует с

- 1) щелочью
- 2) соляной кислотой
- 3) углекислым газом
- 4) гидроксидом алюминия

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

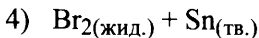
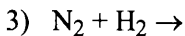
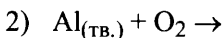
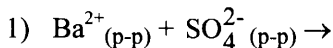
- 1) HBr
- 2) Br<sub>2</sub>
- 3) N<sub>2</sub>
- 4) NH<sub>3</sub>
- 5) NH<sub>4</sub>Br

X	Y

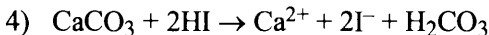
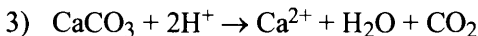
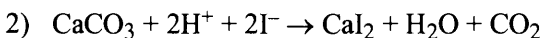
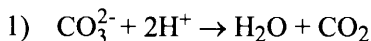
19. К реакциям этерификации относится взаимодействие уксусной кислоты и

- 1) натрия
- 2) гидроксида натрия
- 3) хлора
- 4) этанола

20. При обычных условиях с наибольшей скоростью протекает реакция



21. Взаимодействию карбоната кальция с иодоводородной кислотой отвечает краткое ионное уравнение



22. Качественным реактивом на нитрат-ионы является

1) фосфат-ион

2) соль серебра

3) медь в присутствии концентрированной серной кислоты

4) амальгамированный алюминий

23. В качестве восстановителя при выплавке железа в промышленности наиболее часто используют

1) водород

3) натрий

2) алюминий

4) кокс

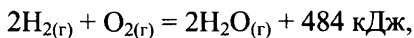
Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. К 250 г 10%-ного раствора нитрата натрия добавили 10 г этой же соли и 50 мл воды. Чему равна массовая доля нитрата натрия в полученном растворе?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

(Запишите число с точностью до десятых.)

25. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 121 кДж теплоты. Какой объем (н.у.) кислорода израсходован на сжигание водорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Рассчитайте объем (н.у.) кислорода, необходимый для полного сгорания 4,6 г этанола.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между общей формулой гомологического ряда и представителем этого ряда.

ФОРМУЛА РЯДА

ПРЕДСТАВИТЕЛЬ РЯДА

А)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

1) бензол

Б)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

2) циклогексин

В)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

3) изобутан

Г)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$

4) пропин

5) циклобутан

6) стирол

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления серы в ней.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $K_2S_2O_7$	1) -2
Б) $NaHSO_3$	2) -1
В) $SO_2Cl_2$	3) +1
Г) $S_2O$	4) +4
	5) +5
	6) +6

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, выделяющимся на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА СОЛИ	КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) $Na_2HPO_4$	1) натрий
Б) $BaCl_2$	2) барий
В) $Al_2(SO_4)_3$	3) алюминий
Г) $Cu(ClO_3)_2$	4) медь
	5) водород
	6) кислород

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) ацетат аммония	1) гидролизуется по катиону
Б) сульфид алюминия	2) гидролизуется по аниону
В) ортофосфат калия	3) гидролизуется и по катиону, и по аниону
Г) сульфат хрома (II)	4) не подвергается гидролизу

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
-------------------	---

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| A) $\text{CaCO}_{3(\text{тв})} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$           | 1) в сторону продуктов реакции |
| Б) $2\text{SO}_{3(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})}$              | 2) в сторону исходных веществ  |
| В) $\text{HF}_{(\text{раств.})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{раств.})} + \text{F}^-_{(\text{раств.})}$ | 3) практически не смещается    |
| Г) $\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{Br}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Br}_{2(\text{г})}$    |                                |

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ВЕЩЕСТВО	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
----------	-------------------

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| A) $\text{NaHSO}_4$        | 1) $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{BaCl}_2, \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ |
| Б) $\text{K}_2\text{SO}_4$ | 2) $\text{N}_2, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{O}_3$                  |
| В) $\text{Li}$             | 3) $\text{N}_2, \text{Ag}, \text{HCl}$                              |
| Г) $\text{O}_2$            | 4) $\text{N}_2, \text{Pt}, \text{NH}_3$                             |
|                            | 5) $\text{SO}_2, \text{P}_2\text{O}_3, \text{CrO}$                  |
|                            | 6) $\text{KOH}, \text{CH}_3\text{COONa}, \text{Na}$                 |

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
----------	---------

- |   |  |
|---|--|
| A) $\text{BaSO}_4$ и $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | 1) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.})$ |
| Б) $\text{BaCl}_2$ и $\text{MgCl}_2$              | 2) $\text{HCl}(\text{разб.})$            |
| В) $\text{AgNO}_3$ и $\text{KNO}_3$               | 3) $\text{H}_2\text{O}$                  |
| Г) $\text{Na}_2\text{O}$ и $\text{MgO}$           | 4) $\text{NaNO}_3$                       |
|   | 5) $\text{HNO}_3(\text{конц.})$          |

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) пропен и вода  
Б) этин и водород (изб.)  
В) пропиен и вода  
Г) циклопропан и хлор

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропанон  
2) этан  
3) пропанол-1  
4) пропанол-2  
5) 1,3-дихлорпропан  
6) хлорциклопропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) фенол и натрий  
Б) фенол и сода  
В) фенол и бромная вода  
Г) уксусная кислота и сода

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) трибромфенол  
2) ацетат натрия  
3) формиат натрия  
4) фенолят натрия  
5) монобромфенол  
6) бензоат натрия

А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

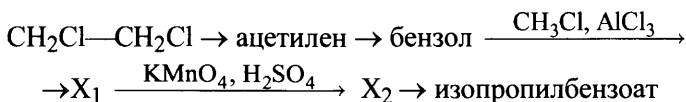


Определите окислитель и восстановитель.

37. Медь растворили в разбавленной азотной кислоте. К полученному раствору добавили избыток раствора аммиака, наблюдая сначала образование осадка, а затем его полное растворение с образованием темно-синего раствора. Полученный раствор обработали серной кислотой до появления характерной голубой окраски солей меди.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в растворе, полученном смешением 200 мл 15%-ного раствора серной кислоты плотностью 1,2 г/мл и 150 мл 10%-ного раствора нитрата бария плотностью 1,04 г/мл.

40. При сгорании 4,6 г органического вещества образуется 8,8 г углекислого газа и 5,4 г воды. Указанное вещество жидкое при



н.у., реагирует с металлическим натрием и масляной кислотой.  
На основании этих данных:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с масляной кислотой.

# ВАРИАНТ 4

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^2$  соответствует частице
  - 1)  $O^{2-}$
  - 2)  $O^{2+}$
  - 3)  $C^{2+}$
  - 4)  $C^{2-}$
2. Верны ли следующие суждения о цинке и его соединениях?
  - A. Атом цинка в основном состоянии не содержит неспаренных электронов.
  - B. Цинк образует основной оксид.
  - 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
3. Водородная связь реализуется
  - 1) в молекуле водорода
  - 2) в молекуле воды
  - 3) между молекулами водорода
  - 4) между молекулами воды
4. Валентность элемента равна
  - 1) числу образуемых им  $\sigma$ -связей
  - 2) числу образуемых им  $\pi$ -связей
  - 3) числу образуемых им ковалентных связей
  - 4) степени окисления с противоположным знаком

5. Молекулярную кристаллическую решетку имеет

- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| 1) фторид серы (VI) | 3) графит |
| 2) сульфид натрия   | 4) натрий |

6. В перечне веществ

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| A) $\text{CO}_2$           | Г) $\text{CaO}$            |
| Б) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | Д) $\text{Cl}_2\text{O}_7$ |
| В) $\text{ZnO}$            | Е) $\text{Al}_2\text{O}_3$ |

к амфотерным оксидам относятся вещества, формулы которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АДЕ | 3) БВГ |
| 2) ВГЕ | 4) БВЕ |

7. Общим свойством азота и кислорода является

- 1) легкость взаимодействия с фтором
- 2) образование молекулярной кристаллической решетки в твердом состоянии
- 3) высокие температуры плавления и кипения
- 4) проявление высшей валентности, равной номеру группы

8. Оксид рубидия взаимодействует с

- 1) азотом и водородом
- 2) водой и углекислым газом
- 3) серной кислотой и гидроксидом кальция
- 4) фосфором и аргоном

9. Хлороводородная кислота

- 1) относится к сильным электролитам
- 2) легко разлагается при кипячении на хлор и водород
- 3) не взаимодействует с алюминием
- 4) получается в промышленности из хлорида натрия

10. При нагревании разлагается без образования твердого остатка

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1) $\text{KNO}_3$           | 3) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$   |
| 2) $\text{NH}_4\text{NO}_3$ | 4) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) Ca
- 2) CaO
- 3) H<sub>2</sub>O
- 4) HCl
- 5) H<sub>2</sub>S

X	Y

12. Гомологами являются

- 1) пропан и пентан
- 2) пропан и циклопропан
- 3) пентан и пентен
- 4) циклопропан и пропен

13. В отличие от пропина пропен не взаимодействует с

- 1) аммиачным раствором оксида серебра
- 2) бромной водой
- 3) раствором перманганата калия
- 4) хлороводородом

14. При нитровании фенола образуется

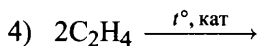
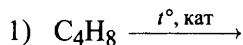
- 1) гексановая кислота
- 2) пикриновая кислота
- 3) пропионовая кислота
- 4) олеиновая кислота

15. Верны ли следующие суждения о мылах?

- А. К мылам относят, в частности, пальмитат натрия.  
Б. Все мыла относятся к поверхностно-активным веществам.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

16. Бутан может быть получен по реакции Вюрца, схема которой



17. Анилин более сильное основание, чем

1) аммиак

3) дифениламин

2) метиламин

4) триэтиламин

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

1)  $H_2$

2)  $HCl$

3)  $KOH$

4)  $HNO_3$

5)  $KNO_3$

X	Y

19. К экзотермическим реакциям относится

1) взаимодействие муравьиной кислоты и гидроксида калия

2) взаимодействие азота и кислорода

3) гидролиз сульфата меди

4) разложение карбоната кальция

20. Для уменьшения скорости взаимодействия алюминия с хлором следует

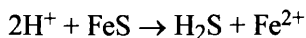
1) уменьшить объем реакционного сосуда

2) уменьшить температуру

3) добавить катализатор

4) измельчить алюминий

21. Краткое ионное уравнение



отвечает взаимодействию сульфида железа и

- 1) соляной кислоты
- 2) уксусной кислоты
- 3) фтороводородной кислоты
- 4) угольной кислоты

22. Верны ли следующие суждения о качественных реакциях?

- А. И карбонат-ионы, и иодид-ионы можно обнаружить с помощью ионов кальция.
- Б. Желтый осадок образуется при действии ионов серебра на хлорид-ионы.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

23. С химической точки зрения природный каучук является

- 1) полипропиленом
- 2) полиизопреном
- 3) полибутадиеном
- 4) полистиролом

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. При упаривании 300 г 5%-ного раствора сахарозы получено 245 г раствора. Какова массовая доля сахарозы в нем?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

(Запишите число с точностью до целых.)

25. Рассчитайте максимально возможный объем (н.у.) аммиака, который может быть получен исходя из 40 л водорода и 30 л азота.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Рассчитайте объем (н.у.) хлора, необходимый для полного окисления 12,7 г дихлорида железа.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой углеводорода и его названием.

ФОРМУЛА УГЛЕВОДОРОДА      НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

- |   |   |
|---|---|
| <p>A) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></p> <p>Б) C<sub>8</sub>H<sub>8</sub></p> <p>В) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub></p> <p>Г) C<sub>3</sub>H<sub>4</sub></p> | <p>1) этан</p> <p>2) бензол</p> <p>3) стирол</p> <p>4) этен</p> <p>5) циклопропан</p> <p>6) пропADIен</p> |
|---|---|

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой реакции и формулой окислителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА  
ОКИСЛИТЕЛЯ

- |  |   |
|--|---|
| <p>A) NaOH + Br<sub>2</sub> → NaBr + NaOBr + H<sub>2</sub>O</p> <p>Б) Br<sub>2</sub> + O<sub>3</sub> → BrO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub></p> <p>В) Cl<sub>2</sub> + I<sub>2</sub> → ICl</p> <p>Г) HCl + HClO<sub>3</sub> → Cl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O</p> | <p>1) NaOH</p> <p>2) Br<sub>2</sub></p> <p>3) Cl<sub>2</sub></p> <p>4) I<sub>2</sub></p> <p>5) HClO<sub>3</sub></p> <p>6) O<sub>3</sub></p> |
|--|---|

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, выделяющимся на аноде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА СОЛИ

АНОДНЫЙ ПРОДУКТ

А) KF

1) кислород

Б) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

2) галоген

В) CuCl<sub>2</sub>

3) водород

Г) KHSO<sub>4</sub>

4) сера

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

А) гидрокарбонат калия

1) нейтральная

Б) гидрофосфат натрия

2) кислая

В) ортофосфат цезия

3) щелочная

Г) дигидрофосфат натрия

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ  
ХИМИЧЕСКОГО  
РАВНОВЕСИЯ

А) C<sub>(тв)</sub> + CO<sub>2(г)</sub> ⇌ 2CO<sub>(г)</sub>

1) в сторону продуктов реакции

Б) C<sub>(тв)</sub> + 2H<sub>2(г)</sub> ⇌ CH<sub>4(г)</sub>

2) в сторону исходных веществ

В) HNO<sub>2(раств.)</sub> ⇌ H<sup>+</sup><sub>(раств.)</sub> +  
+ NO<sub>2<sup>-</sup>(раств.)</sub>

3) практически не смещается

Г) 2NO<sub>2(г)</sub> ⇌ 2NO<sub>(г)</sub> + O<sub>2(г)</sub>

А	Б	В	Г



32. Установите соответствие между простыми веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) К	1) $H_2SO_{4(разб.)}$ , Al
Б) $Cl_2$	2) $H_2O$ , KI
В) Р	3) $C_2H_4$ , $O_2$
Г) $H_2$	4) Cu, $N_2$
	5) $O_2$ , Al
	6) $H_2SO_{4(разб.)}$ , S

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаками протекающей между ними реакции.

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ
А) $CH_3COOH + NaOH$	1) растворение осадка
Б) $Zn(OH)_2 + KOH$ (р-р)	2) образование осадка
В) $KMnO_4 + H_2S$	3) изменение окраски раствора
Г) $AlCl_3 + AgNO_3$	4) выделение газа
	5) видимых признаков реакции нет

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) хлорэтан и натрий	1) этан
Б) хлорэтан и $KOH_{(спиртов.)}$	2) этен
В) этен и вода	3) этанол
Г) бутен-2 и водород	4) бутен-1
	5) этаналь
	6) бутан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) этанол и оксид меди (II)  
Б) уксусная кислота  
и оксид меди (II)  
В) этанол и натрий  
Г) этанол и гидроксид натрия

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) ацетат меди (I)  
2) ацетат меди (II)  
3) этилат натрия  
4) этилнатрий  
5) этаналь  
6) ацетон

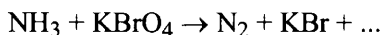
А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

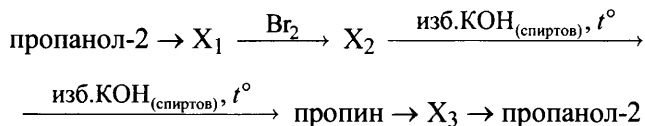


Определите окислитель и восстановитель.

37. Смесь порошков нитрита калия и хлорида аммония растворили в воде, и раствор осторожно нагрели. Выделившийся газ прореагировал с магнием. Продукт реакции внесли в избыток раствора соляной кислоты, при этом выделение газа не наблюдалось. Полученную магниевую соль в растворе обработали карбонатом натрия.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Какую массу оксида хрома (VI) следует добавить к 275 г 10%-ного раствора хромовой кислоты, чтобы увеличить ее массовую долю в полтора раза?
40. При сгорании 5,8 г органического вещества образуется 6,72 л углекислого газа и 5,4 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 2. Установлено, что это вещество не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, но каталитически восстанавливается водородом с образованием вторичного спирта и способно окисляться подкисленным раствором перманганата калия до карбоновой кислоты и углекислого газа. На основании этих данных:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с водородом.

# ВАРИАНТ 5

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

- Одинаковое число электронов содержат частицы:
  - атом гелия He и ион водорода  $H^+$
  - ион лития  $Li^+$  и атом лития Li
  - ион азота  $N^{3+}$  и атом бериллия Be
  - ион углерода  $C^{2+}$  и ион кислорода  $O^{2-}$
- Атомный радиус элементов увеличивается в ряду
  - кислород, фтор, неон
  - хлор, сера, фосфор
  - сера, хлор, бром
  - сера, хлор, фтор
- Веществом с ковалентной неполярной связью является
  - аммиак
  - сероводород
  - оксид серы (IV)
  - белый фосфор
- Степень окисления +1 атом хлора имеет в соединении
  - $ClO_2$
  - HCl
  - $Ba(ClO_2)_2$
  - $Ca(ClO)Cl$
- Немолекулярное строение имеет
  - цинк
  - муравьиная кислота
  - фтороводород
  - кислород

6. В перечне веществ

- |                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| А) CO                | Г) CaO                            |
| Б) CO <sub>2</sub>   | Д) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| В) Na <sub>2</sub> O | Е) CrO                            |

к основным оксидам относятся вещества, формулы которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АБД | 3) АГД |
| 2) ВГД | 4) ВГЕ |

7. Общим свойством железа и алюминия является их способность

- 1) растворяться в растворах щелочей
- 2) пассивироваться концентрированной серной кислотой
- 3) реагировать с иодом с образованием трийодидов
- 4) образовывать оксид состава Э<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

8. При нагревании легко разлагаются оксиды

- |  |  |
|--|--|
| 1) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и CaO             | 3) BaO и CO <sub>2</sub>               |
| 2) SO <sub>3</sub> и N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 4) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и CO |

9. Верны ли следующие суждения о сероводородной кислоте?

- А. Сероводородная кислота относится к слабым электролитам.  
Б. Сероводородная кислота может быть как окислителем, так и восстановителем.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

10. В водных растворах кислых солей среда

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1) всегда кислая   | 3) всегда нейтральная   |
| 2) всегда щелочная | 4) может быть различной |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $H_2O$
- 2)  $CO_2$
- 3) C
- 4) HCl
- 5)  $H_2SO_4$

X	Y

12. Атом углерода имеет тетраэдрическое окружение в молекуле

- 1) этана
- 2) этина
- 3) этилена
- 4) бензола

13. Верны ли следующие суждения об алкинах?

- А. Молекулы всех алкинов содержат две  $\pi$ -связи.  
Б. Ацетилен обесцвечивает водный раствор перманганата калия.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

14. Верны ли следующие суждения о свойствах этанола?

- А. Этанол при нагревании окисляется оксидом меди.  
Б. Этанол может быть получен гидролизом крахмала.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

15. Формиат натрия образуется при взаимодействии

- 1)  $CH_3COOH$  и NaOH
- 2) HCOOH и  $Na_2O$
- 3)  $C_2H_5COOH$  и Na
- 4)  $CH_3COOH$  и Na

16. Гидролизом карбида кальция получают
- 1) этан
  - 2) этин
  - 3) этен
  - 4) этанол

17. Метиламин не реагирует с
- 1) водой
  - 2) кислородом
  - 3) пропаном
  - 4) хлорметаном

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{O}_2$
- 2)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 3)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 4)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 5)  $\text{CaSO}_4$

X	Y

19. К окислительно-восстановительным реакциям относится
- 1)  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
  - 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{KOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{KCl}$
  - 3)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
20. С наибольшей скоростью серная кислота взаимодействует с
- 1) гранулами железа
  - 2) порошком цинка
  - 3) стружкой цинка
  - 4) гранулами цинка
21. Практически необратимо в водном растворе диссоциирует
- 1) уксусная кислота
  - 2) бромоводородная кислота

- 3) гидрат аммиака
- 4) пропионовая кислота

22. Верны ли следующие суждения о правилах безопасности в лаборатории?

- А. Озон относится к очень ядовитым газам.
- Б. В лаборатории категорически запрещается пробовать вещества на вкус.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

23. При первичной перегонке нефти **не получают**

- 1) мазут
- 2) керосин
- 3) этилен
- 4) газойль

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Упариванием 500 г раствора с массовой долей соли 10% получен раствор с массовой долей соли 14%. Какова масса выпаренной при этом воды?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

25. Какой объем газа (н.у.) не вступит в реакцию, если сжигать 40 л угарного газа в 40 л кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до целых.)

26. Рассчитайте массу железной окалины, образующейся при сгорании в кислороде 5,1 г железа.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)



В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой соединения и классом, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

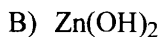
КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ



1) средние соли



2) кислые соли



3) основные соли



4) амфотерные гидроксиды

5) основания

6) кислоты

А	Б	В	Г

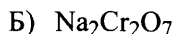
28. Установите соответствие между формулой соли и степенью окисления хрома в ней.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

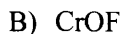
СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ХРОМА



1) 0



2) +2



3) +3



4) +4

5) +5

6) +6

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между названием металла и электролитическим способом его получения.

МЕТАЛЛ	СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ
А) калий	1) электролиз водного раствора сульфата
Б) медь	2) электролиз расплавленного хлорида
В) хром	3) электролиз расплавленного нитрата
Г) кальций	4) электролиз водного раствора гидроксида

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) стеарат аммония	1) гидролизу не подвергается
Б) пальмитат калия	2) гидролизуется по катиону
В) перхлорат натрия	3) гидролизуется по аниону
Г) сульфат цезия	4) гидролизуется по катиону и аниону

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{SO}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2\text{H}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$	2) в сторону исходных веществ
В) $2\text{HCl}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{H}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$	3) практически не смещается
Г) $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{r})}$	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между исходными веществами и основным продуктом их взаимодействия.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- А)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{CsOH}_{(\text{водн. р-р})}$   
 Б)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Cs}_2\text{O} \xrightarrow{\text{сплавл.}}$   
 В)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{сплавл.}}$   
 Г)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{сплавл.}}$

- 1)  $\text{CsCrO}_2$   
 2)  $\text{Cs}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$   
 3)  $\text{KCrO}_2$   
 4)  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между реагирующими веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТ

- А) этаналь и ацетон  
 Б) пропанол-1 и этиленгликоль  
 В) метиламин и пропан  
 Г) этанол и глицерин

- 1) метилоранж (р-р)  
 2)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$   
 3)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  (р-р)  
 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (р-р)  
 5)  $\text{KCl}$

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- А) пропан и бром  
 Б) циклопропан и бром  
 В) пропен и бромная вода  
 Г) пропин и бромная вода

- 1) 1-бромпропан  
 2) 2-бромпропан  
 3) 1,3-дибромпропан  
 4) 1,2-дибромпропан  
 5) 1,2-дибромпропен  
 6) бромциклопропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А)  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  и  $\text{Cu}(\text{OH})_2$   
 Б)  $\text{HCOOH}$  и  $\text{CuO}$   
 В)  $\text{HCHO}$  и  $\text{O}_2$   
 Г)  $\text{HCHO}$  и  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) ацетат меди  
 2) гликолят меди  
 3) формиат меди  
 4) фенолформальдегидная смола  
 5) муравьиная кислота  
 6) фенол

А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

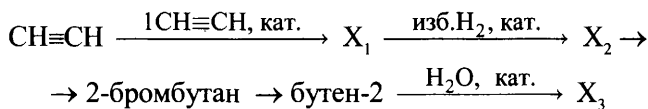


Определите окислитель и восстановитель.

37. Магний растворили в разбавленной азотной кислоте, причем выделение газа не наблюдалось. Получившийся раствор обработали избытком раствора гидроксида калия при нагревании. Выделившийся при этом газ сожгли в кислороде.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Газ, выделившийся при взаимодействии 3,2 г меди с 100 мл 60%-ной азотной кислоты (плотностью 1,4 г/мл), растворили в 100 г 15%-ного раствора гидроксида натрия. Рассчитайте суммарную массовую долю солей в полученном растворе.
40. При сгорании 2,9 г органического вещества образуется 3,36 л углекислого газа и 2,7 г воды. Плотность паров этого вещества по водороду 29. Установлено, что это вещество взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, каталитически восстанавливается водородом с образованием первичного спирта и способно окисляться подкисленным раствором дихромата калия до карбоновой кислоты. На основании этих данных:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с аммиачным раствором оксида серебра.

# ВАРИАНТ 6

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2$  соответствует частице
  - 1) H
  - 2) H<sup>+</sup>
  - 3) H<sup>-</sup>
  - 4) He<sup>2+</sup>
  
2. Верны ли следующие суждения о железе и его соединениях?
  - А. Железо находится в VIIIА группе.
  - Б. Наиболее типичная степень окисления железа +8.
  - 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
  
3. Веществом с ковалентной полярной связью является
  - 1) водород
  - 2) бром
  - 3) кислород
  - 4) вода
  
4. Степень окисления +3 атом хлора имеет в соединении
  - 1) ClO<sub>3</sub>
  - 2) Cl<sub>2</sub>O<sub>6</sub>
  - 3) Ва(ClO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>
  - 4) KClO<sub>3</sub>

5. Немолекулярное строение имеет

- 1) железо
- 2) водород
- 3) кислород
- 4) угарный газ

6. В перечне веществ

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| A) $\text{CO}_2$           | Г) $\text{CaO}$            |
| Б) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | Д) $\text{Cl}_2\text{O}_7$ |
| В) $\text{Fe}_3\text{O}_4$ | Е) $\text{CrO}_3$          |

к кислотным оксидам относятся вещества, формулы которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) БВЕ | 3) АГД |
| 2) АДЕ | 4) БВД |

7. Общим свойством меди и цинка является их способность взаимодействовать с

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1) раствором $\text{KOH}$    | 3) раствором $\text{HNO}_3$             |
| 2) раствором $\text{BaCl}_2$ | 4) разбавленной $\text{H}_2\text{SO}_4$ |

8. Оксид фосфора (V) не взаимодействует с:

- 1) водой
- 2) хлоридом натрия
- 3) гидроксидом калия
- 4) оксидом кальция

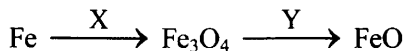
9. Верны ли следующие суждения о серной кислоте?

- А. Концентрированная серная кислота относится к водоотнимающим реагентам.
- Б. Разбавленная серная кислота растворяет медь, но не растворяет серебро.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

10. Гидрокарбонаты в растворе переходят в карбонаты при действии на них
- 1) любой соли
  - 2) любой кислоты
  - 3) любого оксида
  - 4) любой щелочи

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{HNO}_3$
- 2)  $\text{O}_2$
- 3)  $\text{H}_2$
- 4)  $\text{CO}_2$
- 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

X	Y

12. Изомером циклогексана является

- 1) 3-метилгексан
- 2) циклопентан
- 3) бензол
- 4) гексен-2

13. Для какого углеводорода особенности химических свойств объясняются единой  $\pi$ -электронной системой в молекуле?

- 1) циклобутан
- 2) бутен-1
- 3) метилциклогексан
- 4) бензол

14. Фенол образует белый осадок при взаимодействии с

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1) бромной водой    | 3) гидроксидом калия |
| 2) азотной кислотой | 4) аммиаком          |



15. Верны ли следующие суждения о жирах?

- А. Все жиры твердые при обычных условиях вещества.  
Б. С химической точки зрения жиры относятся к сложным эфирам.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

16. Сложный эфир образуется при реакции этанола с

- 1) метанолом
- 2) глицином
- 3) пропином
- 4) натрием

17. Аминокислота реагирует с

- 1) соляной кислотой
- 2) метаном
- 3) углекислым газом
- 4) оксидом кремния

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) CuO
- 2) Cu(OH)<sub>2</sub>
- 3) NH<sub>3</sub>
- 4) CO<sub>2</sub>
- 5) Ag<sub>2</sub>O (NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O)

X	Y

19. К экзотермическим реакциям относится взаимодействие

- 1) азота с кислородом
- 2) углерода с углекислым газом
- 3) воды с углеродом
- 4) пропена с бромом

20. Скорость реакции цинка с раствором серной кислоты **не зависит** от
- 1) числа взятых гранул цинка
  - 2) степени измельчения цинка
  - 3) концентрации серной кислоты
  - 4) температуры
21. Слабым и сильным электролитами являются соответственно вещества:
- 1) уксусная кислота и этилацетат
  - 2) бромоводород и этанол
  - 3) пропанол и ацетон
  - 4) пропионовая кислота и ацетат натрия
22. Верны ли следующие суждения о правилах работы в лаборатории?
- А. В лаборатории нельзя знакомиться с запахом веществ.  
 Б. Все соли натрия и калия даже в умеренных дозах ядовиты для человека.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
23. Промышленное получение аммиака основано на реакции, схема которой:
- 1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$
  - 2)  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
  - 3)  $\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}, p}$
  - 4)  $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t^\circ}$

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Чему равна массовая доля соли в растворе, полученном при смешивании 1 кг 11%-ного раствора с 3 кг 15%-ного раствора этой соли?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

(Запишите число с точностью до целых.)

25. Какой объем газа (н.у.) не вступит в реакцию, если сжигать 50 л водорода в 50 л кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до целых.)

26. Рассчитайте объем (н.у.) ацетилена, который выделится при взаимодействии с водой 50 г карбида кальция, содержащего 8% примесей.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

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

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ

А) угарный газ

1) средние соли

Б) мрамор

2) кислые соли

В) пищевая сода

3) основные соли

Г) гашеная известь

4) кислоты

5) основания

6) оксиды

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между формулой соли и степенью окисления хрома в ней.

ФОРМУЛА СОЛИ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ХРОМА
А) $K_2CrO_4$	1) 0
Б) $CaCr_2O_7$	2) +2
В) $CrO_2F_2$	3) +3
Г) $Ba_3[Cr(OH)_6]_2$	4) +4
	5) +5
	6) +6

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) $NaNO_3$	1) кислород
Б) $Cu(NO_3)_2$	2) только металл
В) $RbHCO_3$	3) только водород
Г) $SnCl_2$	4) металл и водород
	5) азот
	6) хлор

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) сульфид цезия	1) гидролизу не подвергается
Б) нитрат бария	2) гидролизуется по катиону
В) сульфат натрия	3) гидролизуется по аниону
Г) карбонат аммония	4) гидролизуется по катиону и аниону

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{SO}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$	2) в сторону исходных веществ
В) $2\text{HI}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{H}_{2(\text{r})} + \text{I}_{2(\text{тв})}$	3) практически не смещается
Г) $\text{S}_{(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}_{(\text{r})}$	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между исходными веществами и основным продуктом их взаимодействия.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{RbOH}(\text{водн. р-р})$	1) $\text{RbAlO}_2$
Б) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Rb}_2\text{O} \xrightarrow{\text{сплавл.}}$	2) $\text{Rb}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
В) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{CsOH} \xrightarrow{\text{сплавл.}}$	3) $\text{CsAlO}_2$
Г) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Cs}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{сплавл.}}$	4) $\text{Cs}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаками протекающей между ними реакции.

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ
А) $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$	1) выделение бесцветного газа
Б) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$	2) образование черного осадка
В) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	3) образование белого осадка
Г) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{NaOH}$	4) изменение окраски раствора
	5) видимых признаков не наблюдается

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) бензол и хлор ( $\text{AlCl}_3$ )  
Б) циклопропан и водород  
В) бензол и хлор (УФ)  
Г) толуол и водород

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропен  
2) пропан  
3) хлорбензол  
4) гексахлорциклогексан  
5) ксилол  
6) метилциклогексан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и  $\text{KOH}$   
Б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{CH}_3\text{OH}$   
В)  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{K}$   
Г)  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) диметиловый эфир  
2) метилацетат  
3) метилат калия  
4) метан  
5) диметиловый эфир  
6) метаналь

А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

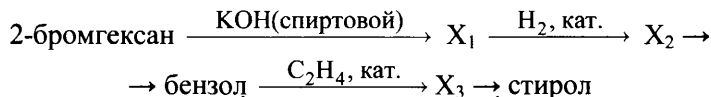


Определите окислитель и восстановитель.

37. Нитрат калия нагрели с порошкообразным свинцом до прекращения реакции. Смесь продуктов обработали водой, а затем полученный раствор профильтровали. Фильтрат подкислили серной кислотой и обработали иодидом калия. Выделившееся простое вещество нагрели с концентрированной азотной кислотой. В атмосфере образовавшегося при этом бурого газа сожгли красный фосфор.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Смесь железных и серебряных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 4,48 л (н.у.) водорода. Какой объем 20%-ной серной кислоты плотностью 1,14 г/мл понадобился бы для растворения всего железа, содержащегося в исходной смеси?
40. Некоторое органическое соединение, помимо углерода и водорода, содержит азот, массовая доля которого 23,7%. Это соединение обладает нециклическим строением, взаимодействует с соляной кислотой с образованием соли, молекула его содержит два углеводородных радикала. На основании этих данных:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с соляной кислотой.



# ВАРИАНТ 7

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2$  соответствует частице
  - 1)  $C^+$
  - 2)  $C^{4+}$
  - 3)  $C^{2+}$
  - 4)  $C^{2-}$
2. Кислотные свойства в ряду высших гидроксидов серы — хлора — иода
  - 1) возрастают
  - 2) ослабевают
  - 3) сначала возрастают, затем ослабевают
  - 4) сначала ослабевают, затем возрастают
3. Одна из связей образована по донорно-акцепторному механизму в
  - 1) хлориде натрия
  - 2) бромиде аммония
  - 3) бромиде алюминия
  - 4) хлориде железа (II)
4. Не проявляет высшей валентности, равной номеру группы, элемент
  - 1) углерод
  - 2) хлор
  - 3) фосфор
  - 4) фтор
5. Молекулярную кристаллическую решетку имеет
  - 1) литий
  - 2) оксид натрия
  - 3) красный фосфор
  - 4) белый фосфор

6. В перечне веществ

- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| А) $\text{NH}_4\text{Cl}$       | Г) $\text{NaN}$     |
| Б) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | Д) $\text{CaHPO}_4$ |
| В) $\text{NH}_4\text{HCO}_3$    | Е) $\text{KHS}$     |

к кислым солям относятся

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АБВ | 3) БГД |
| 2) АВГ | 4) ВДЕ |

7. Верны ли следующие суждения о фосфоре?

- А. Фосфор горит на воздухе с образованием  $\text{P}_2\text{O}_5$ .  
Б. При взаимодействии фосфора с металлами образуются фосфиды.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

8. Оксид хлора (VII) взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1) кислородом и водородом
- 2) водой и углекислым газом
- 3) водородом и гидроксидом кальция
- 4) кремнием и гелием

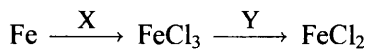
9. Ортофосфорная кислота

- 1) относится к наиболее сильным электролитам
- 2) легко разлагается при хранении
- 3) не взаимодействует с щелочными металлами
- 4) получается в промышленности из фосфора или фосфатов

10. Хлорид аммония в отличие от хлорида калия

- 1) хорошо растворяется в воде
- 2) легко разлагается при нагревании
- 3) дает осадок с нитратом серебра
- 4) не реагирует с щелочами

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) HCl
- 2) Cl<sub>2</sub>
- 3) C
- 4) Fe
- 5) H<sub>2</sub>O

X	Y

12. Только  $sp^2$ -гибридизация атомных орбиталей углерода имеет место в молекуле

- 1) бутена-1
- 2) бутена-2
- 3) циклопропана
- 4) бутадиена-1,3

13. В отличие от пропена пропин взаимодействует с

- 1) аммиачным раствором оксида серебра
- 2) бромной водой
- 3) раствором перманганата калия
- 4) хлороводородом

14. Этиленгликоль реагирует с

- 1) водородом
- 2) бромной водой
- 3) натрием
- 4) оксидом алюминия

15. Верны ли следующие суждения об углеводах?

- А. К полисахаридам относятся целлюлоза и крахмал.  
Б. Глюкоза — типичный представитель гексоз.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

16. Гидролизом карбида алюминия получают

- 1) этан
- 2) метан
- 3) этин
- 4) этен

17. Аланин реагирует с

- 1) аммиаком
- 2) изобутаном
- 3) азотом
- 4) серебром

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- 2)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
- 3) KOH
- 4)  $\text{CO}_2$
- 5)  $\text{AlCl}_3$

X	Y

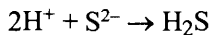
19. К реакциям замещения относится взаимодействие

- 1) уксусной кислоты и гидроксида натрия
- 2) уксусной кислоты и хлора
- 3) уксусной кислоты и соды
- 4) уксусной кислоты и глицина

20. Для увеличения скорости взаимодействия цинка с хлором следует

- 1) уменьшить давление хлора
- 2) уменьшить температуру
- 3) добавить несколько гранул цинка
- 4) измельчить цинк

21. Краткое ионное уравнение



отвечает взаимодействию

- 1) соляной кислоты и сульфида железа
- 2) соляной кислоты и сульфида калия

- 3) азотной кислоты и сульфида меди
- 4) угольной кислоты и сульфида натрия

22. Верны ли следующие суждения о качественных реакциях?

- A. С солями свинца все соли натрия дают черный осадок.
- Б. При действии азотной кислоты на карбонат-ионы появляется желтое окрашивание без выделения газа.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

23. Гидрометаллургический метод получения металлов отражает реакция:

- 1)  $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$
- 2)  $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
- 3)  $2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$
- 4)  $\text{AlCl}_3 + 3\text{K} \rightarrow \text{Al} + 3\text{KCl}$

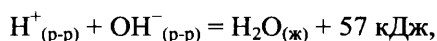
Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Какова масса уксусной кислоты в растворе, полученном при смешивании 155 г 5%-ного и 207 г 11%-ного растворов кислоты?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

25. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 171 кДж теплоты. Какая масса гидроксида натрия была нейтрализована соляной кислотой?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

26. Рассчитайте объем (н.у.) газа, выделяющегося при действии серной кислоты на 10 г сульфида алюминия.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

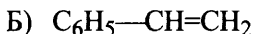
27. Установите соответствие между формулой органического соединения и его названием.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ



1) дивинил



2) этанол



3) изопрен



4) глицерин

5) толуол

6) стирол

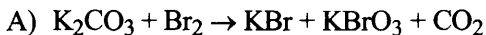
А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой реакции и формулой восстановителя в ней.

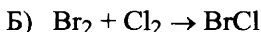
СХЕМА РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА

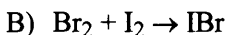
ВОССТАНОВИТЕЛЯ



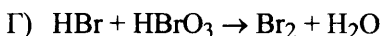
1)  $K_2CO_3$



2)  $Br_2$



3)  $Cl_2$



4)  $I_2$

5)  $HBr$

6)  $HBrO_3$

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на аноде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

АНОДНЫЙ ПРОДУКТ

А) NaF

1) кислород

Б)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

2) металл

В)  $\text{FeCl}_2$

3) водород

Г)  $\text{KHSO}_4$

4) сера

5) фтор

6) хлор

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

А) хлорид золота (III)

1) нейтральная

Б) сульфат железа (II)

2) кислая

В) ортофосфат цезия

3) щелочная

Г) ацетат калия

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении температуры в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ  
ХИМИЧЕСКОГО  
РАВНОВЕСИЯ

А)  $\text{CaCO}_{3(\text{тв})} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$

1) в сторону продуктов реакции

Б)  $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{г})}$

2) в сторону исходных веществ

В)  $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})}$

3) практически не смещается

Г)  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(\text{г})}$

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между простыми веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО

ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ

А) Na

1) KOH, Cl<sub>2</sub>

Б) I<sub>2</sub>

2) H<sub>2</sub>O, HCl

В) N<sub>2</sub>

3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Al

Г) H<sub>2</sub>

4) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>

5) Cu, N<sub>2</sub>

6) O<sub>2</sub>, Al

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаками протекающей между ними реакции.

ВЕЩЕСТВА

ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ

А) CuSO<sub>4</sub> и KOH

1) выделение бурого газа

Б) CuSO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>S

2) образование белого осадка

В) Cu(OH)<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

3) образование синего осадка

Г) Cu(OH)<sub>2</sub> и HNO<sub>3</sub>

4) образование черного осадка

5) растворение осадка

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ

ПРОДУКТ

ВЕЩЕСТВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А) толуол и хлор (FeCl<sub>3</sub>)

1) хлористый бензил

Б) толуол и хлор (свет)

2) циклогексан

В) бензол и водород

3) толуол

Г) бензол и метанол

4) метилгексахлорциклогексан

5) ксилол

6) хлортолуол

А	Б	В	Г



35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- А) 2-хлорбутан и  $\text{KOH}_{(\text{спиртов.})}$   
 Б) 1-хлорбутан и  $\text{KOH}_{(\text{водн.})}$   
 В) 1-хлорбутан и  $\text{NH}_3$   
 Г)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  и  $\text{HONO}_2$

- 1) бутен-1  
 2) бутанол-1  
 3) бутиламин  
 4) нитробутан  
 5) бутилнитрит  
 6) бутен-2

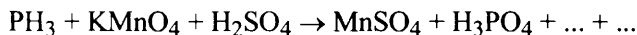
А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

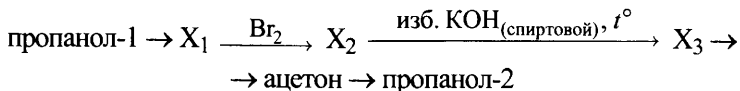


Определите окислитель и восстановитель.

37. Порошок сульфида хрома (III) растворили в серной кислоте. При этом выделился газ и образовался окрашенный раствор. К полученному раствору добавили избыток раствора аммиака, а газ пропустили через раствор нитрата свинца. Полученный при этом черный осадок побелел после обработки его пероксидом водорода.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Какую массу оксида селена (VI) следует добавить к 100 г 15%-ного раствора селеновой кислоты, чтобы увеличить ее массовую долю вдвое?
40. Некоторое органическое вещество, взаимодействуя с гидроксидом калия, образует продукт, содержащий 28,57% кислорода. Известно, что это вещество может реагировать с метанолом и оксидом кальция, а также окрашивает лакмус в красный цвет. На основании этих данных:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с метанолом.

# ВАРИАНТ 8

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки..

- Одинаковую электронную конфигурацию имеют частицы
  - 1) Cl и Ar
  - 2) Cl<sup>-</sup> и Ar
  - 3) Cl<sup>-</sup> и F<sup>-</sup>
  - 4) Na<sup>+</sup> и Ar
- Верны ли следующие суждения об алюминии?
  - А. Атом алюминия в основном состоянии содержит 3不成对电子.
  - Б. Алюминий образует амфотерный оксид.
  - 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
- Только неполярные ковалентные связи присутствуют в молекулах
  - 1) водорода и воды
  - 2) хлора и хлороводорода
  - 3) кислорода и аммиака
  - 4) водорода и кислорода
- Свою максимальную степень окисления азот проявляет в соединении
  - 1) NH<sub>4</sub>Cl
  - 2) NO<sub>2</sub>
  - 3) Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>
  - 4) NOF

5. Ионную кристаллическую решетку имеет

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| 1) фтор         | 3) гидрид натрия      |
| 2) фтороводород | 4) хлорид титана (IV) |

6. В перечне веществ

- А) тринитроглицерин
- Б) 2,4,6-тринитротолуол
- В) динитроцеллюлоза
- Г) нитробензол
- Д) нитрометан
- Е) динитрат этиленгликоля

к нитросоединениям относятся вещества, названия которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АВГ | 3) АГД |
| 2) БГД | 4) ВДЕ |

7. Верны ли следующие суждения о барии?

- А. Барий активно реагирует с водой.
- Б. Оксид бария активно взаимодействует с водой.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

8. Оксид хрома (III) может реагировать с

- 1) углеродом и оксидом кальция
- 2) углеродом и водой
- 3) водой и оксидом серы (VI)
- 4) гидроксидом калия и водой

9. Гидроксид калия взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1) углеродом и азотом
- 2) углеродом и оксидом азота (I)
- 3) алюминием и серебром
- 4) алюминием и оксидом железа (III)

10. Как правило, хорошо растворимы все соли
- |            |                      |
|------------|----------------------|
| 1) кальция | 3) азотной кислоты   |
| 2) магния  | 4) фосфорной кислоты |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) NaOH
- 2) H<sub>2</sub>O
- 3) KOH
- 4) KNO<sub>3</sub>
- 5) HNO<sub>3</sub>

X	Y

12. Под химическим строением органических веществ понимают

- 1) валентные возможности атомов
- 2) порядок соединения атомов друг с другом
- 3) геометрическую форму молекулы
- 4) валентные углы в молекуле вещества

13. И алкены, и алкины реагируют с

- 1) натрием
- 2) водой
- 3) оксидом алюминия
- 4) углекислым газом

14. Фенол взаимодействует с каждым из двух веществ:

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1) HBr и KOH                        | 3) N <sub>2</sub> и NaOH |
| 2) O <sub>2</sub> и CO <sub>2</sub> | 4) KOH и Br <sub>2</sub> |

15. Верны ли следующие суждения об углеводах?

- A. И сахароза, и глюкоза дают реакцию «серебряного зеркала».
- B. Целлюлоза, в отличие от глюкозы, может гидролизываться.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

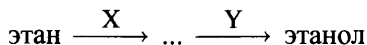
16. Для получения пропана из пропена используют реакцию

- 1) пиролиза
- 2) гидролиза
- 3) гидратации
- 4) гидрирования

17. 2-Аминомасляная кислота реагирует с

- 1) натрием и серебром
- 2) метаном и оксидом кальция
- 3) углекислым газом и пропаном
- 4) соляной кислотой и аммиаком

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) HCl
- 2) Br<sub>2</sub>
- 3) KOH<sub>(спиртов.)</sub>
- 4) KOH<sub>(водн.)</sub>
- 5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)

X	Y

19. Взаимодействие муравьиной кислоты с метанолом относится к реакциям

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1) гидрирования  | 3) этерификации |
| 2) присоединения | 4) гидратации   |

20. С наибольшей скоростью происходит взаимодействие порошка железа с
- 1) 30%-ной HCl
  - 2) 10%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - 3) 98%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - 4) 20%-ным NaOH
21. Краткое и полное ионные уравнения совпадают для реакции
- 1) соляной кислоты и карбоната калия
  - 2) уксусной кислоты и карбоната кальция
  - 3) уксусной кислоты и едкого натра
  - 4) угольной кислоты и едкого натра
22. Верны ли следующие суждения о качественных реакциях?
- А. Гидроксид меди (II) может быть использован для обнаружения этанола.
- Б. Карбоновые кислоты не взаимодействуют с аммиаком.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
23. Структурным звеном полипропилена является
- 1) CH<sub>3</sub>—CH=CH<sub>2</sub>
  - 2) —CH<sub>3</sub>—CH=CH<sub>2</sub>—
  - 3) —CH(CH<sub>3</sub>)—CH<sub>2</sub>—
  - 4) —CH=CH—CH<sub>3</sub>

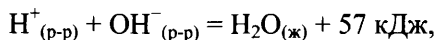
Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. К 250 г 20%-ной серной кислоты добавили 50 мл 60%-ной кислоты (плотностью 1,6 г/мл). Какова массовая доля кислоты в полученном растворе?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

(Запишите число с точностью до целых.)

25. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 28,5 кДж теплоты. Какая масса азотной кислоты была нейтрализована гидроксидом калия?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Литий массой 3,5 г сожгли в кислороде. Рассчитайте массу оксида лития, образовавшегося при этом.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между тривиальным и систематическим названиями соединений.

ТРИВИАЛЬНОЕ  
НАЗВАНИЕ

- А) глицерин
- Б) *o*-ксилол
- В) дивинил
- Г) изобутан

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ  
НАЗВАНИЕ

- 1) метилпропан
- 2) этандиол
- 3) пропантриол
- 4) 1,2-диметилбензол
- 5) 1,3-диметилбензол
- 6) бутадиен-1,3

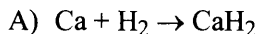
А	Б	В	Г



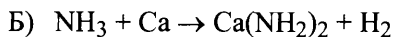
28. Установите соответствие между схемой реакции и названием восстановителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

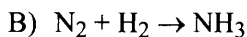
ВОССТАНОВИТЕЛЬ



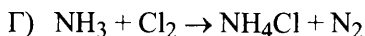
1) кальций



2) водород



3) аммиак



4) азот

5) хлор

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между названием металла и промышленным электролитическим способом его получения.

МЕТАЛЛ

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ

А) кальций

1) электролиз водного раствора хлорида

Б) серебро

2) электролиз водного раствора нитрата

В) натрий

3) электролиз расплавленного нитрата

Г) свинец

4) электролиз расплавленного хлорида

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между двумя солями, отношение которых к гидролизу одинаковое.

ПЕРВАЯ СОЛЬ

ВТОРАЯ СОЛЬ

А) сульфат натрия

1) сульфид калия

Б) хлорид алюминия

2) сульфид алюминия

В) ортофосфат цезия

3) сульфат железа (II)

Г) ацетат аммония

4) нитрат бария

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении температуры в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $C_2H_{6(r)} \rightleftharpoons C_2H_{4(r)} + H_{2(r)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2SO_{2(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2SO_{3(r)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $2NH_{3(r)} \rightleftharpoons N_{2(r)} + 3H_{2(r)}$	3) практически не смещается
Г) $N_{2(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2NO_{(r)}$	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между простыми веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) Al	1) $H_2SO_{4(разб.)}$ , P
Б) $Br_2$	2) $H_3PO_4$ , $CH_4$
В) S	3) $C_2H_4$ , $O_2$
Г) $H_2$	4) Cu, $N_2$
	5) $O_2$ , Al
	6) KI, $Cl_2$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции.

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ
А) $K_3[Cr(OH)_6] + H_2O_2$	1) изменение окраски осадка
Б) $Fe(OH)_2 + H_2O_2$	2) растворение осадка
В) $Fe(OH)_2 + H_2SO_{4(разб.)}$	3) выделение бурого газа
Г) $Fe(OH)_3 + HNO_{3(конц.)}$	4) изменение окраски раствора
	5) видимых признаков реакции нет

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) циклопропан и бром  
Б) циклогексан и бром  
В) изобутан и бром  
Г) бензоат натрия и NaOH

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) бромциклопропан  
2) дибромпропан  
3) бромциклогексан  
4) дибромгексан  
5) бензол  
6) 2-бром-2-метилпропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) пропанол-1 и CuO  
Б) пропанол-2 и CuO  
В) пропанол-1 и Na  
Г) пропанол-1 и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(конц.)

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропиленат натрия  
2) пропен  
3) пропаналь  
4) пропанон  
5) пропиленат натрия  
6) пропановая кислота

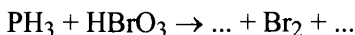
А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

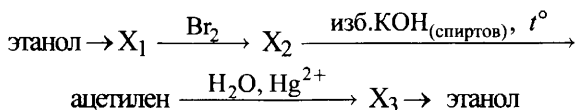


Определите окислитель и восстановитель.

37. Хлор прореагировал с горячим раствором гидроксида калия. При охлаждении раствора выпали кристаллы бертолетовой соли. Полученные кристаллы внесли в раствор соляной кислоты. Образовавшееся простое вещество прореагировало с металлическим железом. Продукт реакции нагрели с новой навеской железа.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Рассчитайте массовую долю нитрата калия в растворе, полученном при растворении в 500 г 10%-ного раствора KOH всего оксида азота (IV), который выделится при нагревании 33,1 г нитрата свинца (II).

40. Некоторый углеводород содержит 12,19% водорода по массе. Молекула этого углеводорода содержит один четвертичный атом углерода. Установлено, что этот углеводород может взаи-

модействовать с аммиачным раствором оксида серебра с образованием бурого осадка. На основании этих данных:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с аммиачным раствором оксида серебра.

# ВАРИАНТ 9

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^6$  отвечает
  - 1) атому фтора
  - 2) оксид-иону
  - 3) атому натрия
  - 4) сульфид-иону
2. Кислотные свойства в ряду высших оксидов углерода — кремния — фосфора
  - 1) возрастают
  - 2) ослабевают
  - 3) сначала возрастают, затем ослабевают
  - 4) сначала ослабевают, затем возрастают
3. Одна из связей образована по донорно-акцепторному механизму в
  - 1) молекуле водорода
  - 2) молекуле пероксида водорода
  - 3) ионе аммония
  - 4) молекуле аммиака
4. Степень окисления +2, а валентность IV атом углерода имеет в соединении
  - 1) CO
  - 2) CO<sub>2</sub>
  - 3) HCOOH
  - 4) CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>
5. Ионную кристаллическую решетку имеет
  - 1) бромид калия
  - 2) бром
  - 3) калий
  - 4) бромоводород

**6. В перечне веществ**

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| А) $\text{Al}(\text{OH})_3$ | Г) $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ |
| Б) $\text{HCl}$             | Д) $\text{KOH}$  |
| В) $\text{H}_2\text{S}$     | Е) $\text{H}_2\text{SO}_4$                             |

к гидроксидам относятся вещества, формулы которых обозначены буквами

- |        |        |
|--------|--------|
| 1) АГД | 3) БВГ |
| 2) АГЕ | 4) АДЕ |

**7. И медь, и алюминий**

- 1) реагируют с раствором гидроксида натрия
- 2) взаимодействуют при обычных условиях с азотом
- 3) растворяются в разбавленной соляной кислоте
- 4) могут взаимодействовать с кислородом

**8. Оксид хрома (VI) взаимодействует с каждым из двух веществ:**

- 1) оксидом кремния и углекислым газом
- 2) водой и углекислым газом
- 3) водой и гидроксидом натрия
- 4) кислородом и водородом

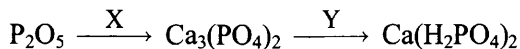
**9. Азотная кислота**

- 1) относится к довольно слабым электролитам
- 2) разлагается при хранении и при нагревании
- 3) не растворяет металлическую медь
- 4) получается в промышленности из нитратов

**10. Для получения дигидрофосфата кальция средний фосфат следует обработать**

- 1) серной кислотой
- 2) угольной кислотой
- 3) водой
- 4) гидроксидом кальция

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) Ca
- 2)  $\text{Ca}_3\text{N}_2$
- 3)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 4)  $\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

X	Y

12. **Не является** изомером гексена-2

- 1) гексен-1
- 2) циклогексан
- 3) 2-метилпентен-1
- 4) гексадиен-1,3

13. Два моля водорода может присоединить один моль

- 1) этана
- 2) бензола
- 3) пропина
- 4) пропена

14. Метанол проявляет двойственные свойства, реагируя с

- 1) натрием и калием
- 2) натрием и бромоводородом
- 3) бромоводородом и хлороводородом
- 4) кислородом и фтором

15. Все углеводы

- 1) сладкие на вкус
- 2) растворяются в воде
- 3) являются электролитами
- 4) твердые вещества

16. Бутан может быть получен при

- 1) дегидратации бутанола-1
- 2) взаимодействии 1,2-дихлорбутана с цинком



- 3) взаимодействии хлорэтана с натрием
- 4) взаимодействии метана с пропаном

17. 2-Аминопропионовая кислота **не реагирует** с

- 1) серной кислотой
- 2) азотом
- 3) гидроксидом кальция
- 4) оксидом бария

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- 2)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
- 3) KOH
- 4)  $\text{CO}_2$
- 5)  $\text{H}_2\text{O}$

X	Y

19. К окислительно-восстановительным реакциям **не относится** взаимодействие

- 1) пропана и хлора
- 2) хлора и водорода
- 3) метанола и уксусной кислоты
- 4) кальция и хлоруксусной кислоты

20. Для увеличения скорости взаимодействия железа с кислородом следует

- 1) уменьшить давление кислорода
- 2) измельчить железо

- 3) взять несколько брусков железа
- 4) уменьшить температуру

21. Слабым электролитом является

- 1)  $\text{HCOOK}$
- 2)  $\text{HCOOH}$
- 3)  $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$
- 4)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

22. Верны ли следующие суждения о качественных реакциях на белки?

- А. С солями свинца белки дают оранжевое окрашивание.  
Б. При действии азотной кислоты на белок появляется желтое окрашивание.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

23. Пирометаллургический метод получения металлов отражает реакция

- 1)  $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$
- 2)  $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
- 3)  $2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$
- 4)  $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$

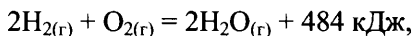
Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Смешали 200 г 11%-ного раствора нашатыря и 350 г 17%-ного раствора этой же соли. Какова массовая доля нашатыря в полученном растворе?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

(Запишите число с точностью до десятых.)

25. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 968 кДж теплоты. Вычислите объем (н.у.) водорода, вступившего в реакцию.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Рассчитайте массу хлорида алюминия, образующегося при взаимодействии избытка алюминия с 2,24 л (н.у.) хлора.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой органического соединения и его названием.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

А)  $\text{CH}_3\text{-OH}$

1) дивинил

Б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$

2) метанол

В)  $\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}_2(\text{OH})$

3) изопрен

Г)  $\text{CH}_2=\text{CH-CH=CH}_2$

4) этандиол

5) толуол

6) стирол

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой реакции и формулой окислителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА ОКИСЛИТЕЛЯ

- |  |  |
|--|--|
| <p>А) <math>K_2CO_3 + Br_2 \rightarrow KBr +</math><br/><math>+ KBrO_3 + CO_2</math></p> <p>Б) <math>Br_2 + Cl_2 \rightarrow BrCl</math></p> <p>В) <math>Br_2 + I_2 \rightarrow IBr</math></p> <p>Г) <math>HBr + HBrO_3 \rightarrow Br_2 + H_2O</math></p> | <p>1) <math>K_2CO_3</math></p> <p>2) <math>Br_2</math></p> <p>3) <math>Cl_2</math></p> <p>4) <math>I_2</math></p> <p>5) <math>HBr</math></p> <p>6) <math>HBrO_3</math></p> |
|--|--|

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на аноде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

АНОДНЫЙ ПРОДУКТ

- |   |  |
|---|--|
| <p>А) <math>K_2CO_3</math></p> <p>Б) <math>AgNO_3</math></p> <p>В) <math>ZnCl_2</math></p> <p>Г) <math>NaHCO_3</math></p> | <p>1) кислород</p> <p>2) металл</p> <p>3) водород</p> <p>4) азот</p> <p>5) углекислый газ</p> <p>6) хлор</p> |
|---|--|

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

- |  |   |
|--|---|
| <p>А) хлорид хрома (III)</p> <p>Б) сульфат хрома (II)</p> <p>В) сульфид натрия</p> <p>Г) сульфат цезия</p> | <p>1) нейтральная</p> <p>2) кислая</p> <p>3) щелочная</p> |
|--|---|

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $N_{2(r)} + 3H_{2(r)} \rightleftharpoons 2NH_{3(r)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2H_{2(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(r)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $2HCl_{(r)} \rightleftharpoons H_{2(r)} + Cl_{2(r)}$	3) практически не смещается
Г) $SO_2Br_{2(r)} \rightleftharpoons SO_{2(r)} + Br_{2(r)}$	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) $NaOH + I_2$	1) $NaI + H_2O + O_2$
Б) $I_2 + Br_2$	2) $BrI_3$
В) $NaOH + NO_2$	3) $IBr_3$
Г) $NaOH + NO + NO_2$	4) $NaNO_2 + H_2O$
	5) $NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$
	6) $NaI + H_2O + NaIO_3$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) пентанол и фенол	1) бромная вода
Б) пропанол-1 и глицерин	2) аммиачный р-р оксида серебра (I)
В) муравьиная кислота и уксусная кислота	3) раствор соды
Г) стеариновая и олеиновая кислоты	4) гидроксид меди (II)
	5) натрий

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) этан и азотная кислота  
Б) этан и соляная кислота  
В) этан и хлор  
Г) бутан и  $AlCl_3$

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) бутен  
2) изобутан  
3) нитроэтан  
4) хлорэтан  
5) 1,2-дихлорэтан  
6) взаимодействие невозможно

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) ацетон и водород  
Б) пропен и вода  
В) пропаналь и водород  
Г) пропионовая кислота  
и натрий

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропанол-1  
2) пропанол-2  
3) пропанон  
4) пропановая кислота  
5) пропионат натрия  
6) пропилат натрия

А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

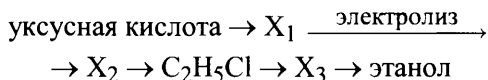


Определите окислитель и восстановитель.

37. Раствор иодида калия обработали избытком хлорной воды, при этом наблюдали сначала образование осадка, а затем его полное растворение. Образовавшуюся при этом иодсодержащую кислоту выделили из раствора, высушили и осторожно нагрели. Полученный оксид прореагировал с угарным газом.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Какую массу оксида серы (VI) следует добавить к 500 г 20%-ного раствора серной кислоты, чтобы увеличить ее массовую долю вдвое?

40. Некоторое органическое вещество, взаимодействуя с гидроксидом натрия, образует продукт, содержащий 33,82% металла.

Известно, что это вещество может реагировать с этанолом и оксидом магния, а также окрашивает метилоранж в розовый цвет. На основании этих данных:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с оксидом магния.



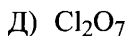
# ВАРИАНТ 10

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

- Число электронов в ионе  $\text{Ca}^{2+}$  равно
  - 1) 18
  - 2) 20
  - 3) 22
  - 4) 40
- Верны ли следующие суждения о кальции и его соединениях?
  - А. Кальций относится к щелочным металлам.
  - Б. Оксид кальция относится к амфотерным оксидам.
  - 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
- Соединения с ионной связью расположены в ряду:
  - 1)  $\text{F}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NH}_3$
  - 2)  $\text{LiBr}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaF}_2$
  - 3)  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - 4)  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NF}_3$
- Степень окисления +2 атом углерода имеет в соединении
  - 1)  $\text{CO}_2$
  - 2)  $\text{CBr}_4$
  - 3)  $\text{HCOOH}$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- Немолекулярное строение имеет
  - 1) фуллерен
  - 2) алмаз
  - 3) вода
  - 4) углекислый газ

6. В перечне веществ



к основным оксидам относятся вещества, формулы которых обозначены буквами

1) АБГ

3) АБЕ

2) БГД

4) БГЕ

7. Верны ли следующие суждения о меди и ее соединениях?

А. Гидроксид меди (II) относится к кислотным гидроксидам.

Б. Медь практически не растворяется в разбавленной серной кислоте.

1) верно только А

3) верны оба суждения

2) верно только Б

4) оба суждения неверны

8. Оксид калия взаимодействует с каждым из двух веществ:

1) масляная кислота и вода

2) уксусная кислота и водород

3) оксид натрия и сера

4) оксид кальция и серная кислота

9. С гидроксидом хрома (III) **не взаимодействует**

1) хлорная кислота

2) кислород

3) гидроксид калия

4) гидроксид натрия

10. Раствор гидрокарбоната калия выделяет углекислый газ при действии на него

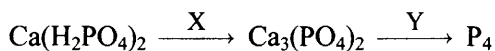
1) хлорида натрия

2) угольной кислоты

3) любой щелочи

4) уксусной кислоты

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 2)  $\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{Ca}$
- 4)  $\text{C}$
- 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

X	Y

12. Изомерия невозможна для

- 1) 2-метилгексана
- 2) циклопропана
- 3) пропана
- 4) пропена

13. Кетон образуется при гидратации

- 1) пропена
- 2) ацетилена
- 3) пропина
- 4) пропана

14. Для метанола возможна химическая реакция с

- 1) пропионовой кислотой
- 2) пропаном
- 3) углекислым газом
- 4) гидроксидом железа (II)

15. Сахароза относится к

- 1) моносахаридам
- 2) полисахаридам
- 3) дисахаридам
- 4) гексозам

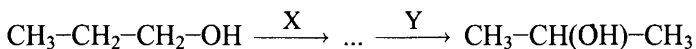
16. Бутан в лаборатории можно получить при взаимодействии

- 1) метилбутана и водорода
- 2) карбида алюминия и воды
- 3) метана и пропана
- 4) хлорэтана и натрия

17. Аминоуксусная кислота **не реагирует** с

- 1) аланином
- 2) хлороводородом
- 3) аммиаком
- 4) октаном

18. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) CuO
- 2) HBr
- 3) KOH (спиртов.)
- 4) H<sub>2</sub>O
- 5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)

X	Y

19. К реакциям замещения относится взаимодействие

- 1) пропена и воды
- 2) пропена и водорода
- 3) пропена и хлора при комнатной температуре
- 4) пропена и хлора при 600 °С

20. С наибольшей скоростью соляная кислота реагирует с

- 1) железной стружкой
- 2) раствором гидроксида натрия
- 3) порошком мела
- 4) свинцовыми опилками

21. Электрический ток **не проводят** водные растворы

- 1) хлорида калия и гидроксида кальция
- 2) этанола и хлороводорода
- 3) пропанола и ацетона
- 4) глюкозы и ацетата калия

22. Верны ли следующие суждения о правилах обращения с веществами?
- А. Перманганат калия относится к пожаробезопасным веществам.
- Б. При получении раствора серной кислоты следует всегда добавлять воду к концентрированной кислоте.
- 1) верно только А                      3) верны оба суждения  
2) верно только Б                      4) оба суждения неверны
23. Одним из важнейших способов получения фенола является выделение его из продуктов
- 1) брожения глюкозы  
2) коксования каменного угля  
3) гидролиза целлюлозы  
4) перегонки мазута

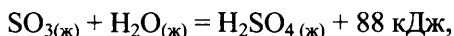
Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Сколько граммов едкого натра следует растворить в 300 г 5%-ного раствора для получения 10%-ного раствора NaOH?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

25. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 264 кДж теплоты. Вычислите массу образовавшейся при этом серной кислоты.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

26. Рассчитайте массу бромида железа (III), образующегося при действии избытка брома на 2,16 г бромида железа (II).

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

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

НАЗВАНИЕ  
СОЕДИНЕНИЯ

КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ

- |             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| А) метанол  | 1) простые эфиры                   |
| Б) стирол   | 2) сложные эфиры                   |
| В) глицерин | 3) предельные спирты               |
| Г) дивинил  | 4) углеводороды                    |
|             | 5) предельные карбоновые кислоты   |
|             | 6) ненасыщенные карбоновые кислоты |

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между формулой соли и степенью окисления углерода в ней.

ФОРМУЛА СОЛИ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
УГЛЕРОДА

- |                  |       |
|------------------|-------|
| А) $K_2CO_3$     | 1) -4 |
| Б) $Ca(HCO_3)_2$ | 2) -2 |
| В) $HCOONa$      | 3) 0  |
| Г) $NaHC_2O_4$   | 4) +2 |
|                  | 5) +3 |
|                  | 6) +4 |

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

**ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА**                      **КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ**

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| А) $K_2CO_3$   | 1) кислород         |
| Б) $AgNO_3$    | 2) только металл    |
| В) $ZnCl_2$    | 3) только водород   |
| Г) $NaHC_2O_4$ | 4) металл и водород |
|                | 5) азот             |
|                | 6) хлор             |

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу.

- |                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <b>НАЗВАНИЕ СОЛИ</b> | <b>СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ</b>       |
| А) сульфид аммония   | 1) гидролизу не подвергается         |
| Б) фосфат калия      | 2) гидролизуется по катиону          |
| В) сульфид натрия    | 3) гидролизуется по аниону           |
| Г) сульфат цезия     | 4) гидролизуется по катиону и аниону |

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении температуры в системе:

- |  |  |
|--|--|
| <b>УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ</b>                                   | <b>НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ</b> |
| А) $C_6H_{12(r)} \rightleftharpoons C_6H_6(r) + 3H_{2(r)}$ | 1) в сторону продуктов реакции                     |
| Б) $2SO_{3(r)} \rightleftharpoons 2SO_{2(r)} + O_{2(r)}$   | 2) в сторону исходных веществ                      |
| В) $N_{2(r)} + 3H_{2(r)} \rightleftharpoons 2NH_{3(r)}$    | 3) практически не смещается                        |
| Г) $N_{2(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2NO(r)$         |  |

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между исходными веществами и основным продуктом их взаимодействия.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) $\text{Cr} + \text{Cl}_2$	1) $\text{CrCl}_2$
Б) $\text{Cr} + \text{HCl}$	2) $\text{CrCl}_3$
В) $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$	3) $\text{CrCl}_4$
Г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}$	4) $\text{CrCl}_6$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) $\text{CaCl}_2$ и $\text{NaCl}$	1) $\text{KOH}$
Б) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	2) $\text{K}_2\text{CO}_3$
В) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ и $\text{BaCl}_2$	3) лакмус
Г) $\text{KOH}$ и $\text{KBr}$	4) $\text{HCl}$
	5) $\text{AgCl}$

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между веществом и продуктом его дегидрирования при нагревании с катализатором.

ВЕЩЕСТВО	ПРОДУКТ ДЕГИДРИРОВАНИЯ
А) циклогексан	1) бензол
Б) изобутан	2) 2-метилпропен
В) гептан	3) циклогептан
Г) гексан	4) 2-гексен
	5) бутадиен-1,2
	6) толуол

А	Б	В	Г



35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) пропанол-1 и оксид меди (II)  
Б) пропанол-2 и оксид меди (II)  
В) пропанол-2 и муравьиная кислота  
Г) пропилен и вода

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропаналь  
2) ацетон  
3) пропилен  
4) изопропанол  
5) пропилацетат  
6) изопропилформиат

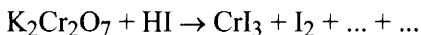
А	Б	В	Г

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

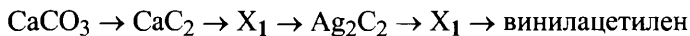


Определите окислитель и восстановитель.

37. Порошок алюминия нагрели с порошком серы, полученное вещество обработали водой. Выделившийся при этом осадок обработали избытком концентрированного раствора гидроксида калия до его полного растворения. К полученному раствору добавили раствор хлорида алюминия и вновь наблюдали образование белого осадка.

Запишите уравнения описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических соединений.

39. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 8,96 л (н.у.) водорода. Если такую же массу смеси обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 6,72 л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.
40. Некоторое органическое соединение массой 5,8 г, взаимодействуя с гидроксидом меди (II), при нагревании образовало 14,4 г осадка оксида меди (I). Указанное органическое соединение вступает в реакции присоединения гидросульфита натрия и этанола. На основании этих данных:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) приведите уравнение реакции его взаимодействия с гидроксидом меди (II).

# ВАРИАНТ 11

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Число  $p$ -электронов на внешней электронной оболочке в анионе  $S^{2-}$  равно:  
1) 4  
2) 2  
3) 6  
4) 8
2. Только оксиды образуют при взаимодействии с кислородом элементы:  
1) Na, K, Cs  
2) Ba, Al, Cs  
3) Li, Mg, Ca  
4) Al, Ca, Na
3. Молекулы расположены в порядке увеличения полярности связи в ряду:  
1)  $H_2S, H_2Se, H_2Te, H_2O$   
2)  $H_2Se, H_2Te, H_2S, H_2O$   
3)  $H_2S, H_2O, H_2Se, H_2Te$   
4)  $H_2Te, H_2Se, H_2S, H_2O$
4. Степень окисления, равную +6, атом хрома имеет в соединении:  
1)  $Cr_2O_3$   
2)  $K_2Cr_2O_7$   
3)  $K_3[Cr(OH)_6]$   
4)  $Cr(NO_3)_3$
5. Вещества только с молекулярной кристаллической решеткой в твердом состоянии перечислены в ряду:

- 1) фенол, бензол, фруктоза
- 2) водород, калий, гелий
- 3) графит, алмаз, карбин
- 4) алмаз, оксид калия, фенол

6. Среди нижеперечисленных веществ:

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) BaO                            | 4) Li <sub>2</sub> O              |
| 2) BaO <sub>2</sub>               | 5) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 3) Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | 6) SrO                            |

к основным оксидам относятся вещества, формулы которых обозначены цифрами

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 1, 2, 3 | 3) 1, 4, 6 |
| 2) 2, 3, 4 | 4) 2, 3, 6 |

7. Верны ли следующие суждения о хrome?

- A. Оксид хрома(III) является амфотерным.  
B. Хром реагирует на холоду с концентрированной азотной кислотой.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только A | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только B | 4) оба суждения неверны |

8. Оксид бария взаимодействует с каждым из трех веществ:

- 1) соляная кислота, оксид фосфора(V), вода
- 2) гидроксид кальция, углекислый газ, оксид алюминия
- 3) оксид магния, оксид серы(IV), сера
- 4) кислород, оксид азота(I), азотная кислота

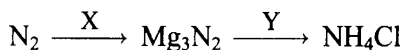
9. Гидроксид лития взаимодействует с каждым из двух веществ:

- |  |  |
|--|--|
| 1) ZnO и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 3) N <sub>2</sub> O и KCl                  |
| 2) BaSO <sub>4</sub> и CaCl <sub>2</sub> | 4) FeSO <sub>4</sub> и Ca(OH) <sub>2</sub> |

10. Гидросульфат лития реагирует с:

- |         |                                   |
|---------|-----------------------------------|
| 1) NaOH | 3) CO                             |
| 2) HCl  | 4) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) Mg
- 2) CaO
- 3) H<sub>2</sub>O
- 4) HCl
- 5) NH<sub>3</sub>

X	Y

12. Ацетиленовые углеводороды являются межклассовыми изомерами:

- 1) алкадиенов
- 2) циклоалканов
- 3) ароматических углеводородов
- 4) парафинов

13. При взаимодействии 2-метилбутана с бромом в соотношении 1:1 преимущественно образуется:

- 1) 1-бром-2-метилбутан
- 2) 2-бром-2-метилбутан
- 3) 2-бром-3-метилбутан
- 4) 1,2-дибром-2-метилбутан

14. При взаимодействии 2-метилбутанола-3 с перманганатом калия на холоду в водной среде образуется:

- 1) бутанон-2
- 2) 3-метилбутанон-2
- 3) 2-метилбутанон-3
- 4) 2-метилбутаналь

15. Верны ли следующие суждения об ацетальдегиде?

- А. Ацетальдегид вступает в реакцию тримеризации.  
Б. Окисление ацетальдегида **не приводит** к уксусной кислоте.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

16. Этиленгликоль можно получить в одну стадию из:

- 1) этана
- 2) ацетилена
- 3) этилена
- 4) бутена

17. Бутиламин реагирует с

- 1) серой
- 2) этаном
- 3) уксусной кислотой
- 4) оксидом натрия

18. В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{CH}_4$
- 2)  $\text{CH}_3\text{Cl}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 4)  $\text{CO}_2$
- 5)  $\text{KOH}$

X	Y

19. Взаимодействие бензола с хлором при УФ-облучении является реакцией:

- 1) соединения
- 2) разложения
- 3) замещения
- 4) обмена

20. С наибольшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция между:

- 1)  $\text{AgNO}_3$  (р-р) и  $\text{NaCl}$  (р-р)
- 2)  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{HCl}$
- 3)  $\text{Zn}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (р-р)
- 4)  $\text{Mg}$  и  $\text{O}_2$

21. В каком ряду все указанные вещества являются неэлектролитами:
- 1) этанол, хлорид калия, сульфат бария
  - 2) рибоза, гидроксид калия, ацетат натрия
  - 3) сахароза, глицерин, метанол
  - 4) сульфат натрия, глюкоза, уксусная кислота
22. Качественной реакцией на глицерин является взаимодействие его с
- 1) подкисленным раствором перманганата калия
  - 2) бромной водой
  - 3) раствором хлорида железа(III)
  - 4) гидроксидом меди(II)
23. При промышленном получении аммиака синтезом из азота и водорода (процесс Габера) используют:
- 1) никелевый катализатор и пониженное давление
  - 2) никелевый катализатор и повышение температуры процесса выше  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 3) железный катализатор и температуру ниже  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 4) катализатор — губчатое железо, активированное оксидами калия или другими веществами, и температурой около  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Определите массу воды, которую нужно добавить к 50 г 20%-ного раствора соляной кислоты, чтобы уменьшить ее концентрацию до 10%.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых).

25. Чему равен объем азота, который при н.у. необходимо взять для получения 17 кг аммиака при условии количественного выхода?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Чему равен объем газа, образовавшегося в результате растворения 40 г карбоната кальция в избытке соляной кислоты?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой неорганического вещества и классом неорганических соединений, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА  
ВЕЩЕСТВА

А)  $N_2O$

Б)  $N_2O_3$

В)  $NaBr$

Г)  $H_3BO_3$

КЛАСС НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ

1) кислотный оксид

2) кислая соль

3) несолеобразующий оксид

4) средняя соль

5) гидроксид

6) амфотерный оксид

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между степенью окисления и валентностью углерода в следующих соединениях.

СОЕДИНЕНИЕ

А)  $CO$

Б)  $COCl_2$

В)  $HCOOH$

Г)  $HCOH$

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ, ВАЛЕНТНОСТЬ

1) +4, IV

2) -4, IV

3) -2, II

4) +2, II

5) 0, IV

6) +2, IV

А	Б	В	Г



29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется на катоде в результате электролиза его водного раствора.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

А)  $\text{CuCl}_2$

Б)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

В)  $\text{CrCl}_3$

Г)  $\text{MgSO}_4$

ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА

1) медь

2) водород

3) хром и водород

4) хром

5) ртуть

6) магний и водород

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

А) хлорид натрия

Б) сульфат олова

В) сульфид алюминия

Г) сульфид калия

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

1) гидролиз по катиону

2) гидролиз по аниону

3) гидролиз по катиону и аниону

4) гидролизу не подвергается

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

А)  $\text{CaCO}_{3(\text{тв})} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$

Б)  $2\text{SO}_{3(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})}$

В)  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(\text{г})}$

Г)  $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(\text{г})}$

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

1) в сторону продуктов реакции

2) в сторону исходных веществ

3) практически не смещается

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ

А)  $\text{CrO}_3$

1)  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{LiOH}$

Б)  $\text{NO}_2$

2)  $\text{HBr}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$

В)  $\text{H}_3\text{PO}_4$

3)  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Г)  $\text{Al}_2\text{O}_3$

4)  $\text{S}$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

5)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между двумя веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТ

А) фенол и пентанол-1

1)  $\text{Br}_2$  (водн.)

Б) пропанол-1 и глицерин

2)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

В) муравьиная кислота  
и пропионовая кислота

3)  $\text{Na}$

Г) пальмитиновая кислота  
и олеиновая кислота

4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

5)  $\text{NH}_3$

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ

ПРОДУКТ

ВЕЩЕСТВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А) этан (изб.) и бром

1) бутан

Б) ацетилен и водород (недостаток)

2) этан

В) пропан и бром (эквимоль)

3) бромэтан

Г) циклобутан и водород

4) 1-бромпропан

5) 2-бромпропан

6) этен

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) этанол и калий  
Б) пропанол-2 и бромоводород  
В) пропанол-1 и бромоводород  
Г) муравьиная кислота и метанол

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

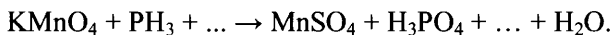
- 1) этилат калия  
2) 1-бромпропан  
3) 2-бромпропан  
4) метилацетат  
5) метилформиат  
6) метилэтиловый эфир

А	Б	В	Г

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

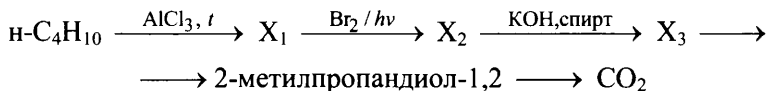
36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

37. Осадок, полученный при взаимодействии растворов сульфата алюминия и нитрата бария, отфильтровали. Фильтрат обработали едким натром в мольном соотношении 1 : 3. Выпавший осадок отделили и прокалили. Полученное вещество обработали избытком раствора соляной кислоты. Напишите уравнения описанных реакций.

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



39. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали водным раствором гидроксида натрия, при этом выделилось 13,44 л водорода (н.у.). При обработке такой же навески смеси соляной кислотой выделилось 15,68 л водорода (н.у.). Определите массовую долю железа в исходной смеси.
40. При сгорании в кислороде навески предельной карбоновой кислоты массой 6,0 г образовался углекислый газ объемом 4,48 л. Установите формулу кислоты.
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) напишите уравнение реакции кислоты с гидрокарбонатом калия.

# ВАРИАНТ 12

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

- Общее число  $s$ -электронов в катионе  $\text{Ca}^{2+}$  равно:
  - 6
  - 18
  - 20
  - 0
- Все нижеперечисленные элементы образуют гидриды при непосредственном взаимодействии с водородом:
  - Na, Mg, Al
  - Al, Cs, Ba
  - Rb, Mg, Fe
  - Ca, Li, Na
- Наименее прочной является химическая связь:
  - ковалентная полярная
  - ковалентная неполярная
  - водородная
  - ионная
- Степень окисления, равную +6, атом марганца имеет в соединении:
  - $\text{K}_2\text{MnO}_4$
  - $\text{MnO}_2$
  - $\text{Mn}_2\text{O}_7$
  - $\text{NaMnO}_4$
- Частицы в молекулярных кристаллах связаны между собой:
  - водородной связью
  - сильными межмолекулярными связями
  - слабыми межмолекулярными связями
  - входят в каркасную структуру

6. Среди нижеперечисленных веществ:

- |  |   |
|--|---|
| 1) $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO})_2$ | 4) $\text{NH}_4\text{HSO}_4$            |
| 2) $\text{NaHCO}_3$                    | 5) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ |
| 3) $\text{Ca}(\text{OH})\text{Br}$     | 6) $\text{HC}(\text{O})\text{ONa}$      |

к кислым солям относятся вещества, формулы которых обозначены цифрами

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 2, 4, 5 | 3) 2, 3, 6 |
| 2) 2, 3, 4 | 4) 3, 4, 6 |

7. Верны ли следующие суждения о натрии?

- А. Натрий хранят под слоем керосина, он легко режется ножом.  
Б. Натрий сгорает в кислороде с образованием оксида  $\text{Na}_2\text{O}$ .

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

8. Оксид азота (I) взаимодействует с каждым из трех веществ:

- 1) соляная кислота, оксид фосфора (V), вода
- 2) гидроксид кальция, углекислый газ, оксид алюминия
- 3) магний, водород, фосфор
- 4) кислород, оксид азота (IV), фосфорная кислота

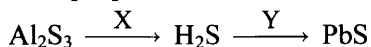
9. Азотная кислота при соответствующих условиях взаимодействует с каждым из двух веществ:

- |   |   |
|---|---|
| 1) $\text{CO}_2$ и $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | 3) $\text{N}_2\text{O}$ и $\text{NaCl}$ |
| 2) $\text{KHSO}_4$ и $\text{LiNO}_3$        | 4) S и C                                |

10. Основной карбонат меди разлагается под действием:

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{N}_2\text{O}$ | 3) CO                       |
| 2) HCl                  | 4) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) HCl
- 2) NaOH

- 3)  $H_2$
- 4)  $PbO$
- 5)  $Pb(NO_3)_2$

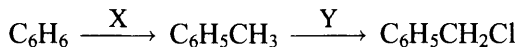
X	Y

12. Геометрическая изомерия возможна для:
- 1) алканов
  - 2) спиртов
  - 3) алифатических карбоновых кислот
  - 4) диенов
13. При взаимодействии эквимольных количеств 2-метилбутена-2 и бромоводородной кислоты преимущественно образуется:
- 1) 1-бром-2-метилбутан
  - 2) 2-бром-2-метилбутан
  - 3) 2-бром-3-метилбутан
  - 4) 1,2-дибром-2-метилбутан
14. И этиленгликоль, и глицерин:
- 1) обесцвечивают бромную воду
  - 2) дают характерное окрашивание со свежесажженным  $Cu(OH)_2$
  - 3) восстанавливаются водородом
  - 4) не реагируют с металлическим натрием
15. Верны ли следующие суждения о предельных одноосновных карбоновых кислотах?
- А. Сила кислот с увеличением длины углеводородного радикала возрастает.
- Б. Растворимость кислот в воде с увеличением длины углеводородного радикала возрастает.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны
16. Для получения алкенов нельзя использовать реакцию:
- 1) гидрогалогенирования
  - 2) дегидратации
  - 3) дегидрирования
  - 4) дегидрогалогенирования

17. Этиламин реагирует с

- 1) азотистой кислотой
- 2) метаном
- 3) гелием
- 4) оксидом алюминия

18. В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{CH}_4$
- 2)  $\text{CH}_3\text{Cl}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$
- 4)  $\text{Cl}_2$
- 5)  $\text{KCl}$

X	Y

19. Взаимодействие бензола с хлором в присутствии  $\text{FeCl}_3$  является реакцией:

- 1) соединения
- 2) разложения
- 3) замещения
- 4) обмена

20. С наименьшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция между натрием и:

- 1) метанолом
- 2) муравьиной кислотой
- 3) бутанолом
- 4) пропанолом

21. Слабым электролитом является:

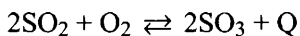
- 1)  $\text{HCl}$
- 2)  $\text{H}_2\text{S}$
- 3)  $\text{HNO}_2$
- 4)  $\text{H}_3\text{PO}_4$

22. Качественным реактивом и на карбонат-ионы, и на фосфат-ионы служит

- 1) нитрат бария
- 2) сульфат калия
- 3) хлорид натрия
- 4) азотная кислота



23. При промышленном получении оксида серы (VI) по реакции:



используют:

- 1) платиновый катализатор и повышенное давление
- 2) платиновый катализатор, повышенное давление и температуру выше 700 °С
- 3) платиновый катализатор, повышенное давление и температуру ниже 400 °С
- 4) катализатор — платину или оксид ванадия (V), повышенное давление и температуру 400–450 °С

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Какую массу воды нужно добавить к 30 г 20%-ного раствора гидроксида натрия, чтобы понизить его концентрацию до 15%?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

25. Какой объем кислорода необходим для окисления 20,2 л (н.у.) водорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Какой объем хлора (н. у.) необходим для образования хлорида железа (III) массой 65,0 г?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой неорганического вещества и классом неорганических соединений, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА  
ВЕЩЕСТВА

- А)  $Al_2O_3$   
Б)  $Al_2S_3$   
В)  $Al(OH)Cl_2$   
Г)  $Mg(OH)_2$

КЛАСС НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ

- 1) кислотный оксид  
2) основная соль  
3) основание  
4) кислая соль  
5) средняя соль  
6) амфотерный оксид

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой химической реакции и изменением степени окисления окислителя.

УРАВНЕНИЕ  
РЕАКЦИИ

- А)  $2Na + O_2 = Na_2O_2$   
Б)  $4Li + O_2 = 2Li_2O$   
В)  $2Na_2O + O_2 = 2Na_2O_2$   
Г)  $K + O_2 = KO_2$

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ  
ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ

- 1)  $O_2^0 \rightarrow 2O^{-2}$   
2)  $O_2^0 \rightarrow 2O^{-1}$   
3)  $O^0 \rightarrow O^{-2}$   
4)  $2O^{-1} \rightarrow 2O^{-2}$   
5)  $O_2^0 \rightarrow 2O^{\frac{1}{2}}$   
6)  $O_2^0 \rightarrow O^{-2}$

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется на катоде в результате электролиза его водного раствора.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А)  $NaNO_3$   
Б)  $AgF$   
В)  $AlCl_3$   
Г)  $Na_2SO_4$

ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) натрий  
2) натрий и водород  
3) алюминий  
4) водород  
5) серебро  
6) алюминий и водород

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

- А) нитрат калия  
 Б) нитрат аммония  
 В) нитрат алюминия  
 Г) нитрат бария

- 1) гидролиз по катиону  
 2) гидролиз по аниону  
 3) гидролиз по катиону и аниону  
 4) гидролизу не подвергается

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ  
 РЕАКЦИИ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ  
 ХИМИЧЕСКОГО  
 РАВНОВЕСИЯ

- А)  $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{SO}_{2(r)} + \text{Cl}_{2(r)}$  1) в сторону продуктов реакции  
 Б)  $2\text{SO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(r)}$  2) в сторону исходных веществ  
 В)  $2\text{H}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(r)}$  3) практически не смещается  
 Г)  $\text{S}_{(r)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}_{(r)}$

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ

- А)  $\text{H}_2\text{S}$   
 Б)  $\text{HCl}$   
 В)  $\text{CO}_2$   
 Г)  $\text{Fe}$

- 1)  $\text{AgNO}_3, \text{CrO}_3, \text{KOH}$   
 2)  $\text{O}_2, \text{I}_2, \text{SO}_2$   
 3)  $\text{N}_2, \text{O}_2, \text{Fe}$   
 4)  $\text{CuSO}_4, \text{HCl}, \text{FeCl}_3$   
 5)  $\text{NaOH}, \text{C}, \text{Ca}$

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между двумя веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА

- А) метилэтилкетон и этаналь  
 Б) пропанол-2 и глицерин  
 В) метиламин и триметиламин  
 Г) толуол и циклогексен

РЕАГЕНТ

- 1)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$   
 2)  $\text{H}_2\text{O}$   
 3)  $\text{HNO}_2$   
 4)  $\text{Br}_2$   
 5)  $\text{NH}_3$

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) пропен и хлороводород  
 Б) ацетилен и водород (изб.)  
 В) пропилен и вода  
 Г) циклопропан и бромоводород

ПРОДУКТ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) этен  
 2) этан  
 3) 1-хлорпропан  
 4) 2-хлорпропан  
 5) ацетон  
 6) 1-бромпропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) этилат натрия и бромметан  
 Б) этанол и бромоводород  
 В) уксусная кислота и натрий  
 Г) уксусная кислота и бром

ПРОДУКТ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) бромуксусная кислота  
 2) ацетат натрия  
 3) этанол  
 4) метилэтиловый эфир  
 5) бромангидрид уксусной кислоты  
 6) бромэтан

А	Б	В	Г

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

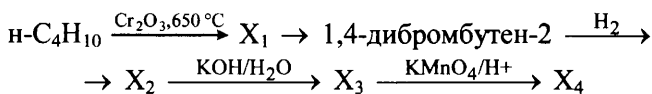
36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



Определите окислитель и восстановитель.

37. Нитрат натрия сплавляли с оксидом хрома (III) в присутствии карбоната натрия. Выделившийся при этом газ прореагировал с избытком гидроксида кальция с выпадением осадка белого цвета. Осадок растворили в избытке раствора бромоводородной кислоты и в полученный раствор добавили нитрат серебра до прекращения выделения осадка. Напишите уравнения описанных реакций.

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



39. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали водным раствором гидроксида натрия, при этом выделилось 10,08 л водорода (н.у.). При обработке такой же навески смеси соляной кислотой выделилось 12,32 л водорода (н.у.). Определите массовую долю железа в исходной смеси.

40. Для полного сгорания 12,0 г предельного одноатомного спирта потребовалось 20,16 л кислорода (н. у.).

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле, если известно, что спирт является вторичным;
- 4) напишите уравнение его взаимодействия с бромоводородом.

# ВАРИАНТ 13

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Число неспаренных электронов в атоме углерода, находящемся в возбужденном состоянии, равно:  
1) 4  
2) 6  
3) 2  
4) 3
2. В ряду элементов Na, Mg, Al  
1) увеличивается электроотрицательность элементов  
2) возрастает сила образованных ими оснований  
3) увеличивается степень окисления элементов в соединениях  
4) возрастает атомный радиус
3. Водородная связь существует между молекулами:  
1)  $H_2$   
2) NaH  
3)  $CH_4$   
4)  $CH_3OH$
4. В порядке возрастания электроотрицательности элементы расположены в ряду:  
1) Li, B, Be, O  
2) Na, Si, Al, C  
3) C, Si, Ge, Sn  
4) Mg, Al, Si, Cl
5. Кристаллы йода существуют при температуре ниже  $30^\circ C$  в виде:  
1) атомной структуры  
2) металлической структуры  
3) каркасной структуры  
4) молекулярных кристаллов

6. Среди нижеперечисленных веществ

- |  |   |
|--|---|
| 1) $\text{HC(O)H}$                         | 4) $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$                        |
| 2) $\text{CH}_3\text{COOH}$                | 5) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ |
| 3) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{C(O)OH}$ | 6) $\text{H(O)CC(O)H}$  |

к спиртам и альдегидам относятся вещества, формулы которых обозначены цифрами:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 1, 4, 6 | 3) 2, 3, 6 |
| 2) 1, 3, 4 | 4) 3, 4, 5 |

7. Верны ли следующие суждения о магнии?

А. Магний непосредственно взаимодействует с водородом с образованием гидрида  $\text{MgH}_2$ .

Б. Магний при хранении на воздухе не покрывается оксидной пленкой.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

8. Оксид алюминия взаимодействует с каждым из трех веществ:

- 1) серная кислота, оксид фосфора (V), гидроксид калия
- 2) гидроксид бария, оксид азота (V), оксид цинка
- 3) оксид магния, оксид серы (IV), сера
- 4) кислород, свинец, азотная кислота

9. Серная кислота

- 1) относится к слабым кислотам
- 2) легко разлагается при хранении
- 3) не взаимодействует со щелочными металлами
- 4) является сильной кислотой

10. Гидросульфат лития реагирует с каждым из двух веществ набора:

- 1)  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2)  $\text{LiOH}$  и  $\text{Ba(OH)}_2$
- 3)  $\text{NaOH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{Ca(NO}_3)_2$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$



11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1) Ba
- 2) Ba(OH)<sub>2</sub>
- 3) H<sub>2</sub>O
- 4) HCl
- 5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

X	Y

12. Структурные изомеры имеются у:

- 1) этана
- 2) пропана
- 3) бутана
- 4) этана

13. При взаимодействии избытка бромоводорода и бутина-1 преимущественно образуются:

- 1) 2,2-дибромбутан
- 2) 1,2-дибромбутан
- 3) 2-бром-3-метилбутан
- 4) 1,2-дибром-2-метилбутан

14. Глицерин не реагирует с:

- 1) хлороводородом
- 2) метилэтилкетонем
- 3) азотной кислотой
- 4) уксусной кислотой

15. Верны ли следующие суждения о предельных одноосновных карбоновых кислотах?

А. Хлорирование кислот в соответствующих условия приводит к замещению атома водорода в α-положение по отношению к карбоксильной группе.

Б. Атом углерода карбоксильной группы находится в состоянии  $sp^3$ -гибридизации.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

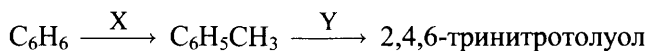
16. При взаимодействии 2-бромпропана со спиртовым раствором KOH не происходит:

- 1) образование двойной связи
- 2) выделения воды
- 3) выделения водорода
- 4) выделения бромида калия

17. Фениламин реагирует с

- 1) гидроксидом бария
- 2) бромоводородом
- 3) оксидом натрия
- 4) гидроксидом алюминия

18. В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{CH}_4$
- 2)  $\text{CH}_3\text{Cl}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$
- 4)  $\text{NO}_2$
- 5)  $\text{HNO}_3$

X	Y

19. Взаимодействие метана с бромом является реакцией:

- 1) электрофильного соединения
- 2) разложения
- 3) радикального замещения
- 4) обмена

20. С наибольшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция между метаном и:

- 1) хлором
- 2) бромом
- 3) йодом
- 4) фтором

21. Слабым электролитом является
- 1)  $\text{NaCl}$
  - 2)  $\text{H}_3\text{BO}_3$
  - 3)  $\text{K}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
22. Соли меди окрашивают пламя в:
- 1) синий цвет
  - 2) красный цвет
  - 3) зеленый цвет
  - 4) желтый цвет
23. Исходным сырьем для промышленного получения азотной кислоты на последней стадии служит:
- 1) азот
  - 2) оксид азота (V)
  - 3) аммиак
  - 4) оксид азота (IV)

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Сколько граммов воды нужно испарить из 500 г 10%-ного раствора гидроксида натрия, чтобы увеличить его концентрацию в 1,5 раза?
- Ответ: \_\_\_\_\_ г.  
(Запишите число с точностью до целых.)
25. Чему равна масса соединения, образовавшегося в результате сгорания в избытке кислорода 18,4 г металлического натрия?
- Ответ: \_\_\_\_\_ г.  
(Запишите число с точностью до десятых.)
26. Какой объем газа (н.у.) выделится при растворении 28,0 г железа в соляной кислоте?
- Ответ: \_\_\_\_\_ г.  
(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

27. Установите соответствие между формулой органического вещества и классом органических соединений, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА  
ВЕЩЕСТВА

- А)  $C_6H_5C(O)CH_3$   
 Б)  $C_6H_5CH_2OCH_2C_6H_5$   
 В)  $C_6H_5CH_2OH$   
 Г)  $C_6H_5COOCH_3$

КЛАСС ОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ

- 1) сложные эфиры  
 2) фенолы  
 3) спирты  
 4) кетоны  
 5) альдегиды  
 6) простые эфиры

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой химической реакции и изменением степени окисления окислителя.

УРАВНЕНИЕ  
РЕАКЦИИ

- А)  $K_2MnO_4 + 8HCl =$   
 $= MnCl_2 + 2Cl_2 + 2KCl + 4H_2O$   
 Б)  $2K_2MnO_4 + Cl_2 =$   
 $= 2KMnO_4 + 2KCl$   
 В)  $2KMnO_4 + 16HCl =$   
 $= 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 2KCl + 8H_2O$   
 Г)  $4KMnO_4 + 4KOH =$   
 $= 4K_2MnO_4 + O_2 + 2H_2O$

ИЗМЕНЕНИЕ  
СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ  
ОКИСЛИТЕЛЯ

- 1)  $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+6}$   
 2)  $Mn^{+6} \rightarrow Mn^{+7}$   
 3)  $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+2}$   
 4)  $Cl_2^0 \rightarrow 2Cl^{-1}$   
 5)  $Mn^{+6} \rightarrow Mn^{+2}$   
 6)  $2Cl^{-} \rightarrow Cl_2^0$

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется на катоде в результате электролиза его водного раствора.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $\text{CuBr}_2$	1) водород и алюминий
Б) $\text{HNO}_3$	2) водород
В) $\text{NaOH}$	3) натрий
Г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4) медь
	5) медь и водород
	6) натрий и водород

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) карбонат натрия	1) гидролиз по катиону
Б) сульфат натрия	2) гидролиз по аниону
В) ацетат натрия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) хлорид бария	4) гидролизу не подвергается

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $\text{CaCO}_{3(\text{тв})} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(\text{г})}$	2) в сторону исходных веществ
В) $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})}$	3) практически не смещается
Г) $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(\text{г})}$	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) Fe	1) NaOH, C, Mg
Б) KI	2) Cl <sub>2</sub> , Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , AgNO <sub>3</sub>
В) CO <sub>2</sub>	3) Cl <sub>2</sub> , NaOH, KHCO <sub>3</sub>
Г) HBr	4) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, FeCl <sub>3</sub>
	5) NaOH, C, Ca

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между двумя веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) бутин-1 и бутин-2	1) Cu(OH) <sub>2</sub>
Б) этан и пропен	2) Br <sub>2</sub>
В) этанол и глицерин	3) HNO <sub>2</sub>
Г) фенол и 2,4,6-тринитрофенол	4) Ag <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> )

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) бутен-1 и вода	1) пропанон
Б) пропин и водород (изб.)	2) пропан
В) пропин и вода	3) бутанол-1
Г) циклопропан и бром	4) бутанол-2
	5) 1,2-дибромпропан
	6) 1,3-дибромпропан

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- |                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| А) фенол и гидроксид калия        | 1) трибромфенол        |
| Б) фенол и калий                  | 2) фенолят калия       |
| В) фенолят калия и углекислый газ | 3) фенол               |
| Г) фенолят калия и бромметан      | 4) метилфениловый эфир |
|                                   | 5) монобромфенол       |
|                                   | 6) бензоат натрия      |

А	Б	В	Г

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

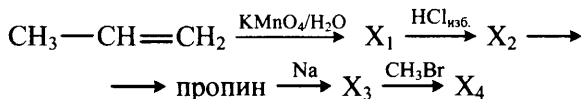
36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

37. Натрий прореагировал с водородом. Продукт реакции растворили в воде, при этом образовался газ, реагирующий с хлором, а полученный раствор при нагревании прореагировал с хлором с образованием смеси двух солей. Напишите уравнения описанных реакций.

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



39. При взаимодействии смеси карбонатов натрия и бария с избытком раствора серной кислоты выделилось 4,48 л газа и образовалось 23,3 г осадка. Определите состав смеси.
40. При сплавлении 16,4 г натриевой соли предельной одноосновной карбоновой кислоты с избытком едкого натра выделилось 4,48 л газа (н. у.).
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) напишите уравнение реакции соли с бромметаном.





6. Среди нижеперечисленных веществ

- 1)  $C_6H_5C(O)H$
- 2)  $C_6H_5CH_2C_6H_5$
- 3)  $C_6H_5CH_2CH_2OCH_2C_6H_5$
- 4)  $CH_2ClCH_2OH$
- 5)  $CH_3CH_2CH_2O(O)CCH_2CH_3$
- 6)  $CH_3OCH_2C_6H_5$

к ароматическим углеводородам и простым эфирам относятся вещества, формулы которых обозначены цифрами:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 1, 4, 6 | 3) 2, 3, 6 |
| 2) 1, 3, 4 | 4) 3, 4, 5 |

7. Верны ли следующие суждения об алюминии?

- А. Алюминий обладает низкой электропроводностью.  
Б. Алюминий вступает в реакцию с оксидом железа (III) с выделением большого количества тепла.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

8. Оксид азота (IV) взаимодействует с каждым из трех веществ:

- 1) фосфорная кислота, сера, вода
- 2) гидроксид алюминия, хром, хлорид алюминия
- 3) оксид углерода (IV), оксид серы (IV), сера
- 4) вода, гидроксид натрия, сера

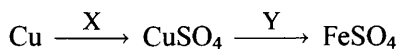
9. Водные растворы щелочей реагируют с:

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| 1) железом  | 3) оксидом ртути |
| 2) серебром | 4) алюминием     |

10. Сульфат алюминия реагирует с каждым из двух веществ набора:

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1) $HNO_3$ и $Cu(OH)_2$ | 3) $NaOH$ и $N_2O$       |
| 2) $N_2$ и $Ba(OH)_2$   | 4) $Ba(NO_3)_2$ и $LiOH$ |

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{SO}_2$
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{FeO}$
- 4)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- 5)  $\text{Fe}$

X	Y

12. Изомерами положения кратной связи являются:

- 1) бутин-1 и бутадиен-1,3
- 2) 1,2-диметилбензол и 1,4-диметилбензол
- 3) 2,3-диметилбутен-1 и 2,3-диметилбутен-2
- 4) бутен-1 и 2-метилпропен

13. При взаимодействии избытка брома и 2-метилбутадиена-1,3 преимущественно образуются:

- 1) 1,2-дибром-2-метилбутан
- 2) 1,2-дибром-3-метилбутан
- 3) 1,4-дибром-2-метилбутен-2
- 4) 1,2,3,4-тетрабром-2-метилбутан

14. Фенол **не вступает** в реакции с:

- 1) бромной водой
- 2) гидроксидом натрия
- 3) поташом
- 4) металлическим натрием

15. Верны ли следующие суждения о метилформиате?

- А. Он вступает в реакцию «серебряного зеркала».  
Б. Метилформиат вступает в реакцию щелочного гидролиза.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

16. Алкены в лаборатории можно получить при взаимодействии

- 1) спиртов с бромной водой
- 2) алканов с раствором  $\text{KMnO}_4$
- 3) алкинов со спиртами
- 4) алкинов с водородом

17. Фениламин является более сильным основанием, чем

- 1) гидроксид калия
- 2) триметиламин
- 3) трифениламин
- 4) этиламин

18. В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 2)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 3)  $\text{HC(O)H}$
- 4)  $\text{CH}_3\text{C(O)OH}$
- 5)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

X	Y

19. Взаимодействие ацетилен с бромом является реакцией:

- 1) соединения
- 2) разложения
- 3) замещения
- 4) обмена

20. С наибольшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция между метаном и:

- 1) хлором
- 2) бромом
- 3) йодом
- 4) фтором

21. К сильным электролитам относятся:

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- 3)  $\text{H}_2\text{S}$
- 4)  $\text{CH}_3\text{COOH}$

22. Сульфат-ион можно качественно обнаружить по выделению осадка при реакции с:
- 1) гидроксидом натрия
  - 2) хлоридом натрия
  - 3) хлоридом алюминия
  - 4) хлоридом бария
23. Синтетический метанол в промышленности получают:
- 1) из смеси CO и  $H_2$  при высоком давлении и катализе
  - 2) гидролизом хлористого метила
  - 3) гидролизом глюкозы
  - 4) гидролизом диметилового эфира

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

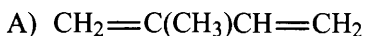
24. Сколько граммов воды нужно испарить из 300 г 15%-ного раствора гидроксида калия, чтобы увеличить его концентрацию в два раза?
- Ответ: \_\_\_\_\_ г.  
(Запишите число с точностью до целых.)
25. Чему равна масса соединения, образовавшегося при поглощении 5,6 л углекислого газа избытком гидроксида бария?
- Ответ: \_\_\_\_\_ г.  
(Запишите число с точностью до целых.)
26. Чему равен объем газа, образовавшегося в результате растворения 50 г карбоната кальция в избытке соляной кислоты?
- Ответ: \_\_\_\_\_ л.  
(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.

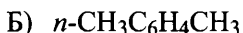
27. Установите соответствие между формулой органического вещества и классом органических соединений, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА  
ВЕЩЕСТВА

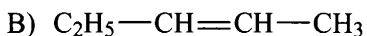
КЛАСС ОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ



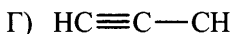
1) алканы



2) алкены



3) диены



4) ароматические соединения

5) циклоалканы

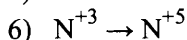
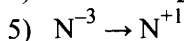
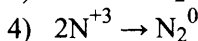
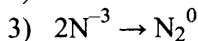
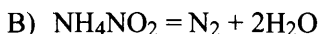
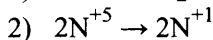
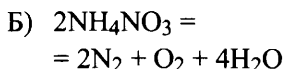
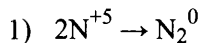
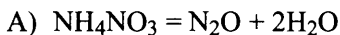
6) алкины

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой химической реакции и изменением степени окисления восстановителя.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ  
ОКИСЛЕНИЯ  
ВОССТАНОВИТЕЛЯ



А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется на аноде в результате электролиза его водного раствора.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

А)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

Б)  $\text{HNO}_3$

В)  $\text{CuBr}_2$

Г)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА

1) медь

2) водород

3) кислород

4) бром

5) оксид серы (IV)

6) оксид азота (IV)

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

А) хлорид лития

Б) сульфат натрия

В) ацетат калия

Г) нитрит калия

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

1) гидролиз по катиону

2) гидролиз по аниону

3) гидролиз по катиону и аниону

4) гидролизу не подвергается

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

А)  $\text{C}_2\text{H}_{6(r)} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_{4(r)} + \text{H}_{2(r)}$

Б)  $2\text{SO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(r)}$

В)  $2\text{NH}_{3(r)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(r)} + 3\text{H}_{2(r)}$

Г)  $\text{C}_6\text{H}_6(r) + 3\text{H}_2(r) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12(r)}$

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

1) в сторону продуктов реакции

2) в сторону исходных веществ

3) практически не смещается

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА                      ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| A) Mg                             | 1) HCl, HNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub>          |
| B) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2) Fe, KOH, Na <sub>2</sub> S                         |
| B) CuSO <sub>4</sub>              | 3) P, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> |
| Г) K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> | 4) N <sub>2</sub> , HCl, KOH                          |
|                                   | 5) K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , HCl, NaOH         |

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между двумя веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТ

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| A) аланин и фенол              | 1) Cu(OH) <sub>2</sub>                  |
| B) пропин и пропен             | 2) Br <sub>2</sub>                      |
| B) этен и этан                 | 3) AgI                                  |
| Г) пропанол-2 и пропандиол-1,2 | 4) Ag <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> ) |
|                                | 5) KOH                                  |

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ

ПРОДУКТ

ВЕЩЕСТВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| A) 2-бромпропан и натрий    | 1) гексан           |
| B) хлорэтан и KOH(спиртов.) | 2) 2,3-диметилбутан |
| B) хлорэтан и KOH(водн.)    | 3) этанол           |
| Г) бутен-2 и водород        | 4) бутан            |
|                             | 5) этаналь          |
|                             | 6) этан             |

А	Б	В	Г



35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

- А) пропанол-1 и оксид меди (II)  
Б) пропанол-2 и оксид меди (II)  
В) уксусная кислота и оксид меди (II)  
Г) уксусная кислота и гидроксид меди (II)

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

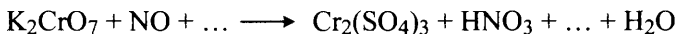
- 1) ацетат меди (I)  
2) ацетат меди (II)  
3) пропанон  
4) пропаналь  
5) пропионовая кислота  
6) пропионат меди (II)

А	Б	В	Г

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

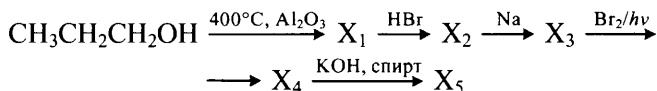
36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

37. Натрий сожгли на воздухе. Образовавшееся при этом твердое вещество поглощает углекислый газ с образованием кислорода и выделением соли. Последнюю соль растворили в соляной кислоте, а к полученному при этом раствору добавили раствор нитрата серебра. При этом выпал белый творожистый осадок. Напишите уравнения описанных реакций.

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



39. Смесь алюминиевых и железных опилок сожгли в избытке хлора. Масса продуктов реакции при этом составила 59,2 г. При обработке такой же навески избытком концентрированного раствора гидроксида калия выделилось 6,72 л водорода. Определите содержание алюминия в смеси.
40. При окислении 17,4 г предельного альдегида свежесажженным раствором гидроксида меди (II) выпало 43,2 г осадка.
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 4) напишите уравнение реакции альдегида с избытком метилового спирта.

# ВАРИАНТ 15

## Часть 1

Ответом к заданиям 1 – 23 (кроме заданий 11 и 18) является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 11 и 18 являются две цифры. Запишите эти цифры в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

1. Число нейтронов и электронов в катионе  $^{23}\text{Na}^+$  равно:
  - 1) 12 и 10
  - 2) 12 и 11
  - 3) 23 и 11
  - 4) 24 и 10
  
2. Для меди верны следующие утверждения:
  - 1) реагирует с хлором, водородом, азотной кислотой
  - 2) **не реагирует** с водородом, серой, концентрированной серной кислотой при нагревании
  - 3) при комнатной температуре реагирует с разбавленной соляной кислотой, фосфором, водой
  - 4) реагирует при нагревании с хлором, кислородом, серой
  
3. Длина связи в молекулах  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ :
  - 1) изменяется периодически
  - 2) уменьшается
  - 3) одинакова во всех молекулах
  - 4) увеличивается
  
4. Валентность и степень окисления азота в молекуле гидразина  $\text{N}_2\text{H}_4$  соответственно равны:

1) 2 и +4	3) 2 и -2
2) 3 и -2	4) 3 и +4

5. Для алмаза справедливы следующие утверждения:

- 1) все связи в его кристалле ковалентные полярные
- 2) атомы углерода имеют по три неспаренных электрона
- 3) кристаллическая решетка трехмерная, все связи одинаковы
- 4) это двухмерная макромолекула

6. Среди нижеперечисленных веществ

- 1)  $C_6H_5C(O)C_6H_5$
- 2)  $o-C_6H_5CH_2C_6H_4OH$
- 3)  $C_6H_5CH_2OH$
- 4)  $CH_2ClCOOH$
- 5)  $HOCH_2CH_2C_6H_5$
- 6)  $CH_3C(O)CH_3$

к кетонам и фенолам относятся вещества, формулы которых обозначены цифрами:

- 1) 1, 4, 6
- 2) 1, 3, 4
- 3) 2, 3, 6
- 4) 1, 2, 6

7. Верны ли следующие суждения об углероде?

- А. Для углерода характерны степени окисления от  $-4$  до  $+4$ .  
Б. Химический элемент углерод существует в виде нескольких аллотропных модификаций.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

8. Оксид натрия взаимодействует с каждым из трех веществ:

- 1) соляная кислота, оксид фосфора(V), вода
- 2) гидроксид кальция, оксид углерода(II), оксид алюминия
- 3) оксид цинка, оксид серы(IV), фосфор
- 4) кислород, оксид азота(I), карбонат кальция

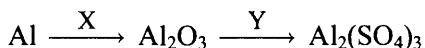
9. Водные растворы кислот **не вступают** в реакции с:

- 1) углекислым газом
- 2) основными солями
- 3) основными оксидами
- 4) алюминием

10. Сульфат натрия **не вступает** в реакцию с:

- 1) углекислым газом
- 2) нитратом бария
- 3) хлоридом стронция
- 4) нитратом свинца

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $\text{SO}_2$
- 2)  $\text{O}_2$
- 3)  $\text{CaSO}_4$
- 4)  $\text{SO}_3$
- 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

X	Y

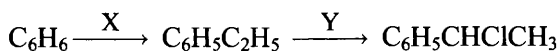
12. Среди нижеперечисленных пар веществ изомерами являются:

- 1) 2,2,4-триметилпентан и нонан
- 2) метилэтилкетон и 2-метилпропаналь
- 3) масляная кислота и метилформиат
- 4) пентен-1 и циклогексан

13. При взаимодействии эквимольного количества хлора и толуола при УФ-облучении преимущественно образуются:

- 1) 1,2,3-трихлорметилбензол
- 2) 2-хлорбензол

- 3) 4-хлорбензол  
4) хлористый бензил
14. При нитровании 3-метилфенола эквимольным количеством азотной кислоты преимущественно образуется:
- 1) 2-нитро-4-метилфенол  
2) 3-нитро-4-метилфенол  
3) 2-нитро-3-метилфенол  
4) 4-нитро-3-метифенол
15. Верны ли следующие суждения о жирах?
- А. Жиры вступают в реакцию щелочного гидролиза.  
Б. Жиры являются биологически активными соединениями.
- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) верны оба суждения  
4) оба суждения неверны
16. При получении бутадиена-1,3 из этилового спирта по методу Лебедева одновременно образуются
- 1) бутадиен-1,3 и водород  
2) бутадиен-1,3 и вода  
3) водород и вода  
4) бутадиен-1,3, водород, вода
17. Диметиламин **не реагирует** с
- 1) бромэтаном  
2) кислородом  
3) азотом  
4) хлорметаном
18. В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

- 1)  $C_2H_2$
- 2)  $C_2H_5OH$
- 3)  $C_2H_4$
- 4)  $HCl$
- 5)  $Cl_2$

X	Y

19. Взаимодействие хлорбензола с едким кали является реакцией:
- 1) соединения
  - 2) разложения
  - 3) замещения
  - 4) обмена
20. С наибольшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция между железом и:
- 1) концентрированной серной кислотой
  - 2) разбавленной соляной кислотой
  - 3) метанолом
  - 4) этиленгликолем
21. К сильным электролитам относятся:
- 1)  $KOH$
  - 2)  $HNO_2$
  - 3)  $H_3PO_4$
  - 4)  $H_3PO_3$
22. Характерное окрашивание с хлоридом железа(III) дает:
- 1) ацетилен
  - 2) бензол
  - 3) фенол
  - 4) уксусная кислота

23. В промышленности для получения бутадиена-1,3 в качестве сырья не используют:

- 1) этанол
- 2) изопрен
- 3) бутан
- 4) бутан-бутеновую фракцию

Ответом к заданиям 24–26 является число, которое необходимо записать в поле ответа, соблюдая при этом указанную степень точности.

24. Какую массу соли нужно добавить к 50 г 20%-ного раствора, чтобы увеличить ее концентрацию в два раза?

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

25. Какой объем газа выделится при взаимодействии 10 моль пероксида натрия с избытком углекислого газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.  
(Запишите число с точностью до десятых.)

26. Чему равен объем газа, образовавшегося в результате растворения 40 г карбоната магния в избытке соляной кислоты?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.  
(Запишите число с точностью до десятых.)

В заданиях 27–35 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Получившуюся последовательность цифр перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Цифры в ответе могут повторяться.



27. Установите соответствие между формулой органического соединения и его названием.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ                      НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

- |   |                        |
|---|------------------------|
| А) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHBrCH}_3$                   | 1) 2,3-диметилбутен-1  |
| Б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ | 2) 2-метил-3-бромбутан |
| В) $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{Br}$                  | 3) 2-бром-3-метилбутан |
| Г) $\text{CH}_3\text{C}(\text{Br})=\text{CHCH}_3$                       | 4) бромацетон          |
|   | 5) 2-бромбутен-2       |
|   | 6) 3-бромбутен-2       |

А	Б	В	Г

28. Установите соответствие между схемой химической реакции и изменением степени окисления окислителя.

УРАВНЕНИЕ  
РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ  
ОКИСЛЕНИЯ  
ОКИСЛИТЕЛЯ

- |   |  |
|---|--|
| А) $2\text{HNO}_3 + \text{Ag} = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$                                   | 1) $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+3}$ |
| Б) $8\text{HNO}_3 + 3\text{Cu} =$<br>$= 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$               | 2) $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+4}$ |
| В) $30\text{HNO}_3 + 8\text{Al} =$<br>$= 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ | 3) $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+1}$ |
| Г) $10\text{HNO}_3 + 4\text{Mg} =$<br>$= 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$      | 4) $2\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}_2^0$ |
|   | 5) $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{-3}$ |
|   | 6) $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+2}$ |

А	Б	В	Г

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется на аноде в результате электролиза его водного раствора.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1) медь
Б) $\text{AgNO}_3$	2) водород
В) $\text{CaCl}_2$	3) кислород
Г) $\text{Na}_2\text{SO}_4$	4) хлор
	5) оксид серы(IV)
	6) оксид азота(IV)

А	Б	В	Г

30. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) нитрат цинка	1) гидролиз по катиону
Б) хлорид алюминия	2) гидролиз по аниону
В) карбонат натрия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) силикат калия	4) гидролизу не подвергается

А	Б	В	Г

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $\text{I}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{r})}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2\text{H}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$	2) в сторону исходных веществ
В) $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(\text{r})}$	3) практически не смещается
Г) $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(\text{r})}$	

А	Б	В	Г

32. Установите соответствие между веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА                      ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| А) HBr                             | 1) KOH, Zn, K <sub>2</sub> S   |
| Б) K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> | 2) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , KOH, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              |
| В) Al                              | 3) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O |
| Г) Li <sub>2</sub> O               | 4) Ca(OH) <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , ZnS  |
|                                    | 5) HNO <sub>3</sub> , HBr, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                         |

А	Б	В	Г

33. Установите соответствие между двумя веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

ВЕЩЕСТВА    РЕАГЕНТ

- |   |  |
|---|--|
| А) толуол и циклогексен                         | 1) Cu(OH) <sub>2</sub>   |
| Б) пропанол и глицерин                          | 2) Br <sub>2</sub>   |
| В) этиламин и триэтиламин                       | 3) NaOH  |
| Г) стеариновая кислота<br>и линоленовая кислота | 4) Ag <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> )<br>5) HNO <sub>2</sub> |

А	Б	В	Г

34. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ    ПРОДУКТ  
ВЕЩЕСТВА    ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| А) пропан и HNO <sub>3</sub> | 1) 1-нитропропан           |
| Б) циклопропан и бром        | 2) 2-нитропропан           |
| В) пропин и бром (изб.)      | 3) 1,3-дибромпропан        |
| Г) пропен и бром             | 4) 1,2-дибромпропан        |
|                              | 5) 1,1,2,2-тетрабромпропан |

А	Б	В	Г

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

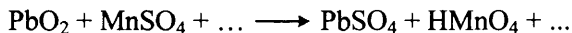
- |   |                      |
|---|----------------------|
| А) 2-хлорбутан и NaOH <sub>(спиртов.)</sub> | 1) бутен-1           |
| Б) 1-хлорбутан и NaOH <sub>(спиртов.)</sub> | 2) бутанол-1         |
| В) 1-хлорбутан и Na                         | 3) бутен-2           |
| Г) 2-хлорбутан и Na                         | 4) бутанол-2         |
|   | 5) н-октан           |
|   | 6) 3,4-диметилгексан |

А	Б	В	Г

## Часть 2

Для записи ответов на задания 36–40 используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (36, 37 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

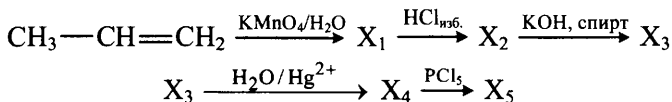
36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

37. Калий сплавили с серой. Полученную соль обработали соляной кислотой. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор бихромата калия в серной кислоте. Выпавшее вещество желтого цвета отфильтровали и сплавили с алюминием. Напишите уравнения описанных реакций.

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



39. Смесь железных и медных опилок сожгли в атмосфере хлора. При этом образовалась смесь продуктов сгорания массой 46,0 г. При обработке такой же навески смеси разбавленной соляной кислотой выделилось 4,48 л водорода (н. у.). Определите содержание меди в смеси.
40. Алкен объемом 4,48 л пропустили через склянку с бромной водой. При этом ее масса увеличилась на 11,2 г.
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле, если известно, что в его составе нет третичных атомов углерода;
  - 4) напишите уравнение его реакции с бромоводородом.

# ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

## ОБЩАЯ ХИМИЯ

### 1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы.

#### Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов

1. Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$  соответствует частице  
1)  $P^{+3}$                       2)  $Mg^{+2}$                       3) Ag                              4)  $N^{+3}$
2. Число электронов в катионе  $Ca^{2+}$  равно  
1) 12                              2) 18                              3) 24                              4) 10
3. Число электронов в анионе  $F^-$   
1) 19                              2) 9                                3) 20                              4) 10
4. Общее число *s*-электронов в атоме магния равно  
1) 20                              2) 40                              3) 8                                4) 6
5. Общее число *s*-электронов в ионе  $Ca^{2+}$  равно  
1) 40                              2) 20                              3) 6                                4) 8
6. Число спаренных *p*-электронов в атоме фосфора равно  
1) 7                                2) 14                              3) 3                                4) 6
7. Число неспаренных *p*-электронов в атоме фосфора равно  
1) 7                                2) 14                              3) 3                                4) 4
8. Число нейтронов в атоме  $^{31}P$  равно  
1) 31                              2) 16                              3) 15                              4) 14

9. Число протонов в атоме  $^{14}\text{N}$  равно  
 1) 14                      2) 16                      3) 7                      4) 12
10. Одинаковое число протонов, но разное число нейтронов содержат  
 1)  $^{40}\text{K}$  и  $^{40}\text{Ar}$                       3)  $\text{N}^{+1}$  и  $\text{N}^{+4}$   
 2)  $^1\text{H}$  и  $^2\text{H}$                       4)  $\text{S}^{-2}$  и  $\text{S}^{+6}$
11. Число протонов совпадает с числом нейтронов в ядрах  
 1)  $^{12}_6\text{C}$  и  $^{14}_7\text{N}$                       3)  $^{19}_9\text{F}$  и  $^{12}_6\text{C}$   
 2)  $^{16}_8\text{O}$  и  $^{19}_9\text{F}$                       4)  $^{12}_6\text{C}$  и  $^4_9\text{Be}$
12. Число электронов на внешнем энергетическом уровне атома криптона равно  
 1) 18                      2) 6                      3) 4                      4) 8
13. Электронная формула внешнего уровня атома металла — это  
 1)  $1s^2$                       2)  $4s^2$                       3)  $2s^2p^1$                       4)  $3s^23p^2$
14. Атому элемента *фосфор* отвечает электронная формула  
 1)  $1s^22s^22p^63s^23p^2$                       3)  $1s^22s^22p^63s^23p^4$   
 2)  $1s^22s^22p^63s^23p^3$                       4)  $1s^22s^22p^63s^23p^5$
15. Название элемента с электронной формулой атома  $[\text{Ar}]3d^54s^1$  — это  
 1) хром                      3) медь  
 2) марганец                      4) цинк

## 2. Периодический закон и Периодическая система. Изменение радиусов атомов и химических свойств элементов по периодам и группам

1. Правильные утверждения — это:
- 1) период — это вертикальный столбец в таблице Д.И. Менделеева
  - 2) каждый период обязательно содержит  $s$ -,  $p$ - и  $d$ -элементы
  - 3) каждая А-группа состоит из 6 элементов
  - 4) переходные элементы расположены между  $s$ -элементами (слева) и  $p$ -элементами (справа)

2. В 4-м периоде число элементов равно  
 1) 2                      2) 8                      3) 18                      4) 32
3. Порядковый номер элемента соответствует в атоме  
 1) сумме числа протонов и числа нейтронов  
 2) сумме числа протонов и числа электронов  
 3) разности округленной атомной массы и числа электронов  
 4) разности округленной атомной массы и числа нейтронов
4. Сходные химические свойства имеют элементы  
 1) Ca и Cl    3) Ge и Sn  
 2) Cr и Se    4) Al и Ar
5. Набор, содержащий только металлы, — это  
 1) Ca, He, Sr, Ar                                      3) Cd, Hg, Cr, Mn  
 2) Ag, Ne, Mo, Cl                                      4) Na, Mg, Si, Al
6. Неметаллические свойства галогенов с увеличением порядкового номера -  
 1) возрастают  
 2) понижаются  
 3) остаются без изменений  
 4) вначале понижаются, а потом возрастают

**3. Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь.**

**Металлическая связь. Водородная связь**

1. Набор веществ только с ковалентными связями — это  
 1)  $\text{CCl}_2\text{O}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$                                       3)  $\text{NF}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$   
 2)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{ONa}$                                       4)  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2$
2. Кратность связи наибольшая в молекуле  
 1)  $\text{F}_2$                       2)  $\text{O}_2$                       3)  $\text{N}_2$                       4)  $\text{H}_2$



3. Число двойных связей **одинаково** в молекулах набора
- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1) $N_2$ , $C_2H_2$ | 3) $SO_3$ , $C_2H_4$ |
| 2) $CO_2$ , $HNO_2$ | 4) $SO_2$ , $HNO_3$  |
4. Между атомами кислорода и водорода может образоваться только
- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1) $\sigma$ -связь | 3) двойная связь |
| 2) $\pi$ -связь    | 4) тройная связь |
5. Одна из связей образована по донорно-акцепторному механизму в наборе ионов
- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) $SO_4^{2-}$ , $NH_4^+$ | 3) $PO_4^{3-}$ , $NO_3^-$ |
| 2) $H_3O^+$ , $NH_4^+$    | 4) $PH_4^+$ , $SO_3^{2-}$ |
6. Вещества с неполярной связью — в наборе
- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1) хлор, железо  | 3) графит, сера             |
| 2) водород, вода | 4) кислород, углекислый газ |
7. Вещество с полярными ковалентными связями — это
- |           |          |
|-----------|----------|
| 1) свинец | 3) алмаз |
| 2) азот   | 4) вода  |
8. Полярность связи **выше** в молекуле
- |          |         |          |         |
|----------|---------|----------|---------|
| 1) $HCl$ | 2) $HI$ | 3) $HBr$ | 4) $HF$ |
|----------|---------|----------|---------|
9. Полярность связи **увеличивается** по ряду
- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1) $HCl$ — $HBr$ — $HI$   | 3) $H_2S$ — $HCl$ — $HF$    |
| 2) $H_2O$ — $H_2S$ — $HF$ | 4) $HCl$ — $H_2S$ — $H_2Se$ |
10. Полярность связи **уменьшается** в ряду
- |                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1) $H_2O$ — $H_2S$ — $PH_3$ | 3) $NO_2$ — $OF_2$ — $SO_2$      |
| 2) $HF$ — $HI$ — $HCl$      | 4) $SiCl_4$ — $CCl_4$ — $GeCl_4$ |
11. **Наименее прочная** связь — в молекуле
- |          |           |          |           |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1) $HBr$ | 2) $PH_3$ | 3) $H_2$ | 4) $CH_4$ |
|----------|-----------|----------|-----------|

12. Наиболее короткая связь в молекуле  
 1)  $\text{H}_2\text{O}$             2)  $\text{H}_2\text{S}$             3)  $\text{HF}$             4)  $\text{PH}_3$
13. Соединение, в котором имеются только ионные связи, — это  
 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$             2)  $\text{Na}_2\text{S}$             3)  $\text{Na}_2\text{O}_2$             4)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
14. Вещество с металлической связью — это  
 1) поваренная соль            3) железный купорос  
 2) железо            4) сахара
15. Водородные связи образуют соединения  
 1) ацетат натрия            3) аммиак  
 2) гидросульфат натрия            4) этаналь

#### 4. Электроотрицательность и степени окисления элементов. Валентность атомов в сложных веществах

1. Для хлора химический аналог с **большой** электроотрицательностью — это  
 1) S            2) O            3) F            4) Br
2. Для алюминия другой элемент с **меньшей** электроотрицательностью — это  
 1) Si            2) P            3) Mg            4) B
3. Электроотрицательность элементов **возрастает** в ряду (слева направо)  
 1) O — S — Se — Te            3) C — N — O — F  
 2) C — B — Be — Li            4) Sn — Si — Pb — Ge
4. Молекулы, в которых электронная плотность смещена к атому азота, — это  
 1)  $\text{NF}_3$             3)  $\text{I}_3\text{N}$   
 2)  $\text{NO}_2$             4) NO

5. **Высшая** степень окисления азота равна  
 1) +3                    2) -3                    3) -1                    4) +5
6. **Низшая** степень окисления мышьяка равна  
 1) -3                    2) 0                    3) +5                    4) +3
7. **Низшая** степень окисления азота проявляется в соединении  
 1)  $\text{NF}_3$                     2)  $\text{NH}_3$                     3)  $\text{NO}_2$                     4)  $\text{N}_2\text{O}$
8. Одинаковы для частиц  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{NH}_4^+$   
 1) валентность азота  
 2) степень окисления азота  
 3) геометрическая форма частиц  
 4) общее число электронов
9. Укажите соответствие между формулой вещества или иона и степенью окисления **серы** в нем

ФОРМУЛА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ	
А) $\text{HSO}_3^-$	1) +6	4) 0
Б) $\text{FeS}_2$	2) +4	5) -1
В) $\text{H}_3\text{S}^+$	3) +2	6) -2
Г) $\text{SF}_6$		

10. Укажите соответствие между формулой вещества или иона и степенью окисления **азота** в нем

ФОРМУЛА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ	
А) $\text{LiNH}_2$	1) +5	4) +2
Б) $\text{NF}_3$	2) +4	5) +1
В) $\text{N}_2\text{O}_2^{2-}$	3) +3	6) -3
Г) $\text{NH}_4^+$		

## 5. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Кристаллические решетки

- Молекулярную кристаллическую решетку имеет вещество
  - цинк
  - хлорид лития
  - хлорэтан
  - едкий натр
- Атомную кристаллическую решетку имеет вещество
  - KOH
  - C(алмаз)
  - Fe
  - CO
- Ионную кристаллическую решетку имеет вещество
  - NaNO<sub>3</sub>
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - CCl<sub>4</sub>
  - CH<sub>3</sub>COOH
- Простые вещества главной подгруппы I группы имеют кристаллическую решетку
  - молекулярную
  - металлическую
  - ионную
  - атомную

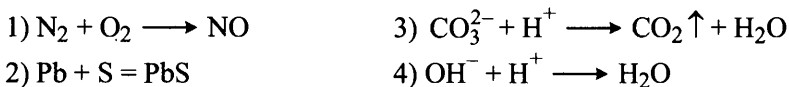
## 6. Классификация химических реакций в неорганической химии

- Реакция соединения — это
  - $2\text{KCNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
  - $\text{Si} + 2\text{Mg} = \text{Mg}_2\text{Si}$
  - $2\text{HBr} + \text{CaCO}_3 = \text{CaBr}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
  - $\text{C} + 2\text{PbO} = 2\text{Pb} + \text{CO}_2$
- Реакция разложения при прокаливании с выделением азота протекает для соли
  - NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub>
  - NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>
  - KNO<sub>3</sub>
  - NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>
- Реакция замещения с выделением водорода протекает между железом и
  - HNO<sub>3</sub>(разб.)
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(разб.)
  - HNO<sub>3</sub>(конц.)
  - NaOH(конц.)

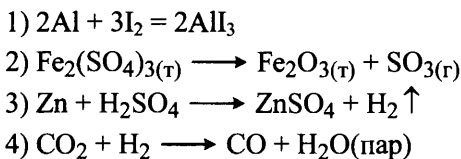
4. Реакция ионного обмена — это
- 1)  $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3 \uparrow$
  - 2)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
  - 3)  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaHCO}_3$
  - 4)  $\text{SiO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSiO}_3$
5. Реакция нейтрализации всегда протекает полностью между
- 1) сильными кислотами и металлами
  - 2) сильными кислотами и сильными основаниями
  - 3) кислотными оксидами и нерастворимыми гидроксидами металлов
  - 4) слабыми кислотами и неметаллами
6. Окислительно-восстановительная реакция — это
- 1)  $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{CO} + \text{Na}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$
  - 4)  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$
7. Экзотермическая реакция — это
- 1)  $3\text{S} + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{S}_3 + 509 \text{ кДж}$
  - 2)  $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2 - 180 \text{ кДж}$
  - 3)  $\text{C} + 2\text{MgO} + \text{CO}_2 + 2\text{Mg} - 809 \text{ кДж}$
  - 4)  $2\text{Cu}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4\text{Cu} - 342 \text{ кДж}$
8. Эндотермическая реакция — это
- 1)  $\text{S} + 2\text{HI} = \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 69 \text{ кДж}$
  - 2)  $\text{H}_2\text{S} = \text{H}_2 + \text{S} - 21 \text{ кДж}$
  - 3)  $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{S} = \text{ZnS} + \text{H}_2\text{O} + 65 \text{ кДж}$
  - 4)  $3\text{S} + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{S}_3 + 509 \text{ кДж}$

## 7. Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов

1. Гетерогенная реакция — это



2. Гомогенная реакция — это



3. При протекании реакции концентрация продуктов

- 1) увеличивается
- 2) не изменяется
- 3) уменьшается
- 4) вначале понижается, а потом возрастает

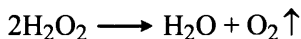
4. Скорость гомогенной реакции  $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$  понизится в 16 раз при одновременном уменьшении молярных концентраций реагентов

- 1) в 2 раза
- 2) в 4 раза
- 3) в 8 раз
- 4) в 16 раз

5. Скорость гетерогенной реакции  $C_{(т)} + O_2 \longrightarrow CO_2$  при  $V = const$  и увеличении количества реагентов в 4 раза возрастет

- а) в 4 раза
- б) в 8 раз
- в) в 16 раз
- г) в 32 раз

6. Скорость протекания реакции



будет **выше**, если использовать

- 1) 3%-й раствор  $H_2O_2$  и катализатор
- 2) 30%-й раствор  $H_2O_2$  и катализатор

- 3) 3%-й раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$  (без катализатора)
- 4) 30%-й раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$  (без катализатора)

7. Скорость гомогенной реакции  $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \dots$  увеличивается при
- 1) понижении концентрации А
  - 2) повышении концентрации В
  - 3) охлаждении
  - 4) понижении давления

## 8. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.

### Реакции ионного обмена

1. В водном растворе электролитом может быть
- 1)  $\text{CCl}_2\text{F}_2$
  - 2)  $\text{HCN}$
  - 3)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
  - 4)  $\text{N}_2\text{O}$
2. Сильный электролит в водном растворе — это
- 1)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - 3)  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$
  - 4)  $\text{K}(\text{HCOO})$
3. Слабый электролит в водном растворе — это
- 1)  $\text{HI}$
  - 2)  $\text{HF}$
  - 3)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$
4. С точки зрения теории диссоциации основания — это
- 1) сильные электролиты, диссоциирующие в растворе с образованием катионов одного вида —  $\text{H}^+$
  - 2) сильные электролиты, диссоциирующие в растворе с образованием анионов одного вида —  $\text{OH}^-$
  - 3) продукты взаимодействия с водой оксидов металлов IA-группы
  - 4) продукты взаимодействия любых оксидов с водой
5. Набор щелочей — это
- 1)  $\text{KOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
  - 2)  $\text{KOH}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$
  - 3)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$
  - 4)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{RbOH}$

6. Щелочную среду образует при растворении в воде газ
- 1)  $N_2$                       2)  $NH_3$                       3)  $HCl$                       4)  $CO_2$
7. В сероводородной воде содержится набор частиц растворенного вещества
- 1)  $H_2S, S^{2-}, H^+, OH^-$                       3)  $H_3S^+, HS^-, H_2S, H^+$   
 2)  $H^+, HS^-, S^{2-}, H_2O$                       4)  $H_2S, HS^-, S^{2-}, H^+$
8. **Наибольшее** количество иона  $PO_4^{3-}$  можно обнаружить в растворе, содержащем 0,1 моль
- 1)  $NaH_2PO_4$                       3)  $H_3PO_4$   
 2)  $Na_2HPO_4$                       4)  $Na_3PO_4$
9. Реакция с выпадением осадка — это
- 1)  $KHCO_3 + KOH \longrightarrow \dots$                       3)  $FeS + HCl \longrightarrow \dots$   
 4)  $AgNO_3 + KI \longrightarrow \dots$                       4)  $Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow \dots$
10. Реакция с выделением газа — это
- 1)  $NaOH + CH_3COOH \longrightarrow \dots$   
 2)  $FeSO_4 + KOH \longrightarrow \dots$   
 3)  $NaHCO_3 + HBr \longrightarrow \dots$   
 4)  $Pb(NO_3)_2 + Na_2S \longrightarrow \dots$
11. Ионное уравнение **не может быть** составлено для реакции
- 1)  $KOH + H_2CO_3(\text{слабая}) \longrightarrow \dots$   
 2)  $Ba(OH)_2 + H_2SO_4(\text{сильная}) \longrightarrow \dots(\text{соль} \downarrow)$   
 3)  $Al(OH)_3 + HF(\text{слабая}) \longrightarrow \dots(\text{соль} \downarrow)$   
 4)  $Al(OH)_3 + H_2SO_4(\text{сильная}) \longrightarrow \dots$
12. Краткое ионное уравнение  $OH^- + H^+ = H_2O$  отвечает взаимодействию
- 1)  $Fe(OH)_2 + HCl \longrightarrow \dots$                       3)  $NaOH + HNO_3 \longrightarrow \dots$   
 2)  $NaOH + HNO_2 \longrightarrow \dots$                       4)  $Ba(OH)_2 + KHSO_4 \longrightarrow \dots$



13. Ионное уравнение  $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$  соответствует реакции между
- |   |   |
|---|---|
| 1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{K}_3\text{PO}_4$ | 3) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{H}_3\text{PO}_4$ |
| 2) $\text{CaCl}_2$ и $\text{NaH}_2\text{PO}_4$        | 4) $\text{CaCl}_2$ и $\text{K}_2\text{HPO}_4$         |
14. В молекулярном уравнении реакции  $\text{FeSO}_4 + 2\text{KOH} \longrightarrow \dots$  сумма коэффициентов равна
- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1) 4 | 2) 5 | 3) 7 | 4) 8 |
|------|------|------|------|
15. В реакции, выраженной кратким ионным уравнением  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , ион среды ( $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$ ) может отвечать реагенту
- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| 1) $\text{NaHS}$ | 3) $\text{NaOH}$           |
| 2) $\text{HBr}$  | 4) $\text{H}_2\text{CO}_3$ |

## 9. Гидролиз солей. Среда водных растворов. Индикаторы

- Гидролиз солей — это взаимодействие с водой
  - катионов или анионов любой (по растворимости) соли
  - катионов или анионов некоторых растворимых солей
  - сопровождающееся выпадением осадка
  - сопровождающееся выделением газа
- При гидролизе соли по аниону взаимодействует с водой
  - анион любой кислоты
  - анион любой слабой кислоты
  - анион любой сильной кислоты
  - катион металла
- Нейтральная среда будет в растворе соли
 

1) $\text{K}_2\text{S}$	3) $\text{K}_2\text{SO}_4$
2) $\text{K}_2\text{SO}_3$	4) $\text{NaHSO}_4$

4. Кислым будет раствор
- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1) NaF               | 2) NaNO <sub>3</sub> |
| 3) NaNO <sub>2</sub> | 4) HNO <sub>2</sub>  |
5. Щелочным будет раствор
- |                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1) K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 2) KBr               |
| 3) NaHSO <sub>4</sub>             | 4) FeSO <sub>4</sub> |
6. Нейтральным будет раствор
- |                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 1) K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>  | 2) AlCl <sub>3</sub> |
| 3) Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 4) KHCO <sub>3</sub> |
7. При гидролизе хлорида хрома(III) образуется
- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1) Cr(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> | 3) Cr(OH) <sub>3</sub>                  |
| 2) CrOH <sup>2+</sup>               | 4) [Cr(OH) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> |
8. При гидролизе ортофосфата натрия образуется
- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1) HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>              | 3) H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |
| 2) H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 4) не знаю                        |
9. Концентрация гидроксид-иона увеличится после растворения в воде соли
- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1) CsNO <sub>3</sub> | 3) NaCN              |
| 2) SrCl <sub>2</sub> | 4) KHSO <sub>4</sub> |
10. Набор веществ, отдельные растворы которых можно различить лакмусом, — это
- 1) MgSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Br
  - 2) CH<sub>3</sub>COOH, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>
  - 3) Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, RbF, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
  - 4) Ba(OH)<sub>2</sub>, KHSO<sub>4</sub>, LiCl

11. Установите соответствие между солью и ее способностью к гидролизу

СОЛЬ	ГИДРОЛИЗ
А) нитрат аммония	1) по катиону
Б) ацетат натрия	2) по аниону
В) иодид лития	3) по катиону и аниону
Г) сульфат цинка(II)	4) не протекает

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между солью и ее способностью к гидролизу

СОЛЬ	ГИДРОЛИЗ
А) $\text{Na}_2\text{S}$	1) по катиону
Б) $\text{Rb}_2\text{SO}_4$	2) по аниону
В) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	3) по катиону и аниону
Г) $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$	4) не протекает

А	Б	В	Г

13. Установите соответствие между солью и ее способностью к гидролизу

СОЛЬ	ГИДРОЛИЗ
А) перхлорат рубидия	1) по катиону
Б) фторид аммония	2) по аниону
В) сульфат хрома(III)	3) по катиону и аниону
Г) карбонат цезия	4) не протекает

А	Б	В	Г

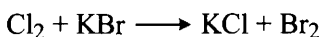
**10. Окислительно-восстановительные реакции.  
Подбор коэффициентов в уравнениях реакций  
методом электронного баланса**

1. Правильное утверждение — это
- 1) водород — самый сильный восстановитель
  - 2) водород — самый сильный окислитель
  - 3) водород проявляет окислительно-восстановительные свойства
  - 4) водород не вступает в реакции окисления-восстановления

2. Наиболее сильным восстановителем будет галогенид-ион, у которого строение внешнего энергетического уровня



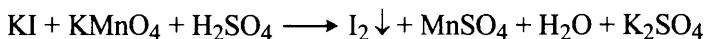
3. В уравнении реакции



сумма коэффициентов равна

- 1) 4                      2) 6                      3) 7                      4) 9

4. В уравнении реакции



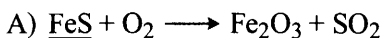
коэффициент у формулы восстановителя равен

- 1) 14                      2) 10                      3) 6                      4) 2

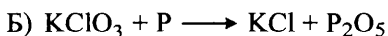
5. Установите соответствие между веществом (формула подчеркнута) и его функцией в реакции

РЕАКЦИЯ

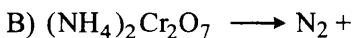
ФУНКЦИЯ



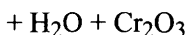
1) восстановитель



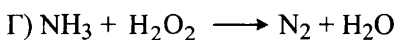
2) окислитель и восстановитель



3) окислитель



4) среда

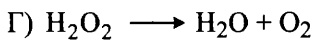
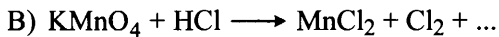
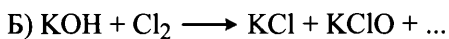
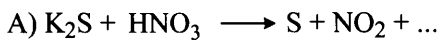


5) окислитель и среда

А	Б	В	Г

6. Установите соответствие между веществом (формула подчеркнута) и его функцией в реакции

РЕАКЦИЯ



ФУНКЦИЯ

1) окислитель

2) среда

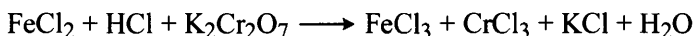
3) окислитель и восстановитель

4) восстановитель

5) окислитель и среда

А	Б	В	Г

7. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции. Определите окислитель и восстановитель.



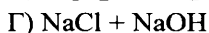
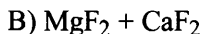
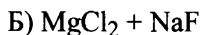
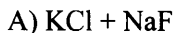
8. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции. Определите окислитель и восстановитель.



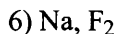
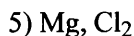
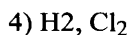
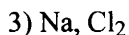
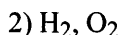
## 11. Электролиз расплавов и растворов

1. Установите соответствие между смесью исходных веществ и продуктами электролиза ее расплава

СМЕСЬ



ПРОДУКТЫ



А	Б	В	Г

2. Установите соответствие между исходным веществом и продуктом, выделяющимся на аноде при электролизе раствора

ВЕЩЕСТВО

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

А) хлорид железа(II)

1) бром

Б) нитрат марганца(II)

2) медь

В) сульфат меди(II)

3) марганец

Г) бромид кальция

4) хлор

5) кислород

6) железо

А	Б	В	Г

3. Установите соответствие между исходным веществом и продуктом, образующимся на катоде при электролизе раствора

ВЕЩЕСТВО

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

А) LiOH

1) кислород

Б) CuCl<sub>2</sub>

2) литий

В) Hg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

3) медь

Г) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

4) водород

5) хлор

6) ртуть

А	Б	В	Г

4. Установите соответствие между смесью исходных веществ и продуктом, остающимся в растворе после электролиза

СМЕСЬ

ПРОДУКТ В РАСТВОРЕ

А) MnCl<sub>2</sub> + CuF<sub>2</sub>

1) CuCl<sub>2</sub>

Б) CuCl<sub>2</sub> + MnF<sub>2</sub>

2) AgF

В) CuF<sub>2</sub> + AgF

3) CuF<sub>2</sub>

Г) MnI<sub>2</sub> + FeCl<sub>2</sub>

4) MnCl<sub>2</sub>

5) MnI<sub>2</sub>

6) MnF<sub>2</sub>

А	Б	В	Г

5. Установите соответствие между исходным веществом и изменением кислотности водного раствора в процессе электролиза

ВЕЩЕСТВО

КИСЛОТНОСТЬ

А) сульфат меди(II)

1) повышается

Б) нитрат калия

2) не изменяется

В) хлорид лития

3) понижается

Г) ортофосфат натрия

4) может стать любой

А	Б	В	Г

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## 12. Классификация и номенклатура неорганических веществ

- Набор только неорганических веществ — это
  - силан, пропан, боран
  - ксенон, ацетон, озон
  - аммиак, вода, графит
  - фосфин, глицерин, каолин
- Набор неметаллов — это
  - Tc, Am, S, Cm
  - Ti, Ar, Se, Cl
  - Tl, At, Sr, Co
  - Te, As, Si, C
- Простые вещества — это
  - малахит
  - графит
  - карбин
  - этин
- Набор элементов, которые в свободном виде образуют аллотропные модификации, — это
  - C, P, O
  - Al, Cl, Ca
  - Mg, S, Br
  - Be, B, I
- Аллотропными модификациями являются простые вещества, имеющие всегда **одинаковую**
  - молярную массу
  - плотность
  - окраску
  - относительную атомную массу
- Одинаковыми** химическими свойствами обладают
  - хлорид натрия и хлорид кальция
  - фруктоза и глюкоза
  - красный фосфор и белый фосфор
  - калий-40 и аргон-40



7. Оксид — это вещество, в котором атомы некоторого элемента соединены
- 1) между собой
  - 2) с водородом и кислородом
  - 3) с кислородом  $O_2$
  - 4) с атомами кислорода(–II)
8. **Не относится** к оксидам кислородное соединение
- 1)  $MnO_2$
  - 2)  $OF_2$
  - 3)  $SiO_2$
  - 4)  $Cl_2O$
9. К основным оксидам относится
- 1)  $Cl_2O$
  - 2)  $Cs_2O$
  - 3)  $N_2O$
  - 4)  $S_2O$
10. Наборы только кислотных оксидов — это
- 1)  $Cl_2O$ ,  $As_2O_3$ ,  $SeO_2$
  - 2)  $CO$ ,  $OF_2$ ,  $Cl_2O_7$
  - 3)  $BeO$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$
  - 4)  $B_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $CrO_3$
11. Правильные названия вещества  $NO_2$  — это
- 1) оксид азота
  - 2) оксид азота(II)
  - 3) диоксид азота
  - 4) оксид азота(IV)
12. К амфотерным оксидам относится
- 1)  $MgO$
  - 2)  $NO$
  - 3)  $CO$
  - 4)  $ZnO$
13. Оксид хрома с преобладанием кислотных свойств — это
- 1)  $Cr_2O_3$
  - 2)  $CrO_3$
  - 3)  $CrO$
  - 4)  $CrO_2$
14. К несолеобразующим оксидам относятся
- 1)  $CO$
  - 2)  $BeO$
  - 3)  $NO$
  - 4)  $BaO$
15. Набор оснований — это
- 1)  $NaOH$ ,  $LiOH$ ,  $ClOH$
  - 2)  $NaOH$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $Cu(OH)_2$



### 13. Общая характеристика, химические свойства и способы получения натрия, калия, кальция, алюминия и их соединений. Качественные реакции

1. В Периодической системе типичные металлы расположены
  - 1) в верхней части
  - 2) в нижней части
  - 3) в правом верхнем углу
  - 4) в левом нижнем углу
2. Взаимодействие натрия с водой называют реакцией
  - 1) соединения
  - 2) разложения
  - 3) замещения
  - 4) нейтрализации
3. Гидроксид натрия реагирует в растворе (по отдельности) со всеми веществами набора
  - 1)  $O_2$ ,  $HNO_3$
  - 2)  $CuO$ ,  $MgSO_4$
  - 3)  $CO_2$ ,  $CuSO_4$
  - 4)  $Ca(OH)_2$ ,  $H_3PO_4$
4. Среди перечисленных металлов главной подгруппы II группы **наиболее сильным** восстановителем будет
  - 1) барий
  - 2) кальций
  - 3) стронций
  - 4) магний
5. Для реакции  $\dots + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$  подходит реагент
  - 1)  $CaCl_2$
  - 2)  $Ca(HCO_3)_2$
  - 3)  $Ca$
  - 4)  $Ca(OH)_2$
6. Из раствора гидрокарбоната бария выпадает осадок при добавлении
  - 1)  $BaCl_2$
  - 2)  $CO_2$
  - 3)  $Ba(OH)_2$
  - 4)  $BaCO_3$
7. Жесткую воду, содержащую ионы  $Ca^{2+}$ , умягчают добавлением реактивов
  - 1)  $NaCl$
  - 2)  $NaNO_3$
  - 3)  $Na_3PO_4$
  - 4)  $AgNO_3$

8. Продукт, содержащий алюминий, в реакции  $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \longrightarrow \dots$ , — это
- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1) $\text{Al}_2\text{O}_3$  | 3) $\text{Al}[(\text{OH})_4]^-$ |
| 2) $\text{Al}(\text{OH})_3$ | 4) $\text{AlO}_2^-$             |
9. Реакция замещения протекает в растворе между алюминием и
- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 1) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | 3) $\text{NiSO}_4$ |
| 2) $\text{BeSO}_4$          | 4) $\text{MgSO}_4$ |
10. При действии соляной кислоты на магний образуются продукты
- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{MgCl}_3, \text{H}_2\text{O}$ | 3) $\text{MgCl}_3, \text{H}_2$         |
| 2) $\text{MgCl}_2, \text{H}_2$         | 4) $\text{MgCl}_2, \text{H}_2\text{O}$ |
11. Для уравнений двух реакций
- $$\text{Ca} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \dots \quad \text{Ca} + \text{P} \longrightarrow \dots$$
- общая сумма коэффициентов равна
- |      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 1) 8 | 2) 9 | 3) 10 | 4) 14 |
|------|------|-------|-------|
12. Натрий в промышленности можно получить
- 1) электролизом расплава поваренной соли
  - 2) прокаливанием питьевой соды  $\text{NaHCO}_3$
  - 3) сплавлением алюминия с едким натром
  - 4) спеканием соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с железом
13. Калий можно получить электролизом на инертных электродах
- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1) раствора $\text{KCl}$   | 3) расплава $\text{KCl}$                         |
| 2) раствора $\text{KNO}_3$ | 4) расплава смеси $\text{KCl}$ и $\text{MgCl}_2$ |
14. Химически чистый оксид кальция получают в лаборатории
- 1) сжиганием кальция на воздухе
  - 2) взаимодействием кальция с водой
  - 3) разложением гидроксида кальция при нагревании
  - 4) разложением известняка при нагревании

15. Алюминий в промышленности получают
- 1) обезвоживанием алюмокалиевых квасцов
  - 2) электролизом расплава глинозема в криолите
  - 3) методом алюминотермии
  - 4) восстановлением глины кальцием
16. В колбу с раствором кислоты, подкрашенным лакмусом, добавляют (по каплям) раствор щелочи до изменения окраски
- 1) фиолетовая  $\longrightarrow$  красная
  - 2) фиолетовая  $\longrightarrow$  синяя
  - 3) красная  $\longrightarrow$  фиолетовая
  - 4) красная  $\longrightarrow$  синяя
17. В стакан с раствором щелочи, подкрашенным фенолфталеином, добавляют (по каплям) раствор кислоты до изменения окраски
- 1) синяя  $\longrightarrow$  красная
  - 2) малиновая  $\longrightarrow$  желтая
  - 3) фиолетовая  $\longrightarrow$  бесцветная
  - 4) малиновая  $\longrightarrow$  бесцветная
18. Гашеную известь можно отличить от мела реактивом
- |                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1) CaO                            | 3) KOH               |
| 2) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 4) BaSO <sub>4</sub> |

**14. Общая характеристика, химические свойства  
и способы получения хрома, марганца, железа, меди  
и их соединений. Качественные реакции.  
Коррозия металлов**

1. Железо будет выделять водород из
- 1) концентрированной азотной кислоты
  - 2) разбавленной серной кислоты
  - 3) разбавленного раствора аммиака
  - 4) концентрированного раствора гидроксида калия

2. Продукты  $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  соответствуют взаимодействию реагентов
- 1)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{FeO} + \text{SO}_2 \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{SO}_3 \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \longrightarrow \dots$
3. Реакция замещения будет протекать при внесении железа в разбавленный раствор
- 1) иодида калия
  - 2) сульфата натрия
  - 3) иодоводорода
  - 4) сульфата магния
4. Соль  $\text{NaCrO}_2$  получается при взаимодействии
- 1)  $\text{CrO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{CrO}$  и  $\text{NaOH}$
  - 4)  $\text{CrO}_2$  и  $\text{NaHCO}_3$
5. Из раствора сульфата меди(II) выпадает черный осадок после пропускания газа
- 1)  $\text{CO}_2$
  - 2)  $\text{NH}_3$
  - 3)  $\text{H}_2\text{S}$
  - 4)  $\text{SO}_2$
6. При действии разбавленной серной кислотой на цинк образуется набор продуктов
- 1)  $\text{ZnSO}_4, \text{H}_2, \text{H}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{ZnSO}_4, \text{SO}_2, \text{H}_2\text{O}$
  - 3)  $\text{ZnO}, \text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{S}$
  - 4)  $\text{Zn}(\text{HSO}_4)_2, \text{SO}_3, \text{H}_2\text{O}$
7. Будет протекать реакция между цинком и
- 1)  $\text{SO}_2$
  - 2)  $\text{Cu}$
  - 3)  $\text{HNO}_3$
  - 4)  $\text{K}_2\text{O}$
8. Из соляной и разбавленной серной кислот не выделяет газ только металл
- 1) цинк
  - 2) магний
  - 3) ртуть
  - 4) хром

9. **Металл, не реагирующий с разбавленными кислотами HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, — это**
- |           |             |
|-----------|-------------|
| 1) железо | 3) медь     |
| 2) кадмий | 4) алюминий |
10. **Не взаимодействует с азотной кислотой металл**
- |             |            |
|-------------|------------|
| 1) марганец | 3) кобальт |
| 2) золото   | 4) олово   |
11. **Не протекает реакция**
- 1)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{HBr} \longrightarrow \dots$
12. **Сумма коэффициентов в молекулярном уравнении  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{HSO}_4)_3 + \dots$  равна**
- |      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 1) 4 | 2) 6 | 3) 10 | 4) 12 |
|------|------|-------|-------|
13. **В уравнениях реакций**
- $$\text{Fe} + \text{O}_2 \longrightarrow (\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}_2^{\text{III}})\text{O}_4, \text{Fe} + \text{Cl}_2 \longrightarrow$$
- $$\longrightarrow \dots \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}(\text{пар}) \longrightarrow (\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}_2^{\text{III}})\text{O}_4 + \text{H}_2$$
- общая сумма коэффициентов равна**
- |      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 1) 6 | 2) 7 | 3) 12 | 4) 25 |
|------|------|-------|-------|
14. **Для удаления примеси NiSO<sub>4</sub> из раствора FeSO<sub>4</sub> надо добавить**
- |                      |                      |        |       |
|----------------------|----------------------|--------|-------|
| 1) BaCl <sub>2</sub> | 2) AgNO <sub>3</sub> | 3) KOH | 4) Fe |
|----------------------|----------------------|--------|-------|
15. **Железную стружку можно отделить от цинковой с помощью реактива**
- 1) разбавленный раствор аммиака
  - 2) концентрированный раствор щелочи

- 3) разбавленная серная кислота  
4) соляная кислота
16. Будут протекать реакции при внесении меди в разбавленные растворы
- 1) бромоводорода
  - 2) нитрата ртути(II)
  - 3) серной кислоты
  - 4) азотной кислоты
17. **Не протекает** реакция в растворе между реагентами
- |   |   |
|---|---|
| 1) $\text{CuSO}_4$ и $\text{Zn}$            | 3) $\text{Fe}$ и $\text{ZnSO}_4$            |
| 2) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Cr}$ | 4) $\text{Cd}$ и $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ |
18. При выдерживании пластины одного металла в растворе соли другого металла можно наблюдать выделение
- 1) свинца на медной пластине
  - 2) цинка на железной пластине
  - 3) железа на медной пластине
  - 4) меди на железной пластине
19. При выдерживании в растворе медного купороса железной и серебряной пластин красный налет появится
- 1) на серебре
  - 2) на железе
  - 3) на обеих пластинах
  - 4) не знаю
20. **Не протекает** реакция замещения между реагентами
- 1)  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{Zn}$
  - 2)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Cr}$
  - 3)  $\text{Fe}$  и  $\text{ZnSO}_4$
  - 4)  $\text{Cd}$  и  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
21. Цинк вытесняет все металлы набора (из растворов их солей)
- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{Mg}$ , $\text{Al}$ , $\text{Cd}$ | 3) $\text{Fe}$ , $\text{Ni}$ , $\text{Hg}$ |
| 2) $\text{Co}$ , $\text{Cu}$ , $\text{Ag}$ | 4) $\text{Be}$ , $\text{Sn}$ , $\text{Pb}$ |



**15. Общая характеристика, химические свойства и способы получения водорода, хлора, кислорода, серы и их соединений. Промышленный синтез серной кислоты. Качественные реакции**

1. В одном из наборов все вещества сульфиды
  - 1)  $\text{SnH}_2$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{CaH}_2$
  - 2)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{AlH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{TiH}_2$
  - 3)  $\text{CS}_2$ ,  $\text{As}_4\text{S}_4$ ,  $\text{B}_2\text{S}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2$
  - 4)  $\text{S}_4\text{N}_2$ ,  $\text{Ga}_2\text{S}_3$ ,  $\text{S}_2\text{F}_2$ ,  $\text{S}_2\text{I}_2$
2. В лаборатории водород обычно получают
  - 1) кипячением воды
  - 2) сжижением воздуха
  - 3) по реакции  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \longrightarrow \dots$
  - 4) нагреванием сероводорода
3. Все галогены — элементы одной группы, так как их атомы имеют
  - 1) одинаковые размеры
  - 2) одинаковое число электронов
  - 3) одинаковое число валентных электронов
  - 4) одинаковую окислительную способность
4. Для полного превращения  $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ClO}^- + \text{Cl}^-$  следует использовать
  - 1)  $\text{H}_2\text{O}(\text{хол.})$
  - 2)  $\text{NaOH}(\text{хол.})$
  - 3)  $\text{H}_2\text{O}(\text{гор.})$
  - 4)  $\text{NaOH}(\text{гор.})$
5. Хлор в лаборатории получают по реакции между
  - 1)  $\text{NaCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})$
  - 2)  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{HCl}(\text{конц.})$
  - 3)  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  и  $\text{HNO}_3(\text{конц.})$
  - 4)  $\text{KClO}_3$  и  $\text{P}(\text{красн.})$

6. Хлор можно собрать
- 1) в пробирку отверстием вниз
  - 2) в пробирку отверстием вверх
  - 3) над раствором  $\text{CaCl}_2$
  - 4) над водой
7. При пропускании хлора через раствор нитрата серебра(I) наблюдается
- 1) выделение газа
  - 2) выделение осадка
  - 3) появление бурой окраски
  - 4) появление зеленой окраски
8. Вещества  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_3$  и  $\text{O}^0$  называют
- 1) изомерами
  - 2) изотопами
  - 3) гомологами
  - 4) аллотропными формами
9. Жидкий кислород хранят в
- 1) закрытых стеклянных склянках
  - 2) стальных баллонах под давлением
  - 3) открытых термосах (сосудах Дьюара)
  - 4) закрытых полиэтиленовых канистрах
10. При действии концентрированным раствором щелочи на серу образуются соединения набора
- 1) сульфат и сульфид
  - 2) сульфат и сульфит
  - 3) сероводород и серная кислота
  - 4) сульфит и сульфид
11. Взаимодействие сульфита натрия с концентрированной серной кислотой — это реакция
- 1) окисления-восстановления
  - 2) соединения
  - 3) зависящая от условий проведения
  - 4) без изменения степеней окисления элементов

12. В молекулярном уравнении реакции



сумма коэффициентов равна

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

13. Разбавленная серная кислота реагирует (по отдельности) с веществами набора

- 1) Au, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>    3) SiO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>  
2) FeS, CuO    4) Ag, KHCO<sub>3</sub>

14. Концентрированная серная кислота реагирует (по отдельности) с веществами набора

- 1) KHSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
2) Fe, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
3) Ag, SO<sub>2</sub>  
4) KHSO<sub>3</sub>, C(графит)

15. Правильная схема производства серной кислоты — это

- 1) S — SO<sub>2</sub> — SO<sub>3</sub> — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
2) FeS — S — SO<sub>2</sub> — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
3) S — H<sub>2</sub>S — SO<sub>3</sub> — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
4) FeS<sub>2</sub> — H<sub>2</sub>S — SO<sub>2</sub> — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

16. Продукты обжига *пирита* FeS<sub>2</sub> — это

- 1) FeO, SO<sub>2</sub>    3) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>  
2) FeO, SO<sub>3</sub>    4) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>

17. Для обнаружения хлорид-иона подходит реактив

- 1) раствор крахмала  
2) раствор нитрата серебра(I)  
3) разбавленная серная кислота  
4) концентрированный раствор щелочи

18. Раствор крахмала окрашивает в синий цвет

- 1) сероводородную воду
- 2) известковую воду
- 3) иодную воду
- 4) бромную воду

19. В колбу с разбавленной серной кислотой добавляют несколько капель индикатора *метилоранж*, а затем небольшими порциями вносят белый порошок оксида магния. Окраска смеси меняется так:

- 1) малиновая  $\longrightarrow$  бесцветная
- 2) розовая  $\longrightarrow$  оранжевая
- 3) желтая  $\longrightarrow$  розовая
- 4) оранжевая  $\longrightarrow$  лиловая

**16. Общая характеристика, химические свойства и способы получения азота, фосфора, углерода, кремния и их соединений. Промышленный синтез аммиака. Качественные реакции**

1. Азот в промышленности получают

- 1) окислением аммиака на катализаторе
- 2) термическим разложением нитрата аммония
- 3) дробной разгонкой жидкого воздуха
- 4) кипячением смеси  $\text{NaNO}_2$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в воде

2. В уравнении реакции  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + \dots$  сумма коэффициентов равна

- 1) 19                      2) 15                      3) 9                      4) 5

3. Аммиак реагирует (по отдельности) с веществами набора
- |   |   |
|---|---|
| 1) $\text{NH}_4\text{Cl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 3) $\text{HCl}$ , $\text{Mg}(\text{OH})_2$          |
| 2) $\text{HNO}_3$ , $\text{Fe}(\text{OH})_2$        | 4) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ |
4. В лаборатории чистый аммиак получают при нагревании
- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{NH}_4\text{Cl}$    | 3) $\text{NH}_4\text{NO}_3$ |
| 2) $\text{NH}_3$ (конц. р-р) | 4) $\text{NH}_4\text{NO}_2$ |
5. Соль аммония можно получить при взаимодействии
- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1) $\text{NH}_3$ и $\text{H}_2\text{O}$ | 3) $\text{NH}_3$ и $\text{Na}$  |
| 2) $\text{NH}_3$ и $\text{HBr}$         | 4) $\text{NH}_3$ и $\text{O}_2$ |
6. При взаимодействии избытка диоксида азота с гидроксидом бария в растворе получают вещества набора
- 1)  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - 3)  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - 4)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
7. К смеси газов  $\text{N}_2\text{O} + \text{NO} + \text{NO}_2$  добавили избыток кислорода, пропустили через раствор щелочи и на выходе обнаружили
- |  |   |
|--|---|
| 1) $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{NO}$  | 3) $\text{NO}$ , $\text{NO}_2$          |
| 2) $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{O}_2$ | 4) $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{NO}_2$ |
8. Азотная кислота на свету и при нагревании разлагается на
- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{N}_2\text{O}_5$ , $\text{H}_2\text{O}$ | 3) $\text{NO}$ , $\text{NO}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$  |
| 2) $\text{N}_2\text{O}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ | 4) $\text{NO}_2$ , $\text{O}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ |
9. В молекулярном уравнении реакции
- $$\text{ZnO} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \dots$$
- сумма коэффициентов равна
- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1) 4 | 2) 5 | 3) 6 | 4) 7 |
|------|------|------|------|

10. Металл в свободном виде образуется при прокаливании
- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ | 3) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ |
| 2) $\text{NaNO}_3$            | 4) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ |
11. Ортофосфорную кислоту в промышленности получают по реакции
- 1)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \dots$
12. Отсутствует взаимодействие (при любых условиях) между графитом и
- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 1) $\text{NaOH}$           | 3) $\text{CO}_2$  |
| 2) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 4) $\text{HNO}_3$ |
13. Осадок выпадает при пропускании  $\text{CO}_2$  через раствор
- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 3) $\text{CaCl}_2$             |
| 2) $\text{Ca}(\text{OH})_2$   | 4) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ |
14. Осадок образуется (и не исчезает) в реакции
- 1)  $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2(\text{избыток}) \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{избыток}) \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{недостаток}) \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2(\text{недостаток}) \longrightarrow \dots$
15. В раствор хлорида бария пропускают избыток углекислого газа и обнаруживают в этом растворе
- 1)  $\text{BaCO}_3, \text{HCl}$
  - 2)  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2, \text{BaCl}_2$
  - 3)  $(\text{BaOH})_2\text{CO}_3, \text{HCl}$
  - 4)  $\text{H}_2\text{CO}_3, \text{BaCl}_2$

16. В уравнении  $\text{CO}_2 + \dots = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  недостающий реагент — это
- |                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{BaCl}_2$             | 3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ |
| 2) $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ | 4) $\text{BaSO}_4$          |
17. Ионное уравнение  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$  соответствует реакции между
- 1)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{CaO}$
  - 2)  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{KOH}$
  - 3)  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{HNO}_3$
  - 4)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
18. Углекислый газ **не образуется** в реакции
- 1)  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{CaCO}_3 + \text{KHSO}_4 \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{NaHCO}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \dots$
19. Карбонат натрия реагирует (по отдельности) в растворе с веществами набора
- 1)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
  - 2)  $\text{CaCl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$
  - 3)  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CO}$
  - 4)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$
20. Реагенты для получения чистого гидрокарбоната калия — это
- 1)  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$
  - 2)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$
  - 3)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - 4)  $\text{KOH}$ ,  $\text{CaCO}_3$
21. Цинк из концентрированного раствора карбоната натрия вытесняет
- |            |                   |
|------------|-------------------|
| 1) водород | 3) углекислый газ |
| 2) метан   | 4) угарный газ    |

22. Образование водорода происходит при обработке водяным паром реагентов

- |              |                  |
|--------------|------------------|
| 1) кремнезем | 3) уголь         |
| 2) силан     | 4) питьевая сода |

23. Обязательно идет реакция между разбавленной азотной кислотой и

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 1) $\text{Al}(\text{OH})_3$ | 3) Au            |
| 2) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | 4) $\text{CO}_2$ |

24. Нельзя проводить осушку газа  $\text{NH}_3$  с помощью

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1) $\text{CaO}(\text{тв.})$  | 3) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})$ |
| 2) $\text{NaOH}(\text{тв.})$ | 4) $\text{P}_2\text{O}_5(\text{тв.})$    |

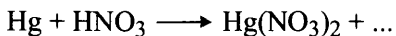
25. Кислотная среда образуется при растворении в воде

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1) $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  | 3) $\text{NH}_3$                |
| 2) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | 4) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |

26. Слабощелочную среду образует при растворении в воде газ

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1) $\text{N}_2$ | 3) $\text{NH}_3$ |
| 2) HCl          | 4) $\text{CO}_2$ |

27. В молекулярном уравнении реакции с участием концентрированной кислоты



сумма коэффициентов равна

- |      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 1) 6 | 2) 8 | 3) 10 | 4) 13 |
|------|------|-------|-------|

28. В уравнении реакции



сумма коэффициентов равна

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1) 5 | 2) 6 | 3) 8 | 4) 9 |
|------|------|------|------|



29. Для синтеза аммиака используют азот, получаемый в промышленности
- 1) окислением аммиака на катализаторе
  - 2) термическим разложением нитрата аммония
  - 3) дробной разгонкой сжиженного воздуха
  - 4) кипячением смеси нитрата калия и хлорида аммония в воде
30. В синтезе  $\text{NH}_3$  из  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2$  используется катализатор для более эффективного разрыва связей
- 1)  $\text{N}-\text{H}$ ,  $\text{H}-\text{H}$
  - 2)  $\text{N}\equiv\text{N}$ ,  $\text{H}-\text{H}$
  - 3)  $\text{N}-\text{H}$ ,  $\text{N}\equiv\text{N}$
  - 4) любых
31. Для синтеза аммиака выбирается отношение объемов азота к водороду, равное
- 1) 3 : 1            2) 1 : 1            3) 1 : 2            4) 1 : 3
32. Фенолфталеин становится малиновым в растворе
- 1)  $\text{NH}_4\text{I}$
  - 2)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
  - 3)  $\text{Rb}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
33. Набор веществ, отдельные растворы которых можно различить лакмусом, — это
- 1)  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaClO}$
  - 2)  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Rb}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KF}$
  - 3)  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$
  - 4)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$

## 17. Характерные химические свойства

### оксидов

1. Будет протекать реакция между оксидом серы(VI) и
  - 1)  $\text{SiO}_2$
  - 2)  $\text{KCl}$
  - 3)  $\text{LiOH}$
  - 4)  $\text{NaNO}_3$
2. Протекает реакция
  - 1)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{LiOH} \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{BaO} + \text{NaOH} \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{HCl} \longrightarrow \dots$
3. Осадок выпадает при пропускании углекислого газа через раствор
  - 1) хлорида кальция
  - 2) нитрата кальция
  - 3) гидроксида кальция
  - 4) гидрокарбоната кальция
4. При пропускании углекислого газа через избыток известковой воды получают
  - 1)  $\text{CaCO}_3$
  - 2)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
  - 3)  $\text{CaCO}_3, \text{CaO}$
  - 4)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, \text{H}_2\text{CO}_3$
5. Оксид кальция может реагировать (по отдельности) со всеми веществами набора
  - 1)  $\text{CO}_2, \text{NaOH}$
  - 2)  $\text{O}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$
  - 3)  $\text{BaO}, \text{HNO}_3$
  - 4)  $\text{HI}, \text{SO}_2$
6. Соль  $\text{KCrO}_2$  получится в реакции при нагревании
  - 1)  $\text{CrO} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{CrO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{CrO}_2 + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \dots$

## 18. Характерные химические свойства гидроксидов

1. Будет протекать реакция в растворе между гидроксидом калия и
  - 1)  $\text{SO}_2$
  - 2)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
  - 3)  $\text{BaO}$
  - 4)  $\text{LiOH}$
2. Осадок образуется в реакции
  - 1)  $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2(\text{избыток}) \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{избыток}) \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{недостаток}) \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2(\text{недостаток}) \longrightarrow \dots$
3. Будет протекать реакция между азотной кислотой и
  - 1)  $\text{Si}$
  - 2)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
  - 3)  $\text{SiO}_2$
  - 4)  $\text{HClO}_4$
4. Разбавленная серная кислота реагирует (по отдельности) с веществами набора
  - 1)  $\text{Au}, \text{P}_2\text{O}_5$
  - 2)  $\text{Fe}(\text{OH})_2, \text{CuO}$
  - 3)  $\text{SiO}_2, \text{SO}_2$
  - 4)  $\text{Ag}, \text{RbOH}$
5. В реакции нейтрализации  $2\text{KOH} + 1\text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \dots$  образуется металлсодержащий продукт с формулой
  - 1)  $\text{K}(\text{HCO}_3)_2$
  - 2)  $\text{K}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{K}(\text{CO}_3)_2$
  - 4)  $\text{KHCO}_3$
6. Амфотерный гидроксид — это
  - 1)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - 2)  $\text{CsOH}$
  - 3)  $\text{Ni}(\text{OH})_2$
  - 4)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$

7. Со щелочами и типичными кислотами в разбавленном растворе реагируют гидроксиды
- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ | 3) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ |
| 2) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | 4) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ |
8. Соль  $\text{NaCrO}_2$  получится при нагревании
- 1)  $\text{CrO}_3$  с  $\text{Na}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  с  $\text{NaOH}$
  - 3)  $\text{CrO}$  с  $\text{Na}_2\text{O}$
  - 4)  $\text{Cr}(\text{OH})_2$  с  $\text{NaCl}$

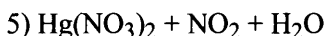
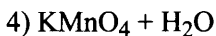
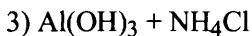
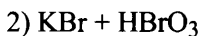
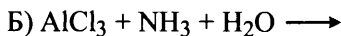
## 19. Характерные химические свойства солей

1. Не должна протекать реакция
- 1)  $\text{BaSO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{P}_2\text{O}_5 \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{SO}_3 \longrightarrow \dots$
2. Указанная соль  $\text{MAlO}_2$  образуется при сплавлении
- 1)  $\text{Al}$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{NaOH}$
  - 3)  $\text{ZnO}$  и  $\text{Al}$
  - 4)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$
3. Реагенты для получения гидрокарбоната калия — это
- 1)  $\text{KOH}$  и  $\text{CaCO}_3$
  - 2)  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$
  - 3)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$
  - 4)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$

4. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакций

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ

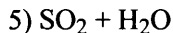
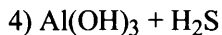
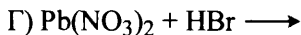
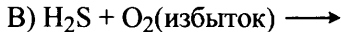
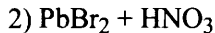
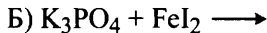
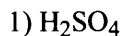
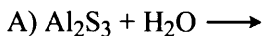


А	Б	В	Г

5. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакций

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ

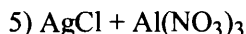
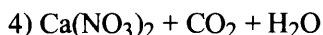
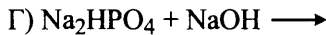
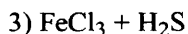
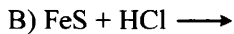
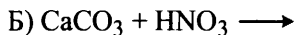
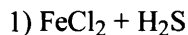
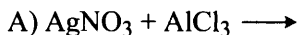


А	Б	В	Г

6. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакций

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

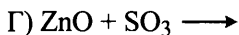
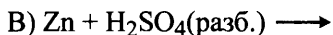
ПРОДУКТЫ



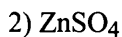
А	Б	В	Г

7. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакций

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА



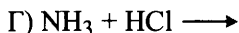
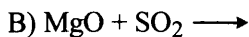
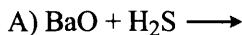
ПРОДУКТЫ



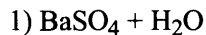
А	Б	В	Г

8. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакций

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА



ПРОДУКТЫ



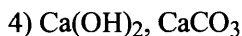
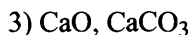
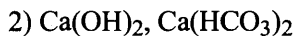
А	Б	В	Г

## 20. Взаимосвязь неорганических веществ

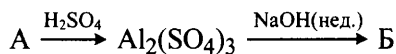
1. В схеме превращений



кальцийсодержащие вещества А и Б — это соответственно



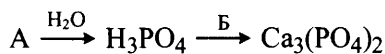
2. В схеме превращений



алюминийсодержащие вещества А и Б — это соответ-

- 1)  $AlCl_3, Al_2O_3$
- 2)  $Al(OH)_3, Na[Al(OH)_4]$
- 3)  $Al_2O_3, Al_2O_3$
- 4)  $Al(OH)_3, Al(OH)_3$

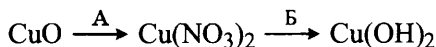
3. В схеме превращений



вещества А и Б — это соответственно

- 1) P,  $Ca(OH)_2$
- 2)  $Na_3PO_4, CaCO_3$
- 3)  $P_2O_5, CaO$
- 4)  $K_3PO_4, CaCl_2$

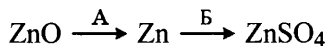
4. В схеме превращений



вещества А и Б — это соответственно

- 1)  $NaNO_3, H_2O$
- 2)  $HNO_3, KOH$
- 3)  $N_2O, NaOH$
- 4)  $HNO_3, H_2O$

5. В схеме превращений



вещества А и Б — это соответственно

- 1)  $H_2, H_2SO_4$
- 2) C(кокс),  $SO_3$
- 3) S,  $Na_2SO_4$
- 4)  $MgO, SO_2$

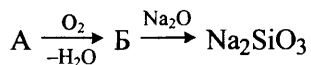
6. В схеме превращений



вещества А и Б — это соответственно

- 1)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{O}_2$
- 4)  $\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{O}_2$

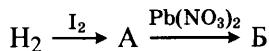
7. В схеме превращений



вещества А и Б — это соответственно

- 1)  $\text{SiH}_4, \text{Si}$
- 2)  $\text{Mg}_2\text{Si}, \text{H}_4\text{SiO}_4$
- 3)  $\text{Si}, \text{H}_2\text{SiO}_3$
- 4)  $\text{SiH}_4, \text{SiO}_2$

8. В схеме превращений



вещества А и Б — это соответственно

- 1)  $\text{HI}, \text{PbI}_2$
- 2)  $\text{PbCl}_2, \text{HI}$
- 3)  $\text{HIO}_3, \text{Pb}(\text{IO}_3)_2$
- 4)  $\text{PbO}_2, \text{HI}$



# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## 21. Многообразие, классификация, номенклатура и теория строения органических соединений.

### Гомология и изомерия углеводов

1. Только органические вещества указаны в наборе
  - 1) этилацетат, фенол, толуол
  - 2) селен, пропилен, бромбутен
  - 3) диэтиламин, дивинил, дикарбид кальция
  - 4) декстрин, фосфин, этин
2. Общая формула алкилбензолов  $C_nH_{2n-6}$  не относится к ароматическому соединению
  - 1) фенилацетилен
  - 2) метилбензол
  - 3) фенилэтан
  - 4) 2-этил-*мета*-ксилол
3. Алкан, в молекуле которого имеются только первичные и третичные атомы С, причем первичных атомов в 2 раза больше, чем третичных, — это
  - 1) 2-метилбутан
  - 2) 2,3-диметилпентан
  - 3) 2,3-диметилбутан
  - 4) 2-метилпентан
4. Валентные орбитали всех атомов углерода имеют  $sp^3$ -гибридизацию в молекулах
  - 1) пропилена
  - 2) бромэтана
  - 3) 2,2-диметилпропана
  - 4) бензола
5. Углеводороды, в которых орбитали всех атомов углерода имеют  $sp^3$ -гибридизацию, — это
  - 1) этилен
  - 2) ацетилен
  - 3) бензол
  - 4) пропадиен

6. Соединения, в молекулах которых имеется хотя бы один атом углерода с  $sp^2$ -гибридизацией орбиталей, — это
- 1) дихлорпропен
  - 2) циклобутан
  - 3) 3-метилпентан
  - 4) этен
7. Углеводород, в молекуле которого присутствуют атомы углерода в  $sp$ -,  $sp^2$ - и  $sp^3$ -гибридизации орбиталей, — это
- 1) пропан
  - 2) пропин
  - 3) этен
  - 4) бутadiен-1,2
8. Единое  $\pi$ -электронное облако имеют углеводороды
- 1) ацетиленовые
  - 2) предельные
  - 3) этиленовые
  - 4) ароматические
9. Правильная формула алкана — это
- 1)  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2} - \text{CH}_3 - \text{CH}$
  - 2)  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_2}{\text{CH}} - \text{CH}_3 - \text{CH}_3$
  - 3)  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH} - \text{CH}_2$
  - 4)  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
10. Углеводород 3-метилпентадиен-1,2 отвечает формуле
- 1)  $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3) = \text{C} = \text{CH}_2$
  - 3)  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_3)$
  - 4)  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH} = \text{CH}_2$
11. Аминогруппа отвечает формуле
- 1)  $\text{NO}_2$
  - 2)  $\text{NH}$
  - 3)  $\text{NH}_2$
  - 4)  $\text{NH}_4^+$
12. Функциональные группы аминокислот указаны в наборе
- 1)  $\text{NO}_2$ ,  $\text{C}(\text{H})\text{O}$
  - 2)  $\text{COOH}$ ,  $\text{NO}_2$
  - 3)  $\text{NH}_2$ ,  $\text{OH}$
  - 4)  $\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_2$

13. Органическое вещество с названием этиленгликоль относится к группе
- 1) одноатомных спиртов
  - 2) двухатомных спиртов
  - 3) трехатомных спиртов
  - 4) фенолов
14. Правильное название спирта  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$  — это
- 1) 3-метилметанол-1
  - 2) 2-метилпропанол-2
  - 3) 1,1-диметилэтанол-1
  - 4) 1,2,3-триметилбутанол-2
15. Правильное название соединения  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$  — это
- 1) метилацетат
  - 2) этилацетат
  - 3) метилформиат
  - 4) этилформиат
16. В наборе углеводородов
- $\text{C}_5\text{H}_8, \text{C}_6\text{H}_{12}, \text{C}_7\text{H}_8, \text{C}_4\text{H}_{10}, \text{C}_{10}\text{H}_{18}, \text{C}_{10}\text{H}_{22}, \text{CH}_4, \text{C}_6\text{H}_6, \text{C}_3\text{H}_4$
- число рядов гомологов равно
- 1) 5
  - 2) 4
  - 3) 3
  - 4) 2
17. В наборе углеводородов
- $\text{C}_6\text{H}_6, \text{C}_3\text{H}_4, \text{C}_{10}\text{H}_{12}, \text{C}_4\text{H}_{10}, \text{C}_5\text{H}_{10}, \text{C}_7\text{H}_8, \text{C}_{10}\text{H}_{18}, \text{C}_5\text{H}_8, \text{C}_6\text{H}_{14}$
- число гомологов метана равно
- 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) 4
18. Гомологи бензола — это
- 1)  $\text{C}_8\text{H}_{14}$
  - 2)  $\text{C}_8\text{H}_{10}$
  - 3)  $\text{C}_7\text{H}_{14}$
  - 4)  $\text{C}_7\text{H}_8$

19. Вещество, у которого возможны изомеры, — это

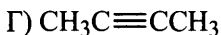
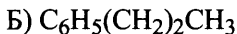
- 1) хлорбензол
- 2) 1-хлоргексан
- 3) хлорэтан
- 4) хлорциклогексан

20. Структурные изомеры пентана (прямая цепь) — это

- 1) 2-метилбутан
- 2) 2-метилпропан
- 3) 2,2-диметилпропан
- 4) 2,2-диметилбутан

21. Установите соответствие между формулой углеводорода и его названием

ФОРМУЛА



НАЗВАНИЕ

1) бутин-1

2) бутин-2

3) метилэтилэтан

4) 1,2,4-триметилбензол

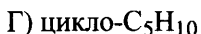
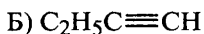
5) 1-пропилбензол

6) 2-метилбутан

А	Б	В	Г

22. Установите соответствие между формулой органического соединения и классом (группой), к которому (-ой) оно принадлежит

ФОРМУЛА



КЛАСС или ГРУППА

1) циклоалканы

2) альдегиды

3) арены

4) аминокислоты

5) амины

6) алкины

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием органического соединения и классом (группой), к которому (-ой) оно принадлежит

НАЗВАНИЕ	КЛАСС или ГРУППА
А) фенолформиат	1) амины
Б) 2-метилпропаналь	2) нитросоединения
В) бутадиен-1,2	3) арены
Г) диметиланилин	4) альдегиды
	5) сложные эфиры
	6) алкадиены

А	Б	В	Г

**22. Строение, химические свойства и способы получения углеводородов. Механизм реакций замещения и присоединения. Качественные реакции**

1. Метан не вступает в реакции
  - 1) термического разложения
  - 2) присоединения
  - 3) изомеризации
  - 4) замещения
2. Реакции замещения характерны для
  - 1) ацетилена
  - 2) пропина
  - 3) гексана
  - 4) этилена
3. При полном сгорании алканов на воздухе получают
  - 1) углекислый газ, воду
  - 2) углекислый газ, водород
  - 3) угарный газ, воду
  - 4) угарный газ, водород

4. Способы получения этана — это
- 1) гидрирование этена
  - 2) гидрирование бензола
  - 3) дегидратация этанола
  - 4) действие Na на иодметан
5. Способы получения циклогексана — это
- 1) дегидрирование и циклизация гексана
  - 2) гидрирование бензола
  - 3) действие натрия на 1,6-цикло- $C_6H_{10}Cl_2$
  - 4) циклизация ацетилена
6. Для этилена и его гомологов характерны реакции
- 1) замещения
  - 2) полимеризации
  - 3) присоединения
  - 4) разложения
7. Этилен **не вступает** в реакции с
- 1) хлором
  - 2) азотом
  - 3) диоксидом углерода
  - 4) бромоводородом
8. Пропилен не реагирует с
- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1) бромом         | 3) кислородом   |
| 2) хлороводородом | 4) едким натром |
9. В реакции присоединения между этеном и бромом образуется органическое соединение с названием
- |          |                   |
|----------|-------------------|
| 1) метан | 3) бромэтан       |
| 2) этан  | 4) 1,2-дибромэтан |
10. Продукт реакции пропена с хлором — это
- |               |                     |
|---------------|---------------------|
| 1) хлорбутен  | 3) хлорбутан        |
| 2) хлорпропен | 4) 1,2-дихлорпропан |

11. Соединение 1,2-дибромпропан — это конечный продукт присоединения брома к
- 1) пропану
  - 2) пропену
  - 3) пропины
  - 4) пропадиену
12. Продукт присоединения хлороводорода к бутену-1 — это
- 1) 1-хлорбутан
  - 2) 1-хлорбутен
  - 3) 2-хлорбутан
  - 4) 2-хлорбутен
13. При взаимодействии 3-метилпентена-1 с хлороводородом получают
- 1) 3-метил-2-хлорпентан
  - 2) 3-метил-1-хлорпентан
  - 3) 3-метил-3-хлорпентан
  - 4) 3-метил-1,2-дихлорпентан
14. Соединение 1-бромбутан превращается в бутен-1 при действии
- 1) водного раствора КОН
  - 2) серной кислоты
  - 3) спиртового раствора КОН
  - 4) водорода
15. Присоединение хлороводорода к хлорвинилу приводит к образованию продукта с названием
- 1) 1,1,1,2-тетрахлорэтан
  - 2) 1,1,2,2-тетрахлорэтан
  - 3) 1,1-дихлорэтан
  - 4) 1,2-дихлорэтан
16. Газ, обесцвечивающий бромную воду, дающий при гидратации жидкость с характерным запахом, из которой можно получить сырье в производстве синтетического каучука, — это
- 1) бутадиен-1,3
  - 2) пропен
  - 3) этен
  - 4) бутен-1

17. Углеводород, который обесцвечивает бромную воду, легко полимеризуется, присоединяет водород и в реакции с бромоводородом образует бромэтан, — это
- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1) этилен   | 3) этан     |
| 2) ацетилен | 4) пропилен |
18. Вещество состава  $C_5H_{10}$ , дающее при каталитическом гидрировании 2-метилбутан и образующее с хлороводородом соединение, гидролиз которого приводит к получению вторичного спирта, — это
- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1) 2-метилбутен-1 | 3) 2-метилбутен-2 |
| 2) 3-метилбутен-1 | 4) пентен-1       |
19. Углеводород  $C_4H_6$ , молекула которого после присоединения одной молекулы брома образует 1,4-дибромбутен-2, относится к группе
- |            |               |
|------------|---------------|
| 1) алкенов | 3) алкадиенов |
| 2) алкинов | 4) аренов     |
20. Промежуточный и конечный продукты бромирования бутадиена-1,3 — это соответственно
- 1) 3,4-дибромбутен-1
  - 2) 1,4-дибромбутен-2
  - 3) 3,3,4,4-тетрабромбутан
  - 4) 1,2,3,4-тетрабромбутан
21. Углеводород, который получается дегидрированием 2-метилбутана или деполимеризацией природного каучука, образует при обработке бромом 1,4-дибромпроизводное, — это
- 1) 2-метилбутадиен-1,3
  - 2) 3-метилбутадиен-1,3
  - 3) 2-метилбутен-1
  - 4) 3-метилбутен-1



22. Для ацетилена характерны реакции
- |                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1) присоединение $\text{HBr}$ | 3) замещение ( $\text{Br}_2$ )   |
| 2) нитрование                 | 4) окисление ( $\text{KMnO}_4$ ) |
23. При гидрировании ацетилена могут образоваться
- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) этилен   | 3) бензол |
| 2) пропилен | 4) этан   |
24. Углеводород, реагирующий с бромной водой и с оксидом серебра(I) в аммиачном растворе, — это
- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1) пропан | 3) пропин    |
| 2) пропен | 4) пропадиен |
25. Продукт присоединения 1 моль  $\text{HI}$  к 1 моль пропина имеет название
- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1) 2,2-диодпропан | 3) 1-иодпропен |
| 2) 1,2-диодпропан | 4) 2-иодпропен |
26. Способы получения ацетилена — это
- |  |   |
|--|---|
| 1) реакция $\text{CaC}_2$ с $\text{H}_2\text{O}$ | 3) дегидрирование $\text{CH}_4$             |
| 2) реакция $\text{Na}$ с $\text{CH}_3\text{I}$   | 4) дегидрирование $\text{C}_4\text{H}_{10}$ |
27. Бензол может реагировать по типу
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1) нейтрализации | 3) полимеризации |
| 2) присоединения | 4) изомеризации  |
28. Реакции замещения характерны для
- |            |                  |
|------------|------------------|
| 1) пропина | 3) бутадиена-1,2 |
| 2) толуола | 4) пропена       |
29. При полном гидролизе дикарбида кальция образуется углеводород, содержащий
- |  |   |
|--|---|
| 1) одинарную связь $\text{C}-\text{C}$ | 3) тройную связь $\text{C}\equiv\text{C}$ |
| 2) двойную связь $\text{C}=\text{C}$   | 4) только связи $\text{C}-\text{H}$       |

30. Реакции присоединения характерны для вещества
- |            |           |
|------------|-----------|
| 1) бутин-1 | 3) гексан |
| 2) бутан   | 4) этанол |
31. С бромной водой реагируют (по отдельности) соединения набора
- 1) тетрахлорметан, циклогексан
  - 2) винилбензол, бутадиен-1,3
  - 3) этан, этин
  - 4) бензол, бромэтан
32. С перманганатом калия взаимодействуют (по отдельности) все вещества набора
- 1) метан, этан, этилен
  - 2) хлорвинил, пропин, дивинил
  - 3) пропен, бутен-1, циклобутан
  - 4) хлорметан, этин, гексен
33. Бутан и бутадиен-1,3 можно распознать
- 1) бромной водой
  - 2) концентрированной азотной кислотой
  - 3) спиртовым раствором гидроксида натрия
  - 4) аммиачным раствором оксида серебра(I)
34. Пропен и пропин можно различить
- 1) бромной водой
  - 2) водным раствором гидроксида натрия
  - 3) аммиачным раствором оксида серебра(I)
  - 4) спиртовым раствором гидроксида калия
35. Толуол от бензола можно отличить по
- 1) цвету пламени
  - 2) растворимости в воде
  - 3) действию бромной воды
  - 4) действию  $\text{KMnO}_4$  (раствор)

36. При обесцвечивании ацетиленом водного раствора брома (в избытке) образуется
- 1) 1,2-дибромэтен
  - 2) 1,1,2,2-тетрабромэтан
  - 3) 2,3-дибромбутан
  - 4) бромэтан
37. При обесцвечивании пропином бромной воды образуется конечный продукт с названием
- 1) 1,2-дибромпропен
  - 2) 1,1,2,2-тетрабромпропан
  - 3) 2,3-дибромпропен
  - 4) 1,2,3,3-тетрабромпропан
38. С помощью бромной воды можно различить
- 1) пропан и этан
  - 2) пропин и этин
  - 3) ацетилен и дивинил
  - 4) пропин и пропан
39. Раствор  $\text{KMnO}_4$  не обесцвечивается добавлением реактива
- 1) толуол
  - 2) ацетилен
  - 3) пентадиен-1,3
  - 4) бутан

**23. Строение, функциональные группы, химические свойства и способы получения спиртов, фенола, простых эфиров, альдегидов. Промышленное получение метанола. Качественные реакции**

1. Для альдегидов реакция, обусловленная наличием в их молекулах  $\pi$ -связи, — это
- 1) полимеризация
  - 2) замещение
  - 3) присоединение
  - 4) разложение

2. Для состава предельного спирта  $C_3H_8O$  число структурных изомеров этого класса равно
- 1) 2                      2) 3                      3) 4                      4) 5
3. Число структурных изомеров группы предельных спиртов с составом  $C_5H_{12}O$  равно
- 1) 7                      2) 8                      3) 9                      4) 10
4. Для пентанала структурными изомерами будут
- 1) 2-метилбутаналь  
2) 3-метилбутаналь  
3) 2,2-диметилпропаналь  
4) 2-метилпентаналь
5. Водородные связи образуются между молекулами
- 1) метана    3) этанола  
2) метанала    4) бензола
6. При гидратации алкенов образуются одноатомные спирты
- 1) ароматические  
2) предельные  
3) непредельные со связью  $C=C$   
4) непредельные со связью  $C\equiv C$
7. Для предельных одноатомных спиртов характерны реакции
- 1) нейтрализации    3) полимеризации  
2) гидратации    4) этерификации
8. При взаимодействии этилена с водой образуется органический продукт с названием
- 1) фенол    3) уксусная кислота  
2) этанол    4) этиленгликоль
9. Этанол вступает в реакцию с
- 1) этиленом    3) азотной кислотой  
2) пропаном    4) иодоводородом

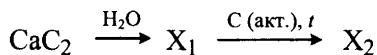
10. Этанол образуется при гидратации
- |            |            |
|------------|------------|
| 1) метана  | 3) этена   |
| 2) пропана | 4) пропена |
11. Продукт присоединения воды к бутену-1 носит название
- |               |              |
|---------------|--------------|
| 1) пропанол-1 | 3) бутанол-2 |
| 2) пропанол-2 | 3) бутанол-1 |
12. При взаимодействии пропена с водой образуется продукт с названием
- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1) пропанол-2 | 3) пропандиол-1,2 |
| 2) пропанол-1 | 4) пропандиол-1,3 |
13. При гидратации бутена-2 образуется
- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1) бутан     | 3) бутанол-2        |
| 2) бутанол-1 | 4) дибутиловый эфир |
14. Глицерин относится к классу
- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1) карбоновых кислот | 3) сложных эфиров |
| 2) спиртов           | 4) углеводов      |
15. Реакции, доказывающие кислотные свойства фенола, проводятся с участием
- |                   |                  |                |                |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|
| 1) $\text{HNO}_3$ | 2) $\text{NaOH}$ | 3) $\text{Br}$ | 4) $\text{Na}$ |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|
16. С гидроксидом натрия в растворе реагирует
- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) пропан | 3) фенол  |
| 2) бензол | 4) этилен |
17. При взаимодействии соединения  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  с бромом образуется конечный продукт с названием
- 1) 2,4,6-тринитрофенол
  - 2) нитробензол
  - 3) 2,4,6-трибромфенол
  - 4) 1,2,3-трибромбензол

18. Простой эфир в лаборатории получают
- 1) внутримолекулярной дегидратацией бутанола-2
  - 2) этерификацией метановой кислоты этанолом
  - 3) межмолекулярной дегидратацией пропанола-1
  - 4) окислением бутанала действием  $\text{Ag}_2\text{O}$  (в растворе  $\text{NH}_3$ )
19. Жидкость с характерным запахом, при окислении переходящая в соединение, которое нейтрализуется щелочами, а продукт нейтрализации можно применить в получении метана, — это
- 1) метаналь
  - 2) этаналь
  - 3) пропаналь
  - 4) бутаналь
20. Метаналь синтезируют
- 1) окислением метилового спирта воздухом
  - 2) гидратацией ацетилена
  - 3) гидратацией этилена
  - 4) дегидрированием пропанола-2
21. При гидратации ацетилена образуется
- 1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - 3)  $\text{C}_2\text{H}_6$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{C}(\text{H})\text{O}$
22. Ацетальдегид синтезируют по реакции
- 1)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots$
  - 2)  $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots$
  - 3)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{KOH} \longrightarrow \dots$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \dots$
23. При взаимодействии этилена с водой образуется органическое соединение с названием
- 1) ацетилен
  - 2) этанол
  - 3) уксусная кислота
  - 4) этиленгликоль

24. При обесцвечивании этиленом раствора перманганата калия получают
- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1) пропанол-2 | 3) этиленгликоль |
| 2) фенол      | 4) глицерин      |
25. Бромную воду не обесцвечивает
- |            |           |
|------------|-----------|
| 1) пропиин | 3) этанол |
| 2) этен    | 4) фенол  |
26. Фенол и бензол можно распознать
- |                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| 1) бромной водой | 3) ацетальдегидом            |
| 2) этанолом      | 4) раствором $\text{KMnO}_4$ |
27. Фенол от глицерина в растворе можно отличить добавлением
- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 1) натрия                   | 3) азотной кислоты |
| 2) раствора $\text{FeCl}_3$ | 4) фенолфталеина   |
28. При кипячении ацетальдегида с гидроксидом меди(II) выпадает осадок ... цвета:
- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1) серебристого | 3) ярко-синего |
| 2) зеленого     | 4) красного    |
29. Фенол будет участвовать в процессах
- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1) дегидратации | 3) нейтрализации |
| 2) изомеризации | 4) нитрования    |

## 24. Взаимосвязь органических соединений

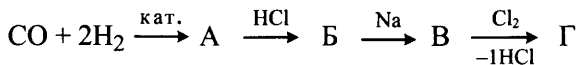
1. В схеме превращений



вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  — это

- |           |                |
|-----------|----------------|
| 1) этилен | 3) бензол      |
| 2) этин   | 4) метилбензол |

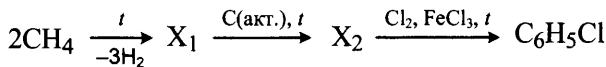
2. В цепочке переходов



продукты А и Б имеют соответственно названия

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1) хлорэтан | 3) хлорметан |
| 2) этан     | 4) метанол   |

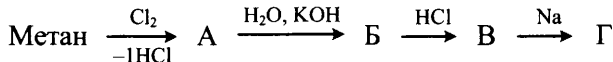
3. В схеме превращений



вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  — это соответственно

- |   |  |
|---|--|
| 1) С, $\text{CH}_3\text{OH}$                                  | 3) $\text{C}_6\text{H}_6$ , $\text{C}_2\text{H}_4$ |
| 2) $\text{C}_2\text{H}_4$ , $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$ | 4) $\text{C}_2\text{H}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_6$ |

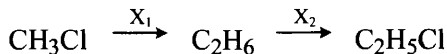
4. В цепочке превращений



продукты А и Г — это

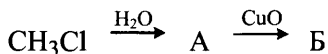
- |                           |                           |                  |                           |
|---------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| 1) $\text{CH}_3\text{OH}$ | 2) $\text{CH}_3\text{Cl}$ | 3) $\text{CH}_4$ | 4) $\text{C}_2\text{H}_6$ |
|---------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|

5. Вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  в схеме реакций — это



- |                 |                  |                  |                |
|-----------------|------------------|------------------|----------------|
| 1) $\text{HCl}$ | 2) $\text{Cl}_2$ | 3) $\text{NaCl}$ | 4) $\text{Na}$ |
|-----------------|------------------|------------------|----------------|

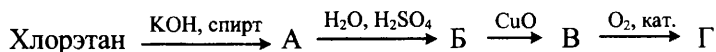
6. Вещества А и Б в схеме — это



- |            |             |
|------------|-------------|
| 1) этаналь | 3) метаналь |
| 2) этанол  | 4) метанол  |



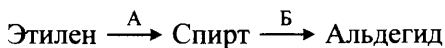
7. В ряду переходов (два правильных ответа)



продукты А и В

- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| 1) этаналь          | 3) этанол |
| 2) этановая кислота | 4) этен   |

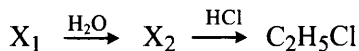
8. В схеме химических превращений



реагенты А и Б — это

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HCl}$
- 2)  $\text{KOH}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{CuO}$  и  $\text{AgNO}_3$
- 4)  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CuO}$

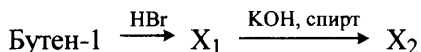
9. В схеме превращений



названия веществ  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  — это соответственно

- 1) метанол
- 2) этанол
- 3) ацетилен
- 4) этилен

10. В цепочке переходов



вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  — это

- 1) 1-бромбутан
- 2) 2-бромбутан
- 3) бутен-2
- 4) бутен-1

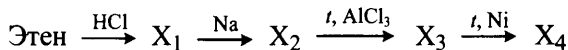
11. В ряду превращений



продукты  $\text{X}_1$ ,  $\text{X}_2$  и  $\text{X}_3$  — это соответственно

- 1) пропен
- 2) пропан
- 3) 2-бромпропен
- 4) 2-бромпропан

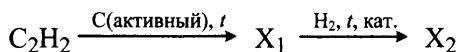
12. В схеме превращений



продукты  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_3$  — это соответственно

- 1) 2-метилпропен
- 2) 2-метилпропан
- 3) бутан
- 4) хлорэтан

13. В ряду переходов



вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  — это

- 1) бутен-1-ин-3
- 2) бензол
- 3) циклогексан
- 4) циклогексан

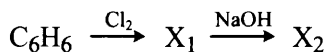
14. Продукты взаимодействий



находятся в наборе

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- 2)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- 3)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- 4)  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$

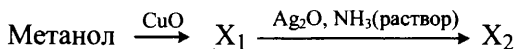
15. В схеме переходов



вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  имеют названия

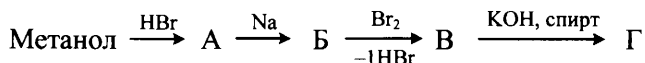
- |           |               |
|-----------|---------------|
| 1) бензол | 3) хлорбензол |
| 2) фенол  | 4) хлорфенол  |

16. В цепочке реакций вещества  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  называются



- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| 1) ацетальдегид | 3) метановая кислота |
| 2) формальдегид | 4) этановая кислота  |

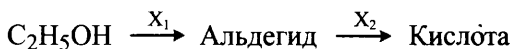
17. В схеме превращений



продукты А и В имеют соответственно названия

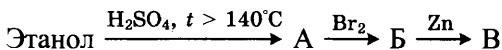
- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1) этилен | 3) бромэтан  |
| 2) этан   | 4) бромметан |

18. Для указанных реакций реагенты  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  указаны в наборе



- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{H}_2$ , $\text{NaOH}$          | 3) $\text{CuO}$ , $\text{Ag}_2\text{O}$            |
| 2) $\text{Na}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ |

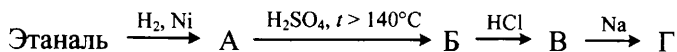
19. Для реакции по схеме



продукты А, Б и В — это соответственно

- |                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1) $\text{C}_2\text{H}_2$            | 3) $\text{C}_2\text{H}_4$          |
| 2) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ | 4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ |

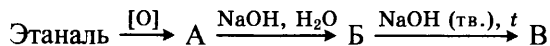
20. В цепочке превращений



продукты А и В имеют соответственно названия

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) хлорэтан | 3) этанол |
| 2) бутан    | 4) этилен |

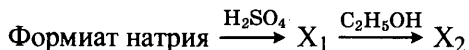
21. В схеме реакций



продукты А, Б и В — это соответственно

- |            |                     |
|------------|---------------------|
| 1) метан   | 3) этановая кислота |
| 2) метанол | 4) ацетат натрия    |

22. В схеме взаимодействий вещества  $X_1$  и  $X_2$  — это



- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| 1) метилформиат | 3) метановая кислота |
| 2) этилформиат  | 4) этановая кислота  |

## 25. Природные источники углеводов, их переработка. Синтез высокомолекулярных соединений

1. Главная составная часть природного газа называется

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) ацетилен | 3) бензол |
| 2) парафин  | 4) метан  |

2. Природный газ не используется как

- 1) сырье в производстве сажи
- 2) сырье в органическом синтезе
- 3) реагент в фотосинтезе
- 4) топливо в быту

3. При пиролизе каменного угля **не образуется**
- |            |          |
|------------|----------|
| 1) газойль | 3) смола |
| 2) газ     | 4) кокс  |
4. Процесс, **не относящийся** к переработке нефти, — это
- 1) перегонка
  - 2) крекинг
  - 3) риформинг
  - 4) коксование
5. Полимер с элементарным звеном  $C_6H_{12}$  получен из углеводорода
- 1) 3,3-диметилбутен
  - 2) 3,3-диметилбутан
  - 3) 2,3-диметилбутадиен-1,3
  - 4) 2,2-диметилбутан
6. Мономер для производства поливинилхлорида получают по реакции
- 1) этин +  $HCl \longrightarrow \dots$
  - 2) этен +  $KCl \longrightarrow \dots$
  - 3) этан +  $HCl \longrightarrow \dots$
  - 4) хлорэтан +  $KCl \longrightarrow \dots$
7. **Не является** природным полимером
- 1) крахмал
  - 2) целлюлоза
  - 3) полибутадиен
  - 4) полиизопрен
8. В реакцию поликонденсации вступают вещества в наборе
- 1)  $C_2H_5OH$  и  $C_6H_5OH$
  - 2)  $C_6H_5OH$  и  $HC(H)O$
  - 3)  $CH_3COOH$  и  $CH_3OH$
  - 4)  $C_6H_5OH$  и  $NaOH$

9. Для промышленного синтеза фенолформальдегидной смолы следует взять реагенты набора
- 1)  $C_6H_6$ ,  $HC(H)O$
  - 2)  $C_6H_6$ ,  $CH_3C(H)O$
  - 3)  $C_6H_5OH$ ,  $HC(H)O$
  - 4)  $C_2H_5OH$ ,  $CH_3C(H)O$
10. Соединение *хлоропрен* — мономер для производства синтетического каучука — имеет систематическое название
- 1) 1,4-дихлорбутен-2
  - 2) 2-хлорбутен-1
  - 3) 1-хлорбутадиен-1,2
  - 4) 2-хлорбутадиен-1,3
11. Синтетический каучук из бутадиена-1,3 получают с помощью процесса
- 1) изомеризации
  - 2) гидрогенизации
  - 3) поликонденсации
  - 4) поликонденсации
12. В производстве каучуков **не применяется** мономер с названием
- 1) бутадиен-1,3
  - 2) бутадиен-1,2
  - 3) 2-метилбутадиен-1,3
  - 4) 2-хлорбутадиен-1,3

## РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ

### 26. Объемное отношение газов и тепловой эффект в химических реакциях

1. Через озонатор пропустили кислород, полученный при прокаливании на катализаторе 1 моль  $\text{KClO}_3$ . При этом 5% кислорода превратилось в озон и на выходе из озонатора объемное отношение  $\text{O}_2 : \text{O}_3$  составило  
1) 23 : 1            2) 23 : 2            3) 29 : 1            4) 29 : 2
2. Смесь кислорода и хлора с объемным отношением 9 : 1 использована для выделения 0,5 моль простого вещества из раствора  $\text{KI}$ . В этих условиях общий объем (в литрах, н.у.) затраченной смеси равен  
1) 5,6            2) 11,2            3) 56            4) 112
3. Проведено термическое разложение 1 моль хлорида аммония в стальном баллоне, уже содержащем 11,2 л аммиака. Конечное объемное отношение  $\text{NH}_3 : \text{HCl}$  (при н.у.) равно  
1) 3 : 1            3) 3 : 2  
2) 5 : 1            4) 5 : 2
4. Взорвали смесь 24 л водорода и избыток кислорода; после взрыва осталось 4 л кислорода. Начальный объем кислорода (объемы измерены при одинаковых условиях) составлял  
1) 8 л            3) 32 л  
2) 16 л            4) 64 л
5. В реакции между алюминием и графитом получено 4 моль продукта  $\text{Al}_4\text{C}_3$  и выделилось 832 кДж теплоты. Тепловой эффект этой реакции (кДж) равен  
1) 52            2) 104            3) 208            4) 416

6. Гремучий газ — смесь  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$  в объемном отношении 2 : 1 и с общим объемом 8,4 л (н.у.) взорван, тепловой эффект реакции +572 кДж. Количество теплоты (кДж), выделившееся по условиям опыта, равно
- 1) 35,75            2) 71,5            3) 286            4) 572
7. При полной нейтрализации 5,72 г гидроксида натрия серной кислотой выделилось 9,25 кДж теплоты, следовательно, тепловой эффект реакции составляет
- 1) 129,4            2) 258,8            3) 647            4) 1294
8. В процессе  $\text{Na} + \text{Br}_2 \dots$  получено 41,2 г продукта с выделением 144,4 кДж теплоты. Тепловой эффект этой реакции (кДж) составляет
- 1) 361            2) 722            3) 1083            4) 1444
9. Триоксид серы массой 280 г вносят в воду, протекает реакция с тепловым эффектом +73 кДж. Количество теплоты (кДж) в условиях опыта равно
- 1) 204,4            2) 255,5            3) 408,8            4) 511
10. В реакции между железом и хлором на 11,2 л (н.у.) окислителя приходится выделение 132 кДж теплоты, следовательно, в расчете на 0,5 моль железа выделится количество теплоты (кДж), равное
- 1) 49,5            2) 99            3) 148,5            4) 198
11. Тепловой эффект полного сгорания ацетилена в кислороде равен +2596 кДж. При сгорании 2 л (н.у.) этого газа выделяется количество теплоты (кДж), равное
- 1) 29            2) 58            3) 116            4) 232



## 27. Масса вещества по известной массовой доле и массе раствора

1. Определите количество гидроксида калия (моль), содержащееся в 3 л 25%-го раствора (плотность 1,24 г/мл).
2. Массовая доля нитрата бария в насыщенном растворе равна 8,3%. Какая масса (в граммах) соли растворится в 1 моль воды?
3. Установите массовую долю (в %) хлорида калия в растворе, приготовленном из 0,65 моль соли и 300 мл воды.
4. Найдите объем (мл) 5%-го раствора с плотностью 1,15 г/мл, содержащего 28 г перхлората магния.
5. Рассчитайте объем (мл) чистой серной кислоты (плотность 1,84 г/мл), необходимый для приготовления 2 кг 22%-ного раствора.
6. Определите массовую долю (в %) азотной кислоты, если в 1 л раствора (плотность 1,12 г/мл) содержится 248 г кислоты.
7. Взвесь *известковое молоко* (плотность 1,119 г/мл) содержит 18,9% гидроксида кальция. Вычислите массу (в граммах) гидроксида в 1 л взвеси.
8. Вычислите объем (в литрах, н.у.) аммиака, который полностью поглощается водой с образованием 500 г 20%-ного раствора.
9. В 1 л воды растворили 224 л (н.у.) хлороводорода и приготовили соляную кислоту с плотностью 1,155 г/мл. Вычислите массовую долю (в %) растворенного вещества.
10. Какой объем (в литрах, н.у.) метанала необходимо растворить в 500 мл воды, чтобы приготовить 30%-ный *формалин*?
11. Найдите объем (мл) воды, в который надо добавить 70 г  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  для приготовления 12%-ного раствора.

12. Вычислите массовую долю (в %) безводной соли в растворе, приготовленном из 83,4 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и 516,6 мл воды.
13. Определите массу (в граммах) 4%-ного раствора нитрата калия, приготовленного путем разбавления водой из 20 г 15%-ного раствора.
14. Водный 30%-ный раствор этанола объемом 185 мл и плотностью 0,85 г/мл разбавлен 188,6 мл воды. Найдите массовую долю (в %) спирта в конечном растворе.
15. Установите, до какого объема (в литрах) надо разбавить водой 700 г 50,5%-ного раствора ацетата калия, чтобы приготовить 7,7%-ный раствор с плотностью 1038 г/л.
16. При выпаривании 500 г 10%-ного раствора сульфата лития осталось 200 г раствора. Какова массовая доля (в %) соли в конечном растворе?
17. Приготовили раствор 10 г сахарозы в 200 г воды. Затем раствор упарили вдвое (по объему). Определите массовую долю (в %) углевода в конечном растворе.
18. Какой объем (в литрах, н.у.) аммиака надо растворить в 1 л 10%-ного раствора (плотность 0,96 г/мл) того же вещества для приготовления 15%-ного раствора?
19. К 100 г 35%-ного водного раствора метанола добавили 50 г того же вещества. Найдите массовую долю (в %) спирта в конечном растворе.
20. Смешали 45 г 38%-ный и 320 г 5%-ный бромоводородной кислоты. Установите массовую долю (в %) вещества в конечном растворе.
21. Водный 5%-ный раствор нитрата стронция массой 320 г смешали с 45 г 38%-ного раствора. Определите конечную массовую долю растворенного вещества.

22. Какую массу (в граммах) 96%-ный серной кислоты надо смешать с 200 г 5%-ной кислоты, чтобы приготовить 20%-ный раствор?
23. Смешали 250 мл 30%-ного водного раствора метанола (плотность раствора 0,954 г/мл) и 300 г 40%-ного раствора того же вещества. Какой станет массовая доля (в %) спирта в конечном растворе?

### **28. Масса вещества (объем газа) по известному количеству другого вещества в реакциях**

1. Рассчитайте объем (в литрах, н.у.) газа, выделяющегося при обработке водой смеси 4,6 г натрия и 0,2 моль лития.
2. Смесь порошков магния и меди общей массой 12 г обработали избытком ортофосфорной кислоты. Собрано 5,6 л (н.у.) газа. Вычислите массу (в граммах) меди в исходной смеси.
3. Смесь алюминия и меди общей массой 9 г ввели в хлороводородную кислоту. После окончания реакции собрали 5,6 л (н.у.) газа. Определите массовое содержание (в %) меди в смеси.
4. Какой объем (в литрах, н.у.) газа может быть собран после взаимодействия 2,7 г алюминия со щелочью в концентрированном растворе?
5. На сжигание 0,64 г металла расходуется 112 мл (н.у.) кислорода. Определите, какой металл был взят.
6. При нагревании 139,2 г оксида металла(I) выделилось 6,72 л (н.у.) газа. О каком металле идет речь?
7. После обработки равномолярной смеси магния и цинка избытком едкого натра (конц.) образовалось 4,48 л (н.у.) газа. Установите взятую массу (в граммах) исходной смеси.

8. Рассчитайте объем (в литрах, н.у.) хлора, вступившего в реакцию со щелочью в горячем растворе, если образовалось 0,46 моль хлорид-иона.
9. Сероводород объемом 4,48 л (н.у.) смешали с избытком диоксида серы. Вычислите массу (в граммах) полученного твердого продукта.
10. Прокаливанием 192 г карбоната аммония получена смесь двух газов (воду не учитывать). Определите суммарный объем (в литрах, н.у.) этой смеси.
11. Прокалили 99,3 г нитрата свинца(II). Вычислите суммарный объем (в литрах, н.у.) полученных газов.
12. В избыток воды внесено 3,75 моль оксида фосфора(V). Определите массу (в граммах) продукта реакции.
13. При сплавлении диоксида кремния с гидроксидом натрия получено 3 моль метасиликата натрия. Определите в этих условиях израсходованную массу (в граммах) щелочи.
14. При термическом разложении 2 кг метана на первой стадии образуется смесь двух газов. Найдите общий объем ( $m^3$ , н.у.) этой смеси.
15. Какой объем (в литрах, н.у.) углекислого газа получится при сгорании 14,4 г пентана на воздухе?
16. Рассчитайте, какое количество бромэтана (моль) вступило в реакцию с натрием, если образовалось 237 л (н.у.) органического продукта.
17. Ацетилен обесцвечивает бромную воду и переходит в 3,46 г конечного продукта. Каков затраченный объем (мл, н.у.) исходного алкина?

18. Рассчитайте объем (мл) бензола с плотностью 0,879 г/мл, который получен из 33,6 л (н.у.) этина.
19. Провели сжигание 0,2 моль бензола в кислороде. Каков расход (в литрах, н.у.) окислителя?
20. Диметиловый эфир массой 222 г при нагревании распадается на метан, монооксид углерода и водород. Рассчитайте суммарный объем (в литрах, н.у.) продуктов.
21. На восстановление 10 кмоль этанала в соответствующий спирт использован водород. Определите объем ( $\text{м}^3$ , н.у.) восстановителя.
22. Рассчитайте объем (в литрах, н.у.) газа, полученного при спиртовом брожении 5 моль глюкозы.
23. Найдите количество углекислого газа (моль), которое образуется при полном сжигании 243 г крахмала в избытке кислорода. Расчет вести на элементарное звено этого углевода.

**29. Масса, объем или количество продукта по реагенту в недостатке, с примесями или в виде раствора**

1. Титановая руда массой 40 кг, содержащая 93%  $\text{TiO}_2$  (остальное — инертные примеси), восстанавливается гидридом кальция. Образуются металл, оксид кальция и водород. Рассчитайте объем ( $\text{м}^3$ , н.у.) полученного газа.
2. Смешали горячие растворы, содержащие по 33 г хлорида алюминия и сульфида калия. Установите объем (в литрах, н.у.) выделившегося газа.
3. Приготовили раствор 134,4 л (н.у.) диоксида серы и добавили 1,5 л 25%-ного раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1,28 г/мл). Определите массу (в граммах) образовавшейся соли.

4. Определите массовую долю (в %) избытка одного из реагентов в растворе после сливания 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия и 20 г 18,25%-ный хлороводородной кислоты.
5. Углекислый газ объемом 15 л (н.у.) пропущен через 560 г 5%-ного раствора едкого кали. Рассчитайте массу (в граммах) соли, полученной в этом процессе.
6. Вычислите объем (в литрах) 96%-ного водного спирта с плотностью 0,81 кг/л, полученного каталитической гидратацией  $112 \text{ м}^3$  (н.у.) этилена, который содержал 12,5% (по объему) этана.
7. Установите массу (кг) технического алюминия (степень чистоты 98%), требуемую для получения 64,22 кг хрома из оксида хрома(III).
8. К 100 г 10%-ного раствора хлорида кальция добавили 100 г 10%-ного раствора нитрата серебра(I). Найдите массу (в граммах) осадка.
9. Смесь аморфных кремния и диоксида кремния (содержат 5,8% инертных примесей) прокипятили в растворе едкого натра до окончания реакции, собрали 336 л (н.у.) газа. После фильтрования к раствору добавили избыток соляной кислоты, выпал студенистый осадок массой 930 г. Найдите массу (в граммах) исходной смеси.
10. Через раствор, приготовленный из 2 г смеси  $\text{NaCl} + \text{NaI}$  и 100 мл воды, пропустили 1 л (н.у.) хлора. Затем раствор выпарили, сухой остаток прокалили. Получили 1,78 г твердого вещества. Найдите массовую долю (в %) хлорида в исходном растворе.
11. На гидрирование 250 г смеси  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  затратили 16,8 л (н.у.) газа. Установите массовую долю (в %) предельной кислоты в исходной смеси.

12. После прокаливания 50 г минерала *тенорит* ( $\text{CuO}$  и инертные примеси) в токе водорода образуется металл и конденсируется 8,1 мл воды. Рассчитайте степень чистоты (в %) этого минерала.
13. Сульфид свинца(II) массой 95,6 г обрабатывают 300 мл 30%-ного раствора пероксида водорода (плотность раствора 1122,2 г/л). Рассчитайте массу (в граммах) продукта — сульфата свинца(II).
14. Смешали 20 г уксусной кислоты и 8,4 г питьевой соды. Определите объем (в литрах, н.у.) газа, собранного после окончания реакции.
15. Найдите массовую долю (в %) примеси  $\text{NaHCO}_3$  в образце технической соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , если после нагревания 10 г образца получено 9,69 г твердого остатка.
16. К 285 г нитрата натрия (содержит примесь хлорида магния) добавили раствор избытка нитрата серебра(I). Выпал осадок массой 86,1 г. Вычислите степень чистоты (в %) нитрата натрия.
17. Прокалили 32,1 г хлорида аммония с 55,5 г гидроксида кальция (содержит 20% примесей). Рассчитайте объем (в литрах, н.у.) собранного газа.
18. Найдите массу (в граммах) железной пластинки после выдерживания в 110 мл 10%-ного раствора сульфата меди(II) с плотностью 1,1 г/мл, если до опыта ее масса составляла 11,5 г.
19. Какое количество газа (моль) можно получить при обжиге на воздухе 5,61 кг сульфида железа(II) со степенью чистоты 80%?

### 30. Нахождение молекулярной формулы вещества

1. Неизвестное органическое соединение количеством 0,002 моль при сжигании в кислороде образует 268,8 мл (н.у.) углекислого газа и 0,252 мл воды. Выведите формулу исходного соединения с плотностью пара по кислороду 2,6875.

2. Гомолог этилена с массой 5,6 г полностью обесцветил 160 г 10%-ного раствора брома в хлороформе. Выведите формулу этого алкена.
3. При сжигании углеводорода (плотность по воздуху равна 2) в кислороде образовалось 90 мл воды. Выведите формулу этого соединения.
4. Гомолог этена массой 7 г присоединяет 2,24 л (н.у.) бромоводорода. Какова формула этого гомолога?
5. Неизвестный алкин полностью обесцвечивает 300 г 3,2%-ного раствора брома в хлороформе и образует 10,8 г тетрабромпроизводного. Выведите формулу этого углеводорода.
6. К 14 г смеси фенола и 0,05 моль гомолога бензола добавили бромную воду и получили 33,1 г осадка. Выведите формулу гомолога.
7. Выведите формулу некоторого углеводорода, если при сжигании в кислороде он образовал 6,6 г углекислого газа и 2,16 мл воды.
8. При полном сгорании некоторого арена в кислороде образовалось 7,168 л (н.у.) углекислого газа. Выведите формулу исходного углеводорода.
9. После сжигания в кислороде навески соединения класса фенолов образуется 16,8 л (н.у.) углекислого газа и 6,75 мл воды. Выведите формулу этого соединения с плотностью пара по воздуху 3,793.
10. При сжигании 1,64 г органического соединения в избытке кислорода получено 1,06 г карбоната натрия, 1,12 л (н.у.) углекислого газа и 1,26 мл воды. Выведите формулу этого соединения.
11. В реакции «серебряного зеркала» с участием 9,9 г альдегида выпадает 48,6 г осадка. Выведите формулу этого альдегида.



12. После сжигания в кислороде навески кислородсодержащего органического соединения (плотность пара по неону 3,1) образуется 57,2 г углекислого газа и 35,1 мл воды. Выведите формулу исходного соединения.
13. При взаимодействии 71,15 мл 30%-ной одноосновной карбоновой кислоты (плотность 1,04 г/мл) с избытком гидрокарбоната натрия выделилось 6,72 л (н.у.) газа. Выведите формулу этой кислоты.
14. Выведите формулу органического соединения, при сжигании 2,9 г которого в кислороде получено 3,36 л (н.у.) углекислого газа и 2,7 мл воды.
15. Соль серебра(I) и одноосновной карбоновой кислоты обработана избытком хлора. Образовались хлорпроизводное углеводорода, углекислый газ и осадок хлорида серебра(I). Плотность пара хлорпроизводного по воздуху равна 3,19. Выведите формулу исходной соли.
16. При полном сгорании на воздухе 7,4 г кислородсодержащего органического соединения образовалось 6,72 л (н.у.) углекислого газа и 5,4 мл воды. Выведите формулу этого соединения.
17. Выведите формулу предельного сложного эфира, если для омыления 24 г этого вещества необходимо взять 160 г 10%-ного раствора едкого натра.
18. Одноосновная карбоновая кислота полностью прореагировала с 3,2 мл метанола (плотность 0,8 г/мл) и дала 8,16 г органического продукта. Выведите формулу этого продукта.
19. После полного сгорания в кислороде 0,9 г органического соединения (молярная масса 180 г/моль) собрано 672 мл (н.у.) углекислого газа и 0,54 мл воды. Выведите формулу этого соединения.

20. Выведите формулу этилового эфира одноосновной карбоновой кислоты, если при омылении 14,8 г этого эфира с помощью едкого натра получено 9,2 г этанола.
21. При сжигании 13,5 г кислородсодержащего органического соединения образовалось 19,8 г углекислого газа и 0,45 моль воды. При этом выделилось 210 кДж теплоты. Тепловой эффект реакции равен 2800 кДж. Выведите формулу этого соединения.

# ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

## ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ

### Часть 1

Задание с выбором ответа считается выполненным верно, если учащийся указал код правильного ответа. Во всех остальных случаях (выбран другой ответ; выбрано два или больше ответов, среди которых может быть и правильный; ответ на вопрос отсутствует) задание считается невыполненным.

### Ответы к заданиям 1–26 базового уровня части 1

Задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	4	1	2	3	3	3	2	2	1
2	1	1	1	1	2	4	3	2	4	4
3	2	4	2	4	4	4	2	4	3	2
4	3	1	2	3	4	3	4	3	3	3
5	1	4	3	1	1	1	4	3	1	2
6	2	3	2	4	4	2	4	2	4	4
7	4	1	4	2	2	3	3	3	4	2
8	1	4	3	2	2	2	3	1	3	1
9	3	2	2	1	1	1	4	4	2	2
10	3	4	3	2	4	4	2	3	1	4
11	13	35	25	24	13	23	24	25	35	14
12	2	4	3	1	1	4	4	2	4	3
13	4	3	3	1	3	4	1	2	3	3
14	1	2	3	2	1	1	3	4	2	1
15	4	1	1	3	2	2	3	2	4	3
16	2	4	3	3	2	2	2	4	3	4
17	1	1	2	3	3	1	1	4	2	4
18	15	24	24	24	13	15	23	24	25	54
19	1	2	4	1	1	4	2	3	3	4
20	1	2	1	2	2	1	4	1	2	2
21	3	3	3	1	2	4	2	2	2	3

Задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	4	3	3	4	3	4	4	4	2	4
23	2	2	4	2	3	3	2	3	1	2
24	11	433	11,3	6	143	14	30,5	30	14,8	16,7
25	10	72	5,6	26,7	20	25	120	31,5	89,6	294
26	13,35	1,6	6,72	1,12	7	16,1	4,48	7,5	9	3

Задание	Вариант				
	11	12	13	14	15
1	3	1	1	2	1
2	3	4	3	1	4
3	4	3	4	1	2
4	2	1	4	4	2
5	1	3	4	1	3
6	3	1	1	3	4
7	1	1	1	2	3
8	1	3	1	4	1
9	1	4	4	4	1
10	1	2	2	4	1
11	14	15	25	25	25
12	1	4	3	3	2
13	2	2	1	4	4
14	2	2	2	3	3
15	1	4	1	3	3
16	3	1	3	4	4
17	3	1	2	3	3
18	35	24	25	12	35
19	1	3	3	1	4
20	1	3	4	4	2
21	3	2	2	1	1
22	4	1	3	4	3
23	4	4	4	1	2
24	50	10	167	150	16,7
25	11,2	10,1	31,2	49	112
26	8,96	13,44	11,2	11,2	10,7

Задание с кратким свободным ответом считается выполненным верно, если правильно указана последовательность цифр (число).

За полный правильный ответ на задания 27–35 ставится 2 балла, допущена одна ошибка — 1 балл, за неверный ответ (более одной ошибки) или при его отсутствии — 0 баллов.

### Ответы к заданиям 27–35 повышенного уровня части 1

Задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	1232	5132	3541	4356	1346	6125	2643	3461	2641	3434
28	1654	1254	6463	2635	6633	6663	2245	1123	2326	6645
29	1212	3161	5554	1121	2112	3234	1161	4242	1161	3243
30	3232	3323	3321	3332	4311	3114	2233	4312	2231	4331
31	1131	1121	2231	2132	1232	1222	1221	2122	1132	1121
32	2356	6524	6125	6253	2133	2133	2164	1653	6354	2122
33	2151	3112	5123	5132	3212	1333	3455	4122	1421	2123
34	2356	4123	4215	6236	2345	3246	6123	2365	3642	1261
35	2336	3461	4412	5233	2354	4235	6234	3452	2215	1262

Задание	Вариант				
	11	12	13	14	15
27	3145	6523	4631	3426	3145
28	4165	2125	5431	5336	2653
29	1532	4544	4222	3343	3343
30	4132	4114	2424	4422	1122
31	2221	1222	2112	2121	3131
32	2512	2154	2213	3521	1523
33	1221	1134	4212	2421	2152
34	3651	4256	4216	2634	2354
35	1325	4621	2234	4322	3156

## Часть 2

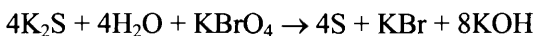
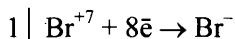
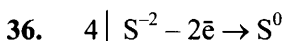
За выполнение заданий 36 ставится от 0 до 3 баллов; за задания 37, 39, 40 — от 0 до 4 баллов; за задание 38 — от 0 до 5 баллов.

Особо отметим, что задания части С могут быть выполнены разными способами. Здесь, в качестве образца, приведен один из возможных вариантов решения. Возможны и другие варианты решения, правильность которых должны определить эксперты-экзаменаторы на месте проведения и проверки экзаменационных работ.

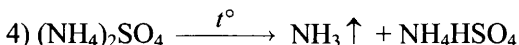
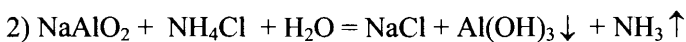
В качестве типичного случая укажем на использование экзаменуемыми метода полуреакций (электронно-ионного метода) при подборе коэффициентов в задании 36. Использование этого метода вместо упрощенного метода электронного баланса не должно привести к снижению оценки за задание 36. В качестве другого типичного случая укажем на отклонение ответа в задании 39 от приведенного на несколько десятых долей процента. Так, вместо  $w = 17,21\%$  экзаменуемые могут *при абсолютно правильных рассуждениях* получить ответ  $w = 17,45\%$ . Это, как правило, связано с различным округлением промежуточных результатов *и не должно приводить* в итоге к снижению выставяемой экспертом оценки.

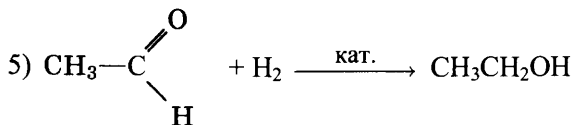
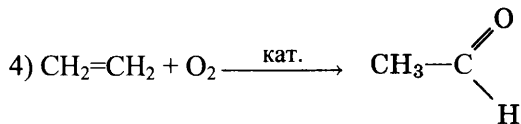
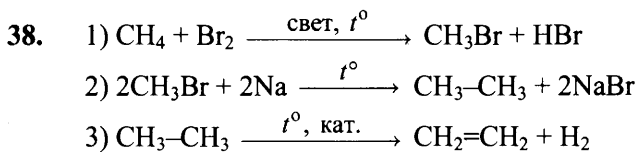
### Решения и ответы к заданиям части 2

#### Вариант 1



Сера в степени окисления  $-2$  является восстановителем, а бром  $+7$  (или пербромат калия) — окислителем.

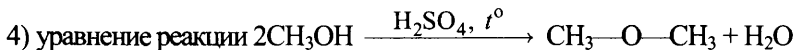




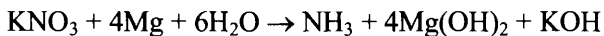
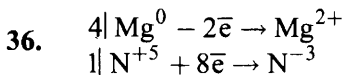
39.  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7,9\%$

40. 2) молекулярная формула  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

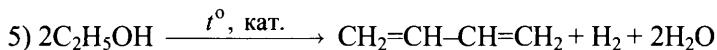
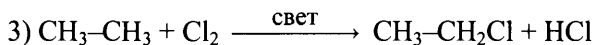
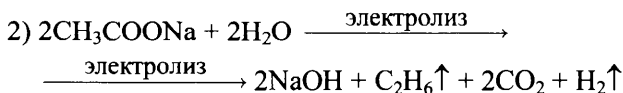
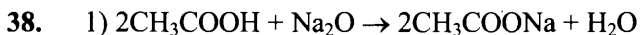
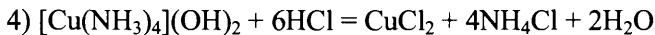
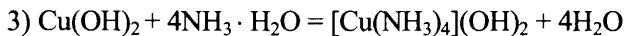
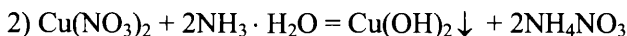
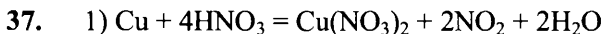
3) структурная формула  $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$



### Вариант 2

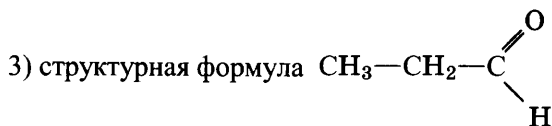


Магний является восстановителем, а азот +5 (или нитрат-ион) — окислителем.

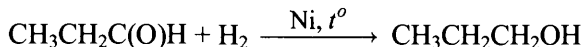


39.  $w(\text{KCl}) = 3,5\%$

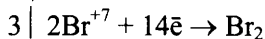
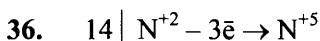
40. 2) молекулярная формула  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$



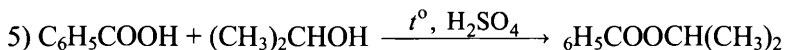
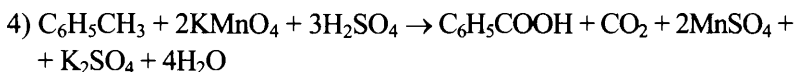
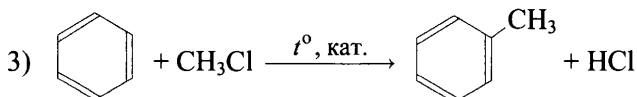
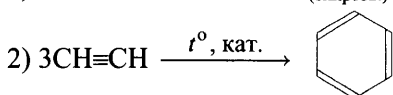
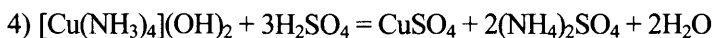
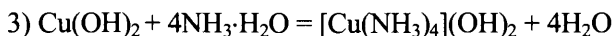
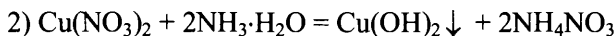
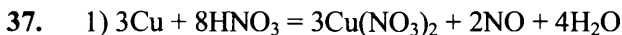
4) уравнение реакции



### Вариант 3



Азот в степени окисления +2 является восстановителем, а бром +7 (или бромная кислота) — окислителем.



39.  $w(\text{HNO}_3) = 2\%$

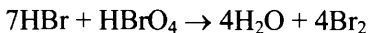
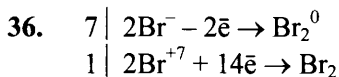


40. 2) молекулярная формула  $C_2H_6O$   
 3) структурная формула  $CH_3-CH_2-OH$   
 4) уравнение реакции  
 $C_3H_7COOH + C_2H_5OH \rightarrow C_3H_7COOC_2H_5 + H_2O$

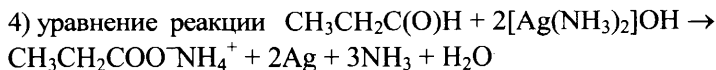
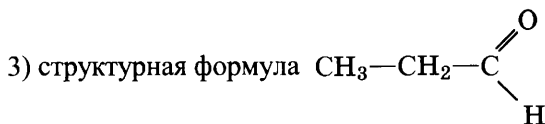
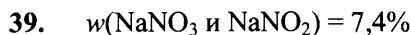
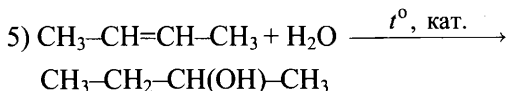
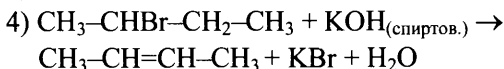
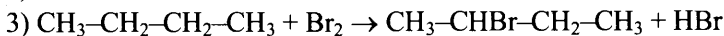
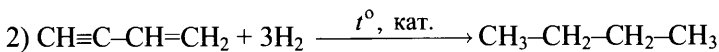
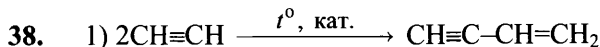
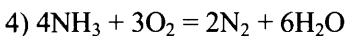
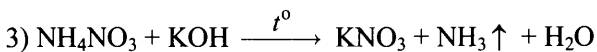
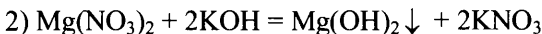
### Вариант 4

36.  $4 | 2N^{-3} - 6\bar{e} \rightarrow N_2^0$   
 $3 | Br^{+7} + 8\bar{e} \rightarrow Br^-$   
 $8NH_3 + 3KBrO_4 \rightarrow 4N_2 + 3KBr + 12H_2O$   
 Азот в степени окисления  $-3$  является восстановителем, а бром  $+7$  (или пербромат калия) — окислителем.
37. 1)  $KNO_2 + NH_4Cl \xrightarrow{t^0} KCl + N_2 \uparrow + 2H_2O$   
 2)  $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$   
 3)  $Mg_3N_2 + 8HCl = 3MgCl_2 + 2NH_4Cl$   
 4)  $2MgCl_2 + 2Na_2CO_3 + H_2O = (MgOH)_2CO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + 4NaCl$
38. 1)  $CH_3CH(OH)CH_3 \xrightarrow{H_2SO_4, t^0} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$   
 2)  $CH_3-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_3-CHBr-CH_2Br$   
 3)  $CH_3-CHBr-CH_2Br + 2KOH_{(спиртов.)} \xrightarrow{t^0}$   
 $\xrightarrow{t^0} CH_3-C \equiv CH + 2KBr + 2H_2O$   
 4)  $CH_3-C \equiv CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} (CH_3)_2CO$   
 5)  $(CH_3)_2CO + H_2 \xrightarrow{кат.} CH_3CH(OH)CH_3$
39.  $m(CrO_3) = 13,4 \text{ г}$
40. 2) молекулярная формула  $C_3H_6O$   
 3) структурная формула  $CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3$   
 4) уравнение реакции  
 $(CH_3)_2C=O + H_2 \xrightarrow{Ni, t^0} (CH_3)_2CH-OH$

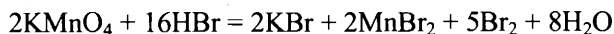
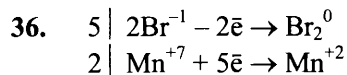
### Вариант 5



Бром в степени окисления  $-1$  является восстановителем, а бром  $+7$  (или бромная кислота) — окислителем.



### Вариант 6



Бром в степени окисления  $-1$  является восстановителем, а марганец  $+7$  (или перманганат калия за счет марганца  $+7$ ) — окислителем.

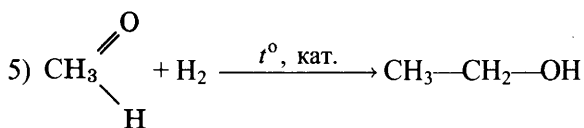
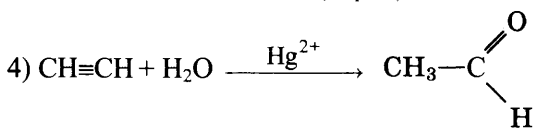
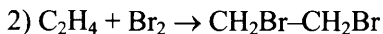
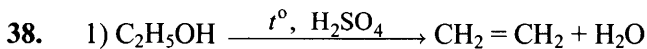
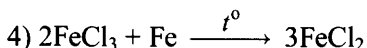
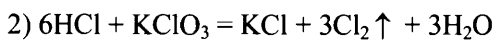
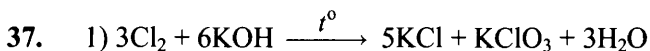
37. 1)  $\text{KNO}_3 + \text{Pb} \xrightarrow{t^\circ} \text{KNO}_2 + \text{PbO}$   
 2)  $2\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KI} = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} \uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 3)  $\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$   
 4)  $10\text{NO}_2 + 4\text{P} = 2\text{P}_2\text{O}_5 + 10\text{NO}$
38. 1)  $\text{CH}_3\text{—CHBr—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{KOH}_{\text{спиртов.}} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$   
 2)  $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_{14}$   
 3)  $\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$   
 4)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{C=CH}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—CH}_3$   
 5)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH=CH}_2 + \text{H}_2$
39.  $V_{\text{p-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 86 \text{ мл}$
40. 2) молекулярная формула  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$   
 3) структурная формула  $\begin{array}{c} \text{H—N—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  или  $\begin{array}{c} \text{H—N—C}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$   
 4) уравнение реакции  
 $(\text{CH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5)\text{NH} + \text{HCl} \rightarrow (\text{CH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5)\text{NH}_2^+\text{Cl}^-$

## Вариант 7

36.  $5 | P^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow P^{+5}$   
 $8 | Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$   
 $5PH_3 + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow 8MnSO_4 + 5H_3PO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$   
 Фосфор в степени окисления  $-3$  является восстановителем, а марганец  $+7$  (или перманганат калия) — окислителем.
37. 1)  $Cr_2S_3 + 3H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3H_2S \uparrow$   
 2)  $Cr_2(SO_4)_3 + 6NH_3 + 6H_2O = 2Cr(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$   
 3)  $H_2S + Pb(NO_3)_2 = PbS \downarrow + 2HNO_3$   
 4)  $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$
38. 1)  $CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4, t^0} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$   
 2)  $CH_3-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_3-CHBr-CH_2Br$   
 3)  $CH_3-CHBr-CH_2Br + 2KOH_{(спиртов.)} \xrightarrow{t^0} CH_3-C\equiv CH + 2KBr + 2H_2O$   
 4)  $CH_3-C\equiv CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} (CH_3)_2CO$   
 5)  $(CH_3)_2CO + H_2 \xrightarrow{кат.} (CH_3)_2CH-OH$
39.  $m(SeO_3) = 17,9 \text{ г}$
40. 2) молекулярная формула  $C_3H_6O_2$   
 3) структурная формула  $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$   
 4) уравнение реакции  
 $C_2H_5COOH + CH_3OH \rightarrow C_2H_5COOCH_3 + H_2O$

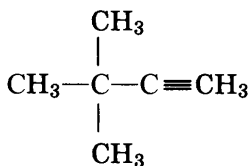
## Вариант 8

36.  $5 | P^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow P^{+5}$   
 $4 | 2Br^{+5} + 10\bar{e} \rightarrow Br_2^0$   
 $5PH_3 + 8HBrO_3 \rightarrow 5H_3PO_4 + 4Br_2 + 4H_2O$   
 Фосфор  $-3$  является восстановителем, а бром  $+5$  (или бромная кислота) — окислителем.

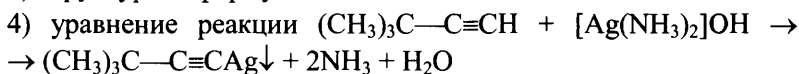


39.  $w(\text{KNO}_3) = 2\%$

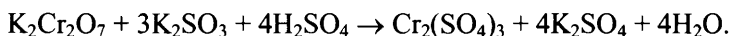
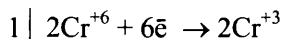
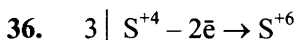
40. 2) молекулярная формула  $\text{C}_6\text{H}_{10}$



3) структурная формула



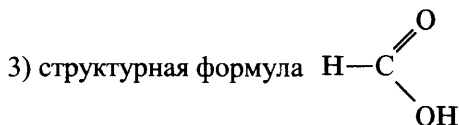
### Вариант 9



Серa в степени окисления +4 является восстановителем, а хром +6 (или дихромат калия за счет хрома +6) — окислителем.

37. 1)  $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$   
 2)  $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$   
 3)  $2\text{HIO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$   
 4)  $\text{I}_2\text{O}_5 + 5\text{CO} = \text{I}_2 + 5\text{CO}_2$
38. 1)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$   
 2)  $2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{C}_2\text{H}_6\uparrow + 2\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{NaOH}$   
 3)  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—Cl} + \text{HCl}$   
 4)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—Cl} + \text{KOH}_{(\text{спиртов.})} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2\uparrow + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 5)  $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{кат.}} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$
39.  $m(\text{SO}_3) = 121,2 \text{ г}$

40. 2) молекулярная формула  $\text{CH}_2\text{O}_2$



- 4) уравнение реакции  $2\text{HCOOH} + \text{MgO} \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант 10

36.  $3 \mid 2\text{I}^{-1} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2^0$   
 $1 \mid 2\text{Cr}^{+6} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{+3}$



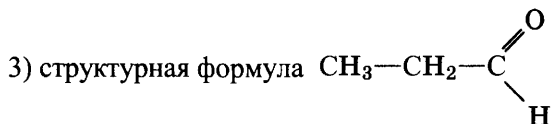
Иод в степени окисления  $-1$  является восстановителем, а хром  $+6$  (или дихромат калия за счет хрома  $+6$ ) — окислителем.

37. 1)  $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_2\text{S}_3$   
 2)  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$   
 3)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$   
 (допустимо образование  $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ )  
 4)  $3\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{AlCl}_3 = 3\text{KCl} + 4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$

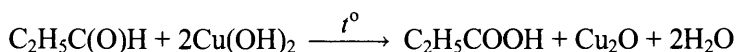
38. 1)  $\text{CaCO}_3 + 4\text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2 + 3\text{CO}$   
 2)  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{HC}\equiv\text{CH}\uparrow$   
 3)  $\text{HC}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag(NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{AgC}\equiv\text{CAg}\downarrow + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 4)  $\text{AgC}\equiv\text{CAg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH}\uparrow + 2\text{AgCl}\downarrow$   
 5)  $2\text{HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{кат.}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$

39.  $w(\text{Fe}) = 0,509$  или 50,9%

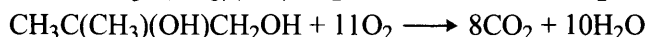
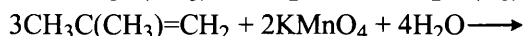
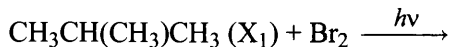
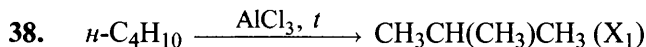
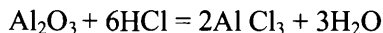
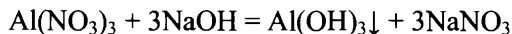
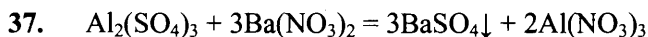
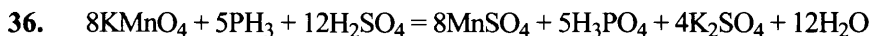
40. 2) молекулярная формула  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$



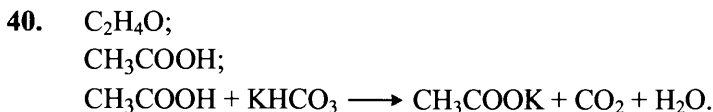
- 4) уравнение реакции



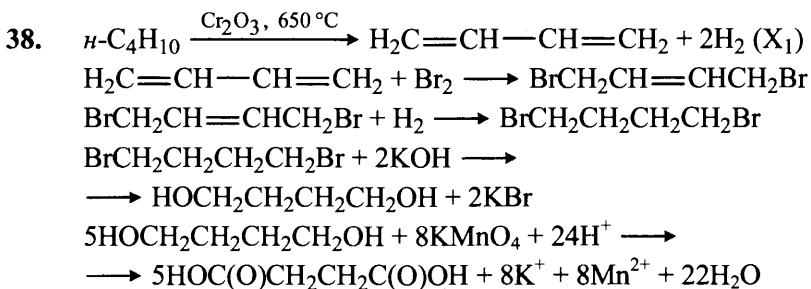
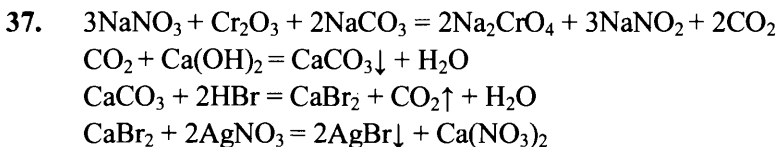
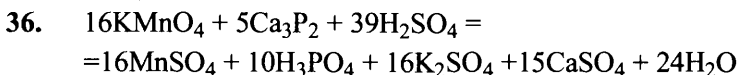
### Вариант 11



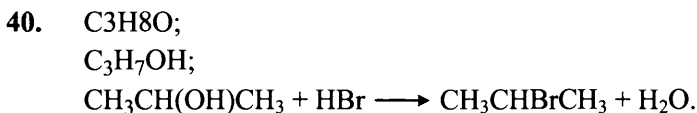
39. 34,1 %



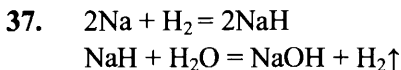
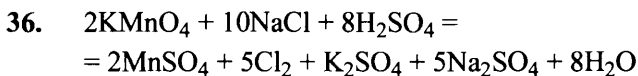
### Вариант 12



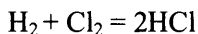
39. 40,9 %



### Вариант 13







38.  $3\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
 $\longrightarrow 3\text{HOCH}_2\text{CH(OH)CH}_3 + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$   
 $\text{HOCH}_2\text{CH(OH)CH}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3 + 2\text{KOH}_{(\text{спирт})} \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{HC}\equiv\text{C—CH}_3 + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{HC}\equiv\text{C—CH}_3 + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{NaC}\equiv\text{C—CH}_3 + \text{H}_2$   
 $\text{NaC}\equiv\text{C—CH}_3 + \text{CH}_3\text{Br} \longrightarrow \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{C—CH}_3 + \text{NaBr}$
39. 35%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 65 %  $\text{BaCO}_3$
40.  $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ ;  
 $\text{CH}_3\text{C(O)ONa}$ ;  
 $\text{CH}_3\text{C(O)ONa} + \text{CH}_3\text{Br} \longrightarrow \text{CH}_3\text{C(O)OCH}_3 + \text{NaBr}$

#### Вариант 14

36.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
37.  $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$   
 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2\uparrow$   
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$
38.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$   
 $2\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3 + 2\text{Na} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 + 2\text{NaBr}$   
 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{CH}_3\text{CBr}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 + \text{HBr}$   
 $\text{CH}_3\text{CBr}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 + \text{KOH}_{(\text{спирт})} \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
39. 32,5 %
40.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ;  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(O)H}$ .  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(O)H} + 2\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OCH}_3)_2$

### Вариант 15

36.  $5\text{PbO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{PbSO}_4 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
37.  $2\text{K} + \text{S} = \text{K}_2\text{S}$   
 $\text{K}_2\text{S} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 2\text{KCl}$   
 $3\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{S}\downarrow + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$   
 $3\text{S} + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{S}_3$
38.  $3\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
 $\longrightarrow 3\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$   
 $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3 + 2\text{KOH} (\text{спирт}) \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$   
 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3 + \text{PCl}_5 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CCl}_2-\text{CH}_3 + \text{P}(\text{O})\text{Cl}_3$
39. 36,4 %
40.  $\text{C}_4\text{H}_8$ ;  
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ ;  
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

# РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ТИПОВОГО ВАРИАНТА ЕГЭ

## Вариант 10

### Часть 1

1. Число электронов в ионе  $\text{Ca}^{2+}$  равно
- |       |       |
|-------|-------|
| 1) 18 | 3) 22 |
| 2) 20 | 4) 40 |

**Решение.** Число электронов в атоме равно порядковому номеру элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева. Следовательно, в атоме кальция 20 электронов. Ион  $\text{Ca}^{2+}$  образуется при отдаче двух электронов атомом кальция, поэтому число электронов в ионе  $\text{Ca}^{2+}$  равно  $20 - 2 = 18$ .

**Ответ:** 1.

2. Верны ли следующие суждения о кальции и его соединениях?
- А. Кальций относится к щелочным металлам.  
Б. Оксид кальция относится к амфотерным оксидам.
- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

**Решение.** Кальций, находясь в IIА группе, относится к щелочноземельным металлам, а не к щелочным. Утверждение А, таким образом, неверно.

Оксид кальция, как и оксиды всех щелочных и щелочноземельных металлов, проявляет исключительно основные свойства. Таким образом, и второе утверждение неверно.

**Ответ:** 4.

3. Соединения с ионной связью расположены в ряду:
- |  |
|--|
| 1) $\text{F}_2$ , $\text{KCl}$ , $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$                     |
| 2) $\text{NH}_4\text{Cl}$ , $\text{LiBr}$ , $\text{CaO}$ , $\text{BaF}_2$          |
| 3) $\text{CaF}_2$ , $\text{CaSO}_4$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{NH}_4\text{F}$ |
| 4) $\text{NaNO}_3$ , $\text{HF}$ , $\text{NF}_3$ , $\text{ZnO}$                    |

**Решение.** Ионная связь реализуется в двух случаях. Во-первых, в бинарных соединениях, образованных типичным (активным) металлом и типичным неметаллом, например  $KCl$ ,  $LiBr$ ,  $CaF_2$ . В этом случае разность в значениях электроотрицательностей достаточна для образования ионной связи. Во-вторых, ионная связь реализуется между сложными (составными) ионами, например в соединениях  $NH_4Cl$  (есть сложные ионы аммония  $NH_4^+$  и хлорид-ионы  $Cl^-$ ) или  $NaNO_3$  (есть ионы натрия  $Na^+$  и сложные нитрат-анионы  $NO_3^-$ ). Следовательно, ионная связь имеется во всех соединениях второго ряда.

**Ответ:** 2.

4. Степень окисления +2 атом углерода имеет в соединении

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1) $CO_2$  | 3) $HCOOH$    |
| 2) $CBr_4$ | 4) $CH_3COOH$ |

**Решение.** В представленных соединениях углерод имеет разные степени окисления, а именно: +4 (в  $CO_2$  и  $CBr_4$ ), +2 (в молекуле муравьиной кислоты  $HCOOH$ ), -3 и +3 (в молекуле уксусной кислоты  $CH_3COOH$ ).

**Ответ:** 3.

5. Немолекулярное строение имеет

- |             |                   |
|-------------|-------------------|
| 1) фуллерен | 3) вода           |
| 2) алмаз    | 4) углекислый газ |

**Решение.** Фуллерен — новая аллотропная модификация углерода — состоит из отдельных молекул  $C_{60}$  и  $C_{70}$ , т.е. имеет молекулярное строение. Молекулярное строение имеют также вода и углекислый газ. Они состоят соответственно из молекул  $H_2O$  и  $CO_2$ . Методом исключения приходим к выводу, что немолекулярное строение имеет алмаз. Действительно, высокая твердость и высокая температура плавления алмаза свидетельствуют о немолекулярной природе этого удивительного вещества. Кристаллическая решетка алмаза — координационная (атомная).

**Ответ:** 2.

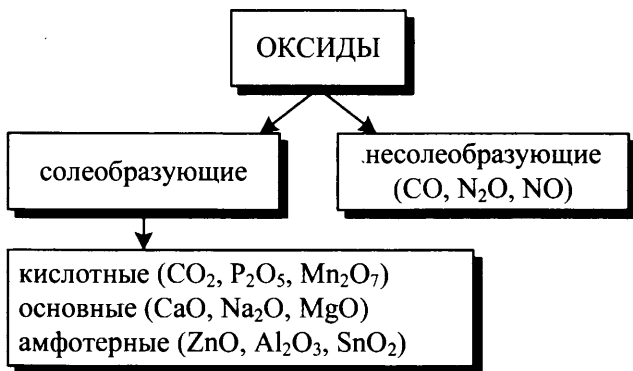
6. В перечне веществ

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1) $Mn_2O_7$ | 4) $CaO$     |
| 2) $MgO$     | 5) $Cl_2O_7$ |
| 3) $Cl_2O$   | 6) $CrO$     |

к основным оксидам относятся вещества, формулы которых обозначены цифрами

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 1, 2, 4 | 3) 1, 2, 6 |
| 2) 2, 4, 5 | 4) 2, 4, 6 |

**Решение.** Как вам известно из школьного курса химии, все оксиды делятся на две группы — оксиды солеобразующие и несолеобразующие (или безразличные). Солеобразующие оксиды, в свою очередь, делят на кислотные, основные и амфотерные:



Если кислотные оксиды образованы как элементами-неметаллами, так и элементами-металлами, то основные оксиды образованы только металлами, причем в невысоких степенях окисления (как правило, +1, +2). Несомненно, что только основными свойствами обладают оксиды самых активных металлов — щелочных и щелочноземельных (например,  $Li_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $BaO$ ). По своим свойствам к щелочноземельным металлам примыкает магний, поэтому его оксид  $MgO$  также является основным. Также принимают за основные оксиды  $CuO$ ,  $FeO$ ,  $CrO$  и некоторые другие. Итак, формулы основных оксидов следует искать среди оксидов металлов.

Проанализируем предложенные варианты ответов.  $Mn_2O_7$  хотя и образован элементом-металлом, однако содержит марганец

в очень высокой степени окисления (+7), поэтому этот оксид кислотный (так, он взаимодействует с водой с образованием марганцевой кислоты  $\text{HMnO}_4$ ). С образованием характерных кислот реагируют с водой и оксиды неметалла хлора —  $\text{Cl}_2\text{O}$  образует при этом хлорноватую кислоту  $\text{HClO}$ , а  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  образует сильную хлорную кислоту  $\text{HClO}_4$ .

Остаются оксиды магния, кальция, хрома. Они действительно являются основными оксидами, которым отвечают гидроксиды — основания.

**Ответ: 4.**

7. Верны ли следующие суждения о меди и ее соединениях?

- А. Гидроксид меди (II) относится к кислотным гидроксидам.
  - Б. Медь практически не растворяется в разбавленной серной кислоте.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны

**Решение.**  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  является слабоамфотерным гидроксидом с преобладанием основных свойств, поэтому первое утверждение неверно. Поскольку медь относится к малоактивным металлам, она действительно не растворяется в разбавленных кислотах-неокислителях. Второе утверждение верно.

**Ответ: 2.**

8. Оксид калия взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1) масляная кислота и вода
- 2) уксусная кислота и водород
- 3) оксид натрия и сера
- 4) оксид кальция и серная кислота

**Решение.** Оксид калия относится к основным оксидам. Поэтому он должен взаимодействовать с кислотами, кислотными ок-

сидами, а также с водой (так как образован активным щелочным металлом). Оксид калия будет реагировать с масляной кислотой и водой и не будет реагировать с водородом, оксидами натрия и кальция, с серой.

**Ответ: 1.**

9. С гидроксидом хрома (III) не взаимодействует

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 1) хлорная кислота | 3) гидроксид калия  |
| 2) кислород        | 4) гидроксид натрия |

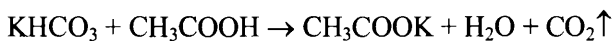
**Решение.** Гидроксид хрома относится к амфотерным, поэтому возможны его реакции с кислотами и щелочами (ответы 1, 3, 4). А вот кислородом он окисляться не будет (в принципе  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  может быть окислен до степени окисления хрома +6, но только более сильными окислителями, чем кислород).

**Ответ: 2.**

10. Раствор гидрокарбоната калия выделяет углекислый газ при действии на него

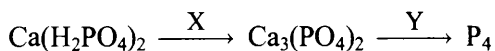
- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1) хлорида натрия   | 3) любой щелочи     |
| 2) угольной кислоты | 4) уксусной кислоты |

**Решение.** Гидрокарбонат калия — соль угольной кислоты. Все соли угольной кислоты выделяют углекислый газ в кислой среде из-за неустойчивости образующейся угольной кислоты. В данном случае происходит процесс



**Ответ: 4.**

11. В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются:

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

- 3) Ca
- 4) C
- 5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

X	Y

**Решение.** Прежде всего вспомним, что превращение кислой соли в среднюю происходит в щелочной среде. Следовательно, веществом X может быть любая щелочь. В предложенном списке щелочью является гидроксид кальция Ca(OH)<sub>2</sub>.

Во второй реакции из фосфата кальция получают белый фосфор. Для этого необходимо восстановить P(+V) до P(0). В промышленности для восстановления фосфатов используют углерод, взятый в виде кокса (реакция идет в электропечах в присутствии речного песка).

Таким образом, X — это Ca(OH)<sub>2</sub>, а Y — это углерод C.

**Ответ:** 14.

12. Изомерия невозможна для

- 1) 2-метилгексана
- 2) циклопропана
- 3) пропана
- 4) пропена

**Решение.** Изомеры существуют для 2-метилгексана (например, гептан), для циклопропана (например, пропен), для пропена (например, циклопропан). И только у пропана нет ни одного изомера — существует только одно вещество с формулой C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

**Ответ:** 3.

13. Кетон образуется при гидратации

- 1) пропена
- 2) ацетилен
- 3) пропина
- 4) пропана

**Решение.** Гидратация — это реакция присоединения молекул воды по кратным (двойным и тройным) связям. Поэтому сразу же отвергаем 4-й вариант ответа: пропан не содержит кратных связей и не вступает в реакцию гидратации. Рассмотрим три ос-



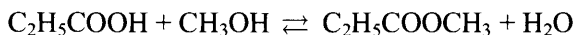
тавшихся ответа. При гидратации пропена образуется пропанол, при гидратации ацетилена — ацетальдегид. И только пропиин образует в ходе гидратации кетон, а именно пропанон.

**Ответ:** 3.

14. Для метанола возможна химическая реакция с

- 1) пропионовой кислотой
- 2) пропаном
- 3) углекислым газом
- 4) гидроксидом железа (II)

**Решение.** Метанол, как и все другие одноатомные спирты, не реагирует с алканами, углекислым газом, гидроксидами *d*-металлов. А вот реакция с карбоновыми кислотами (реакция этерификации) вполне возможна:



**Ответ:** 1.

15. Сахароза относится к

- 1) моносахаридам
- 2) полисахаридам
- 3) дисахаридам
- 4) гексозам

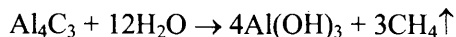
**Решение.** Углеводы делят на моносахариды, олигосахариды (в частности, дисахариды) и полисахариды. Сахароза относится к дисахаридам, так как построена из остатков двух моносахаридов — глюкозы и фруктозы.

**Ответ:** 3.

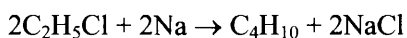
16. Бутан в лаборатории можно получить при взаимодействии

- 1) метилбутана и водорода
- 2) карбида алюминия и воды
- 3) метана и пропана
- 4) хлорэтана и натрия

**Решение.** Проанализируем предложенные варианты ответов. Метилбутан с водородом в принципе не реагирует (ответ 1). Невозможна также реакция между метаном и пропаном (ответ 3). Карбид алюминия с водой реагирует, однако при этом образуется не бутан, а метан



Итак, остается только четвертый вариант ответа. Действительно, при взаимодействии хлорэтана с натрием образуется бутан (реакция Вюрца)



**Ответ: 4.**

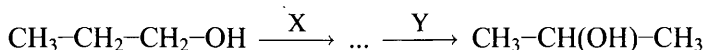
17. Аминоуксусная кислота не реагирует с

- 1) аланином
- 2) хлороводородом
- 3) аммиаком
- 4) октаном

**Решение.** Аминоуксусная кислота  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$  содержит две функциональные группы — кислотную и основную, и проявляет амфотерные свойства. Следовательно, аминокислота должна реагировать как с кислотами ( $\text{HCl}$ ), так и с основаниями ( $\text{NH}_3$ ). Кроме этого для аминокислот характерна реакция образования пептидов. Так, аминокислота может реагировать с другой аминокислотой — аланином с образованием глицилаланина. Итак, аминокислота не реагирует только с октаном.

**Ответ: 4.**

18. В заданной схеме превращений



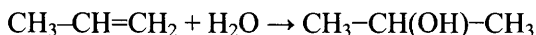
веществами X и Y соответственно являются:

- 1) CuO
- 2) HBr
- 3) KOH (спиртов.)
- 4) H<sub>2</sub>O
- 5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)

X	Y

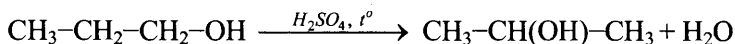
**Решение.** В рассматриваемом примере из пропанола-1 необходимо получить пропанол-2. Как это сделать в 2 стадии?

Начнем решать задачу с конца. Пропанол-2 можно получить гидратацией пропена:



Реакция идет в жестких условиях (нагревание, давление, кислотный катализатор), причем молекула воды присоединяется по двойной связи по правилу В. Марковникова.

Ну, а пропен образуется при дегидратации пропанола-1:



Таким образом, веществами X и Y могут быть серная кислота и вода соответственно.

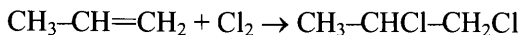
**Ответ:** 54.

19. К реакциям замещения относится взаимодействие

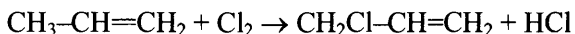
- 1) пропена и воды
- 2) пропена и водорода
- 3) пропена и хлора при комнатной температуре
- 4) пропена и хлора при 600 °С

**Решение.** Проанализируем предложенные варианты ответов. В первом случае происходит присоединение воды к пропену с образованием пропанола-2. Во втором случае также происходит реакция присоединения, в результате которой образуется

пропан. В третьем случае хлор также присоединяется по двойной связи к молекуле пропена и образуется 1,2-дихлорпропан



И лишь в четвертом случае происходит реакция замещения — при столь высокой температуре происходит не присоединение хлора по двойной связи, а радикальное замещение атома водорода в метильной группе



**Ответ:** 4.

20. С наибольшей скоростью соляная кислота реагирует с

- 1) железной стружкой
- 2) раствором гидроксида натрия
- 3) порошком мела
- 4) свинцовыми опилками

**Решение.** Заметим, что взаимодействие соляной кислоты с твердыми железом, мелом и свинцом относится к гетерогенным реакциям. Скорость таких реакций, как правило, мала по сравнению с гомогенными реакциями, к которым относится взаимодействие соляной кислоты с раствором гидроксида натрия. Реакция нейтрализации относится к реакциям ионного обмена. Реакции ионного обмена характеризуются очень малыми энергиями активации (близкими к нулю), поэтому скорость таких реакций велика. С наибольшей скоростью соляная кислота реагирует с раствором NaOH.

**Ответ:** 2.

21. Электрический ток не проводят водные растворы

- 1) хлорида калия и гидроксида кальция
- 2) этанола и хлороводорода
- 3) пропанола и ацетона
- 4) глюкозы и ацетата калия

**Решение.** Этот вопрос можно перефразировать так: «Укажите названия неэлектролитов». Только неэлектролиты перечислены в ответе 3. Именно водные растворы пропилового спирта и ацетона не проводят электрический ток.

**Ответ:** 3.

22. Верны ли следующие суждения о правилах обращения с веществами?

А. Перманганат калия относится к пожаробезопасным веществам.

Б. При получении раствора серной кислоты следует всегда добавлять воду к концентрированной кислоте.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) оба суждения неверны |

**Решение.** Обсудим правильность приведенных в условии суждений. Перманганат калия  $\text{KMnO}_4$  за счет  $\text{Mn}(+VII)$  является сильным окислителем, способным окислять как неорганические, так и органические вещества. Так, смеси  $\text{KMnO}_4$  со многими органическими веществами способны самовоспламеняться. Следовательно, перманганат калия (обычная «марганцовка») относится к довольно опасным в пожарном отношении веществам. Поэтому суждение А неверно. Неверным следует признать и суждение Б. При растворении серной кислоты в воде выделяется столь большое количество теплоты, что вода нагревается до кипения, в результате чего сернокислотный раствор может выплеснуться из сосуда. Поэтому при растворении серной кислоты следует кислоту тонкой струйкой вливать в воду при непрерывном помешивании.

**Ответ:** 4.

23. Одним из важнейших способов получения фенола является выделение его из продуктов

- 1) брожения глюкозы
- 2) коксования каменного угля

3) гидролиза целлюлозы

4) перегонки мазута

**Решение.** Естественно, фенол получают из продуктов коксования каменного угля. Во всех остальных процессах он не образуется.

**Ответ:** 2.

24. Сколько граммов едкого натра следует растворить в 300 г 5%-ного раствора для получения 10%-ного раствора NaOH?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

**Решение.** При ответе на вопрос надо вспомнить формулу для нахождения массовой доли растворенного вещества:

$$\omega = \frac{m(\text{в} - \text{ва})}{m(\text{р} - \text{ра})}$$

Масса гидроксида натрия, содержавшегося в исходном растворе:

$$m(\text{NaOH}) = \omega \cdot m(\text{р-ра}) = 0,05 \cdot 300 = 15 \text{ г}$$

Пусть для получения 10%-ного раствора необходимо в исходный раствор добавить  $x$  г гидроксида натрия. Тогда масса щелочи в растворе составит  $(15 + x)$  г, а масса раствора будет равна  $(300 + x)$  г.

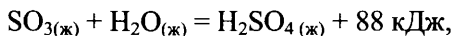
Составим уравнение для конечного раствора:

$$0,1 = \frac{15 + x}{300 + x}$$

Решением полученного уравнения находим  $x = 16,667$ . Округляя до десятых, получим ответ 16,7 г.

**Ответ:** 16,7.

25. В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 264 кДж теплоты. Вычислите массу образовавшейся при этом серной кислоты.

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

**Решение.** План решения может быть таким:

1. По уравнению реакции, при образовании 1 моль серной кислоты выделяется 88 кДж теплоты. Очевидно, что выделение 264 кДж теплоты произойдет при образовании 3 моль кислоты ( $264/88 = 3$ ).

2. Следовательно, масса серной кислоты составит  $m = n \cdot M = 3 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 294 \text{ г}$ .

**Ответ:** 294.

26. Рассчитайте массу бромида железа(III), образующегося при действии избытка брома на 2,16 г бромида железа(II).

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

**Решение.** Прежде всего запишем уравнение химической реакции:



Из уравнения химической реакции видно, что из 2 моль дибромида железа получается 2 моль трибромида. Другими словами,

$$n(\text{FeBr}_3) = n(\text{FeBr}_2)$$

Рассчитаем количество вещества дибромида железа:

$$n(\text{FeBr}_2) = m/M = 2,16/216 = 0,01 \text{ моль}$$

Следовательно,  $n(\text{FeBr}_3) = n(\text{FeBr}_2) = 0,01 \text{ моль}$ .

Масса получившегося трибромида железа будет равна

$$m(\text{FeBr}_3) = n(\text{FeBr}_3) \cdot M = 0,01 \cdot 296 = 2,96 \text{ г.}$$

Округляя результат до целых, найдем ответ:  $m(\text{FeBr}_3) = 3 \text{ г}$ .

**Ответ:** 3.

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

НАЗВАНИЕ  
СОЕДИНЕНИЯ

КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ

- |             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| А) метанол  | 1) простые эфиры                   |
| Б) стирол   | 2) сложные эфиры                   |
| В) глицерин | 3) предельные спирты               |
| Г) дивинил  | 4) углеводороды                    |
|             | 5) предельные карбоновые кислоты   |
|             | 6) ненасыщенные карбоновые кислоты |

**Решение.** Что касается метанола и глицерина, то их формулы знают все и все знают их принадлежность к классу спиртов. Сложнее обстоит дело со стиролом и дивинилом. Вот их формулы:



Теперь все ясно, это углеводороды.

А	Б	В	Г
3	4	3	4

**Ответ:** 3434.

28. Установите соответствие между формулой соли и степенью окисления углерода в ней.

ФОРМУЛА СОЛИ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
УГЛЕРОДА

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| А) $\text{K}_2\text{CO}_3$     | 1) -4 |
| Б) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ | 2) -2 |
| В) $\text{HCOONa}$             | 3) 0  |
| Г) $\text{NaHC}_2\text{O}_4$   | 4) +2 |
|                                | 5) +3 |
|                                | 6) +4 |

**Решение.** Для решения необходимо вспомнить, что такие элементы, как калий, кальций и натрий, проявляют постоянную степень окисления (+1, +2, +1 соответственно). Кислород, как пра-



вило, имеет степень окисления  $-2$ . Водород, как правило,  $+1$ . Поскольку сумма всех степеней окисления равна нулю, то в первом соединении углерод должен иметь степень окисления  $+4$ , во втором также  $+4$ , в третьем  $+2$ , в последнем  $+3$ . Покажем на последнем примере, как найти степень окисления углерода.

Обозначим ее как  $q$ . Тогда с учетом вышесказанного можем записать:

$$1 + 1 + 2q + 4 \cdot (-2) = 0$$

$$2q - 6 = 0$$

$$q = +3$$

А	Б	В	Г
6	6	4	5

**Ответ:** 6645.

29. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА                      КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| А) $K_2CO_3$   | 1) кислород         |
| Б) $AgNO_3$    | 2) только металл    |
| В) $ZnCl_2$    | 3) только водород   |
| Г) $NaHC_2O_4$ | 4) металл и водород |
|                | 5) азот             |
|                | 6) хлор             |

**Решение.** Вспомните, что на катоде могут выделяться: только металл, только водород и металл и водород. От чего это зависит? В первую очередь от положения металла в ряду напряжений. Если металл расположен в ряду напряжений правее водорода, то на катоде выделяется, как правило, сам металл. Если металл расположен в ряду напряжений левее марганца, то вместо металла выделяется водород из воды. В промежуточных случаях возможно образование как металла, так и водорода. Используя это правило и ряд напряжений металлов (выдается

на экзамене), можно догадаться, что в первом случае вместо калия на катоде выделится водород, во втором случае — серебро, в третьем случае возможно образование и цинка, и водорода, в последнем случае выделится только водород.

А	Б	В	Г
3	2	4	3

**Ответ:** 3243.

30. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) сульфид аммония	1) гидролизу не подвергается
Б) фосфат калия	2) гидролизуется по катиону
В) сульфид натрия	3) гидролизуется по аниону
Г) сульфат цезия	4) гидролизуется по катиону и аниону

**Решение.** Способность к гидролизу определяется природой соли. Не гидролизуются соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой. Все остальные соли гидролизуются. Возможны 3 случая гидролиза:

— если соль образована сильным основанием и слабой кислотой, гидролизу подвергается только анион соли,

— если соль образована слабым основанием и сильной кислотой, гидролизу подвергается катион соли,

— если соль образована слабым основанием и слабой кислотой, гидролизуется и катион, и анион.

Определим теперь природу предложенных солей.

Сульфид аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  образован слабым основанием  $(\text{NH}_3)$  и слабой кислотой  $(\text{H}_2\text{S})$ .

Фосфат калия  $\text{K}_3\text{PO}_4$  образован сильным основанием  $(\text{KOH})$  и слабой кислотой  $(\text{H}_3\text{PO}_4)$ .

Сульфид натрия  $\text{Na}_2\text{S}$  образован сильным основанием  $(\text{NaOH})$  и слабой кислотой  $(\text{H}_2\text{S})$ .

Сульфат цезия  $Cs_2SO_4$  образован сильным основанием ( $CsOH$ ) и сильной кислотой ( $H_2SO_4$ ).

С учетом сказанного понятно, что сульфид аммония гидролизуется и по катиону, и по аниону. Фосфат калия гидролизуется по аниону. Сульфид натрия гидролизуется по аниону. Сульфат цезия гидролизу не подвергается.

А	Б	В	Г
4	3	3	1

**Ответ:** 4331.

31. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении температуры в системе:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $C_6H_{12(r)} \rightleftharpoons C_6H_{6(r)} + 3H_{2(r)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2SO_{3(r)} \rightleftharpoons 2SO_{2(r)} + O_{2(r)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $N_{2(r)} + 3H_{2(r)} \rightleftharpoons 2NH_{3(r)}$	3) практически не смещается
Г) $N_{2(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2NO_{(r)}$	

**Решение.** Задание проверяет знание влияния условий на смещение химического равновесия в равновесной системе. В основе теоретических представлений лежит хорошо известный вам принцип Ле Шателье: *«Если на систему, находящуюся в состоянии химического равновесия, оказывать внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону, ослабляющую это воздействие»*.

Под внешним воздействием подразумевают изменение концентраций веществ, давления или температуры. Из принципа Ле Шателье следует, что при увеличении температуры равновесие смещается в сторону протекания эндотермического процесса.

В данном примере реакции А, Б и Г являются эндотермическими. Следовательно, при увеличении температуры равновесие будет смещаться в сторону протекания прямой реакции, т.е. в сторону продуктов реакции (ответ 1).

Реакция В является экзотермической. Поэтому при увеличении температуры равновесие будет смещаться в сторону обратной реакции (эндотермической). Правильный ответ — 2.

А	Б	В	Г
1	1	2	1

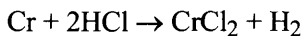
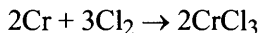
**Ответ:** 1121.

32. Установите соответствие между исходными веществами и основным продуктом их взаимодействия.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ                      ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- |   |                    |
|---|--------------------|
| А) $\text{Cr} + \text{Cl}_2$                      | 1) $\text{CrCl}_2$ |
| Б) $\text{Cr} + \text{HCl}$                       | 2) $\text{CrCl}_3$ |
| В) $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$                    | 3) $\text{CrCl}_4$ |
| Г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}$ | 4) $\text{CrCl}_6$ |

**Решение.** При взаимодействии хрома с хлором происходит окисление металла до степени окисления +3, в то время как хлороводород окисляет хром только до степени окисления +2 (вспомните, в точности такая же картина характерна и для железа):



Хром в высшей степени окисления +6 проявляет сильные окислительные свойства. Так, и  $\text{CrO}_3$ , и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  окисляют хлороводород до свободного хлора, а сами при этом восстанавливаются до степени окисления +3 (наиболее устойчивой для хрома):



С учетом сказанного не составит труда выбрать правильный ответ.

А	Б	В	Г
2	1	2	2

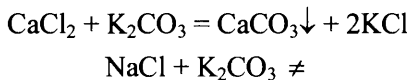
**Ответ:** 2122.

33. Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого их можно отличить друг от друга.

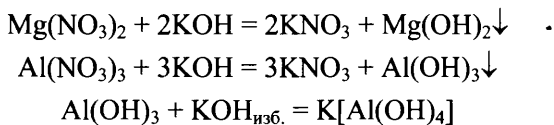
ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) $\text{CaCl}_2$ и $\text{NaCl}$	1) $\text{KOH}$
Б) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	2) $\text{K}_2\text{CO}_3$
В) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ и $\text{BaCl}_2$	3) лакмус
Г) $\text{KOH}$ и $\text{KBr}$	4) $\text{HCl}$
	5) $\text{AgCl}$

**Решение.** Вспомним, как различить эти вещества.

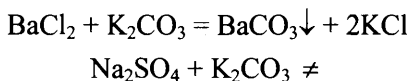
- А) Для того чтобы различить хлориды кальция и натрия, используем раствор карбоната калия, который дает белый осадок с солью кальция, но не натрия:



- Б) Для распознавания солей алюминия и магния придется использовать гидроксид калия. Обе соли реагируют с гидроксидом калия с образованием белого осадка, но в случае алюминия выпавший осадок будет растворяться в избытке щелочи:



- В) Растворы  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{BaCl}_2$  можно различить по действию  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , хлорид бария при этом образует белый осадок:



- Г) Последнюю пару легко распознать с помощью индикатора: щелочь изменяет окраску лакмуса с фиолетовой на синюю.

А	Б	В	Г
2	1	2	3

**Ответ:** 2123.

34. Установите соответствие между веществом и продуктом его дегидрирования при нагревании с катализатором.

ВЕЩЕСТВО

ПРОДУКТ

ДЕГИДРИРОВАНИЯ

А) циклогексан

1) бензол

Б) изобутан

2) 2-метилпропен

В) гептан

3) циклогептан

Г) гексан

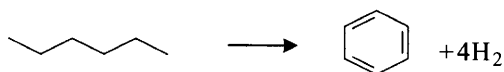
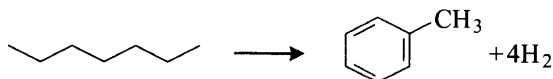
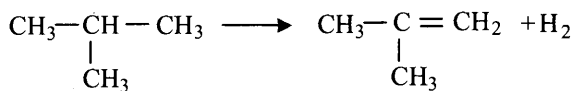
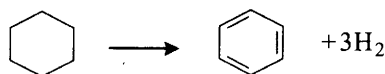
4) 2-гексен

5) бутадиен-1,2

6) толуол

**Решение.** Дегидрирование (иначе — дегидрогенизация) — это реакция отщепления водорода, сопровождающаяся образованием кратной связи или карбоцикла. В ряде случаев возможна реакция ароматизации — образование бензола или его гомолога. Последняя реакция обусловлена особой устойчивостью бензольного кольца вследствие образования единой  $\pi$ -электронной системы (эффект сопряжения).

При дегидрировании циклогексана образуется бензол (ответ 1). Изобутан дает изобутен, т.е. 2-метилпропен (ответ 2). Дегидрирование гептана приводит к образованию толуола (ответ 6). Гексан при дегидрировании образует бензол (ответ 1). Уравнения происходящих реакций:



А	Б	В	Г
1	2	6	1

**Ответ:** 1261.

35. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ.

РЕАГИРУЮЩИЕ  
ВЕЩЕСТВА

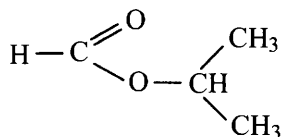
- А) пропанол-1 и оксид меди (II)  
Б) пропанол-2 и оксид меди (II)  
В) пропанол-2 и муравьиная кислота  
Г) пропиин и вода

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропаналь  
2) ацетон  
3) пропен  
4) изопропанол  
5) пропилацетат  
6) изопропилформиат

**Решение.** Оксид меди — мягкодействующий окислитель, окисляющий при нагревании первичные спирты до альдегидов, вторичные спирты — до кетонов. Следовательно, пропанол-1 образует пропаналь  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(O)H}$ , в то время как пропанол-2 образует пропанон (ацетон)  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ .

Пропанол-2, взаимодействуя с муравьиной кислотой, в результате реакции этерификации образует сложный спирт состава



(изопропиловый эфир муравьиной кислоты, или изопропилформиат).

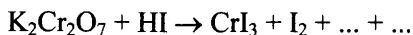
И, наконец, при гидратации пропиена образуется пропанон или ацетон (реакция М. Кучерова).

А	Б	В	Г
1	2	6	2

**Ответ:** 1262.

## Часть 2

36. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

**Решение.**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{l l} 3 & 2\text{I}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2^0 \\ 1 & 2\text{Cr}^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+3} \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HI} = 2\text{KI} + 2\text{CrI}_3 + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ <p>3) Указано, что иод в степени окисления <math>-1</math> является восстановителем, а хром <math>+6</math> (или дихромат калия за счет хрома <math>+6</math>) — окислителем.</p>	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
В ответе допущена ошибка только в одном из элементов	2
В ответе допущены ошибки в двух элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

37. Порошок алюминия нагрели с порошком серы, полученное вещество обработали водой. Выделившийся при этом осадок обработали избытком концентрированного раствора гидроксида калия до его полного растворения. К полученному раствору до-

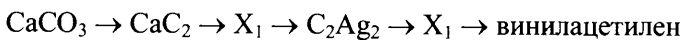


бавили раствор хлорида алюминия и вновь наблюдали образование белого осадка.

Запишите уравнения описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:                      Написаны четыре уравнения описанных реакций:</p> <p>1) <math>2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_2\text{S}_3</math>                      2) <math>\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow</math>                      3) <math>\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]</math> (допустимо образование <math>\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]</math>)                      4) <math>3\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{AlCl}_3 = 3\text{KCl} + 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow</math></p>	
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>	4

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



**Решение.**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:                      Приведены уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:</p> <p>1) <math>\text{CaCO}_3 + 4\text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2 + 3\text{CO}</math></p>	

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HC}\equiv\text{CH}\uparrow$ 3) $\text{HC}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{AgC}\equiv\text{CAg}\downarrow + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{AgC}\equiv\text{CAg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH}\uparrow + 2\text{AgCl}\downarrow$ 5) $2\text{HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{кат.}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$	
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>	5

39. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 8,96 л (н.у.) водорода. Если такую же массу смеси обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 6,72 л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.

**Решение:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Элементы ответа: 1) Составлены уравнения химических реакций: а) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ б) $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ в) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow$ 2) Рассчитаны количество вещества и масса алюминия в смеси:	

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$n(\text{Al}) = 2/3n(\text{H}_2) = 2/3 \cdot (6,72/22,4) = 0,2$ моль $m(\text{Al}) = 0,2 \cdot 27 = 5,4$ г 3) Рассчитано количество вещества железа в исходной смеси: объем водорода, выделяемый в реакции а) железом, равен $V(\text{H}_2) = 8,96 - 6,72 = 2,24$ л $n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1$ моль $m(\text{Fe}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6$ г 4) Рассчитана массовая доля железа в исходной смеси: $w(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смеси})} = \frac{5,6}{5,6 + 5,4} = 0,509$ или 50,9%	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	3
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены ошибки в трех из названных выше элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

\* **Примечание.** В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из элементов (втором, третьем или четвертом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

40. Некоторое органическое соединение массой 5,8 г взаимодействует с гидроксидом меди (II), при нагревании образовало 14,4 г осадка оксида меди (I). Указанное органическое соединение вступает в реакции присоединения гидросульфита натрия и этанола. На основании этих данных:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которого однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) приведите уравнение его взаимодействия с гидроксидом меди (II).

**Решение.**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p style="text-align: center;">Элементы ответа:</p> <p>1) Вещество, взаимодействующее с гидроксидом меди(II) с образованием <math>\text{Cu}_2\text{O}</math>, дающее продукт присоединения с <math>\text{NaHSO}_3</math>, присоединяющее этанол, относится, наиболее вероятно, к классу альдегидов. Общая формула альдегидов <math>\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}</math>, что позволяет записать уравнение реакции в общем виде:</p> $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2 + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>Из уравнения реакции видно, что <math>n(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) = n(\text{Cu}_2\text{O})</math>, что позволяет составить уравнение:</p> $\frac{5,8}{M} = \frac{14,4}{144},$ <p>откуда молярная масса альдегида <math>M = 58</math> г/моль.</p> <p>2) Решая уравнение для молярной массы:</p> $M = 12n + 2n + 16 = 14n + 16$ $14n + 16 = 58$ <p>получаем <math>n = 3</math>.</p> <p>Молекулярная формула <math>\text{C}_3\text{H}_6\text{O}</math>. Это пропионовый альдегид.</p> <p>3) Структурная формула пропионового альдегида:</p>	



# ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

## ОБЩАЯ ХИМИЯ

**1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов.**

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	4	4	3	4	3	2	3	2

задание	11	12	13	14	15
ответ	1	4	2	2	1

**2. Периодический закон и Периодическая система. Изменение радиусов атомов и химических свойств элементов по периодам и группам**

задание	1	2	3	4	5	6
ответ	4	3	4	3	3	2

**3. Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь**

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	3	4	1	2	3	4	4	3	1

задание	11	12	13	14	15
ответ	1	3	2	2	3

**4. Электроотрицательность и степени окисления  
элементов. Валентность атомов  
в сложных веществах**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>ответ</b>	3	3	3	3	4	3	2	2	2561	6356

**5. Вещества молекулярного и немолекулярного  
строения. Кристаллические решетки**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>ответ</b>	3	2	1	2

**6. Классификация химических реакций  
в неорганической химии**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>ответ</b>	2	1	2	1	2	2	1	2

**7. Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>ответ</b>	1	3	1	2	1	2	2

**8. Электролитическая диссоциация электролитов  
в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.  
Реакции ионного обмена**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>ответ</b>	2	4	2	2	4	2	4	4	2	3	3	3

<b>задание</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>ответ</b>	1	2	2

## 9. Гидролиз солей. Среда водных растворов.

### Индикаторы

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ответ	2	2	3	4	1	3	2	1	3	4	3241

задание	12	13
ответ	2413	4312

## 10. Окислительно-восстановительные реакции.

### Подбор коэффициентов в уравнениях реакций методом электронного баланса

задание	1	2	3	4	5	6
ответ	3	3	2	2	1323	1313

задание	7	8
ответ	коэффициенты (слева направо) 6, 14, 1, 6, 2, 2, 7; ок-ль $K_2Cr_2O_7$ , в-ль $FeCl_2$	коэффициенты (слева направо) 5, 3, 2, 5, 2, 1, 3; ок-ль $KMnO_4$ , в-ль $Na_2SO_3$

## 11. Электролиз расплавов и растворов

задание	1	2	3	4	5
ответ	3513	4551	4364	6635	3212

## НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### 12. Классификация

#### и номенклатура неорганических веществ

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ответ	3	4	2, 3	1	4	3	4	1	2	1, 4	3, 4	4

задание	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ответ	2	1, 3	2	3, 4	1	2, 3	4	1	4	4



**13. Общая характеристика, химические свойства и способы получения натрия, калия, кальция, алюминия и их соединений. Качественные реакции**

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ответ	3	3	3	1	4	3	2	2	3	2	2	1

задание	13	14	15	16	17	18
ответ	3	3	2	4	4	2

**14. Общая характеристика, химические свойства и способы получения хрома, марганца, железа, меди и их соединений. Качественные реакции.**

**Коррозия металлов**

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ответ	2	3	3	2	3	1	3	3	3	2	3	4

задание	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ответ	4	4	2	2	3	4	2	3	3

**15. Общая характеристика, химические свойства и способы получения водорода, хлора, кислорода, серы и их соединений. Промышленный синтез серной кислоты. Качественные реакции**

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ответ	3	3	3	2	2	2	2	4	3	4	4	3

задание	13	14	15	16	17	18	19
ответ	2	4	1	3	2	3	2

**16. Общая характеристика, химические свойства  
и способы получения азота, фосфора, углерода,  
кремния и их соединений. Промышленный синтез  
аммиака. Качественные реакции**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>ответ</b>	3	2	4	2	2	3	2	4	2	4	1	1

<b>задание</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
<b>ответ</b>	2	3	4	3	2	1	2	2	1	2	1	3

<b>задание</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>
<b>ответ</b>	4	3	3	4	3	2	4	2	1

**17. Характерные химические свойства оксидов**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ответ</b>	3	2	3	1	4	3

**18. Характерные химические свойства гидроксидов**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>ответ</b>	1	3	2	2	2	4	1, 4	2

**19. Характерные химические свойства солей**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>ответ</b>	1	2	3	1354	4352	5412	3542	4523

## 20. Взаимосвязь неорганических веществ

задание	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	4	4	3	2	1	4	4	1

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### 21. Многообразие, классификация, номенклатура и теория строения органических соединений.

#### Гомология и изомерия углеводов

задание	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	1	1	3	2, 3	1, 3, 4	1, 4	4	4

задание	9	10	11	12	13	14	15	16
ответ	4	2	3	4	2	2	2	2

задание	17	18	19	20	21	22	23
ответ	3	2, 4	2	1, 3	6512	4621	5461

### 22. Строение, химические свойства и способы получения углеводов. Механизм реакций замещения и присоединения. Качественные реакции

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2, 3	3	1	1, 4	2, 3	2, 3	2, 3	4	4	4

задание	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	3	1	2	3	3	1	2	3	2, 4

задание	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ответ	1	1, 4	1, 4	3	4	1, 3	2	2	3	1

задание	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ответ	2	2	1	3	4	2	2	4	4

**23. Строение, функциональные группы, химические свойства и способы получения спиртов, фенола, простых эфиров, альдегидов. Промышленное получение метанола. Качественные реакции**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>ответ</b>	3	1	2	1, 2, 3	3	2, 3	4	2	4	3

<b>задание</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>ответ</b>	*3	1	3	2	2, 4	3	3	3	2	1

<b>задание</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>
<b>ответ</b>	4	2	2	3	3	1	2	4	3, 4

**24. Взаимосвязь органических соединений**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>ответ</b>	2, 3	4, 3	4	2, 4	4, 2	4, 3	4, 1	4

<b>задание</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>ответ</b>	4, 2	2, 3	414	42	2, 4	1	3, 2	2, 3

<b>задание</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
<b>ответ</b>	4, 3	3	3, 2, 3	3, 1	3, 4, 1	32

**25. Природные источники углеводов, их переработка. Синтез высокомолекулярных соединений**

<b>задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>ответ</b>	4	3	1	4	1	1	3	2	3	4	2	2

## РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ

### 26. Объемное отношение газов и тепловой эффект в химических реакциях

задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ответ	3	4	4	2	3	2	1	2	2	4	3

### 27. Масса вещества по известной массовой доле и массе раствора

задание	ответ
1	16,61 моль KOH
2	1,63 г Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
3	13,9% KCl
4	487 мл раствора Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
5	239,13 мл H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
6	22,14% HNO <sub>3</sub>
7	211,49 г Ca(OH) <sub>2</sub>
8	132 л NH <sub>3</sub>
9	31,6% HCl
10	160 л HC(H)O
11	279,4 мл H <sub>2</sub> O
12	7,6% FeSO <sub>4</sub>
13	75 г раствора KNO <sub>3</sub>
14	36,37% C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
15	4,42 л
16	25% Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
17	9,09% C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>
18	74,41 л NH <sub>3</sub>
19	56,7% CH <sub>3</sub> OH
20	9% HBr
21	9,1% Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
22	39,47 г раствора H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
23	35,6% CH <sub>3</sub> OH

**28. Масса вещества (объем газа) по известному количеству другого вещества в реакциях**

задание	ответ
1	4,48 л H <sub>2</sub>
2	6 г Cu
3	50% Cu
4	3,36 л H <sub>2</sub>
5	Медь Cu
6	Серебро Ag
7	17,8 г (4,8 г Mg + 13 г Zn)
8	6,18 л Cl <sub>2</sub>
9	9,6 г S
10	134,4 л (89,6 л NH <sub>3</sub> + 44,8 л CO <sub>2</sub> )
11	16,8 л (13,44 л NO <sub>2</sub> + 3,36 л O <sub>2</sub> )
12	735 г H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
13	240 г NaOH
14	5,6 м <sup>3</sup> (1,4 м <sup>3</sup> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> + 4,2 м <sup>3</sup> H <sub>2</sub> )
15	22,4 л CO <sub>2</sub>
16	21,2 моль C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br (продукт — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )
17	224 мл C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
18	44,4 мл C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
19	33,6 л O <sub>2</sub>
20	324,3 л (по 108,1 л CH <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> )
21	224 м <sup>3</sup> H <sub>2</sub>
22	224 л CO <sub>2</sub>
23	9 моль CO <sub>2</sub>

**29. Масса, объем или количество продукта по реагенту в недостатке, с примесями или в виде раствора**

задание	ответ
1	20,83 м <sup>3</sup> H <sub>2</sub>
2	6,72 л H <sub>2</sub> S
3	756 г Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>
4	4% NaOH
5	50 г KHCO <sub>3</sub>
6	248,5 л раствора C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
7	34,03 кг технического Al
8	8,44 г AgCl

задание	ответ
9	732,5 г (210 г Si + 480 г SiO <sub>2</sub> + 42,5 г примесей)
10	1,6% NaCl
11	15,4% C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH
12	72% CuO
13	121,2 г PbSO <sub>4</sub>
14	2,24 л CO <sub>2</sub>
15	8,4% NaHCO <sub>3</sub>
16	90% NaNO <sub>3</sub>
17	13,44 л NH <sub>3</sub>
18	12 г
19	51 моль SO <sub>2</sub>

### 30. Нахождение молекулярной формулы вещества

задание	ответ
1	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
2	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>
3	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
4	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>
5	CH <sub>3</sub> C≡CH
6	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>
7	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>
8	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
9	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub>
10	Na(C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O)
11	CH <sub>3</sub> C(H)O
12	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub>
13	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH
14	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> C(H)O
15	Ag(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COO)
16	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH, HCOOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> или CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub> )
17	HCOOCH <sub>3</sub>
18	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOCH <sub>3</sub>
19	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (глюкоза или фруктоза)
20	HCOOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
21	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (глюкоза или фруктоза)

**Медведев Юрий Николаевич  
Антошин Андрей Эдуардович  
Лидин Ростислав Александрович**

**ЕГЭ  
ХИМИЯ  
ПОДГОТОВКА К ЕГЭ  
ЭКСПЕРТ В ЕГЭ**

Издательство «**ЭКЗАМЕН**»

Гигиенический сертификат  
№ РОСС RU. АЕ51. Н 16678 от 20.05.2015 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*  
Редактор *Н. В. Стрелецкая*  
Технический редактор *Л. В. Павлова*  
Корректоры *Е. В. Григорьева, И. Д. Баринская*  
Дизайн обложки *М. Н. Ершова*  
Компьютерная верстка *Н. М. Судакова, А. В. Толокевич*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.  
[www.examen.biz](http://www.examen.biz)

Е-mail: по общим вопросам: [info@examen.biz](mailto:info@examen.biz);  
по вопросам реализации: [sale@examen.biz](mailto:sale@examen.biz)  
тел./факс 8 (495) 641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами  
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, [www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

**По вопросам реализации обращаться по тел.:  
8 (495) 641-00-30 (многоканальный).**



## **УВАЖАЕМЫЕ ПОКУПАТЕЛИ!**

Книги издательства **ЭКЗАМЕН** можно приобрести  
оптом и в розницу в следующих книготорговых организациях:

### **Москва**

ИП Степанов — Тел. 8-926-132-22-35  
Луна — Тел. 8-916-145-70-06; (495) 688-59-16  
ТД Библио-Глобус — Тел. (495) 781-19-00  
Молодая гвардия — Тел. (499) 238-00-32  
Дом книги Медведково — Тел. (499) 476-16-90  
Дом книги на Ладужской — Тел. (499) 400-41-06  
Шаг к пятерке — Тел. (495) 728-33-09; 346-00-10  
*Сеть магазинов Мир школьника*

### **Санкт-Петербург**

Коллибри — Тел. (812) 703-59-96  
Буквоед — Тел. (812) 346-53-27  
Век Развития — Тел. (812) 924-04-58  
Тандем — Тел. (812) 702-72-94  
Виктория — Тел. (812) 292-36-59/60/61  
Санкт-Петербургский дом книги — Тел. (812) 448-23-57

### **Архангельск**

АВФ-книга — Тел. (8182) 65-41-34

### **Барнаул**

Вектор — Тел. (3852) 38-18-72

### **Благовещенск**

Калутин — Тел. (4162) 35-25-43

### **Брянск**

Буква — Тел. (4832) 61-38-48  
ИП Трубо — Тел. (4832) 59-59-39

### **Волгоград**

Кассандра — Тел. (8442) 97-55-55

### **Владивосток**

Приморский торговый дом книги — Тел. (4232) 63-73-18

### **Воронеж**

Амитель — Тел. (4732) 26-77-77  
Риокса — Тел. (4732) 21-08-66

### **Екатеринбург**

ТЦ Люмна — Тел. (343) 344-40-60  
Дом книги — Тел. (343) 253-50-10  
Алис — Тел. (343) 255-10-06  
Буквариус — Тел. 8-800-700-54-31; (499) 272-69-46

### **Ессентуки**

ЧП Зинченко — Тел. (87961) 5-11-28

### **Иркутск**

Продалитъ — Тел. (3952) 24-17-77

### **Казань**

Аист-Пресс — Тел. (8435) 25-55-40  
Таис — Тел. (8432) 72-34-55

### **Киров**

ИП Шамов «УЛИСС» — Тел. (8332) 57-12-15

### **Краснодар**

Когорта — Тел. (8612) 62-54-97  
ОИПЦ Перспективы образования — Тел. (8612) 54-25-67

### **Красноярск**

Градъ — Тел. (3912) 26-91-45  
Планета-Н — Тел. (391) 215-17-01

### **Кострома**

Леонардо — Тел. (4942) 31-53-76

### **Курск**

Оптимист — Тел. (4712) 35-16-51

### **Мурманск**

Тезей — Тел. (8152) 43-63-75

### **Нижний Новгород**

Учебная книга — Тел. (8312) 40-32-13  
Пароль — Тел. (8312) 43-02-12  
Дирижабль — Тел. (8312) 34-03-05

### **Нижевартовск**

Учебная книга — Тел. (3466) 40-71-23

### **Новокузнецк**

Книжный магазин Планета — Тел. (3843) 70-35-83

### **Новосибирск**

Сибверк — Тел. (383) 2000-155  
Библионик — Тел. (3833) 36-46-01  
Планета-Н — Тел. (383) 375-00-75

### **Омск**

Форсаж — Тел. (3812) 53-89-67

### **Оренбург**

Фолиант — Тел. (3532) 77-25-52

### **Пенза**

Лексикон — Тел. (8412) 68-03-79  
Учколлектор — (8412) 95-54-59

### **Пермь**

Азбука — Тел. (3422) 41-11-35  
Тигр — Тел. (3422) 45-24-37

### **Петропавловск-Камчатский**

Новая книга — Тел. (4152) 11-12-60

### **Пятигорск**

ИП Лобанова — Тел. (8793) 98-79-87  
Твоя книга — Тел. (8793) 39-02-53

### **Ростов-на-Дону**

Фазтон-пресс — Тел. (8632) 40-74-88  
ИП Ермолаев — Тел. 8-961-321-97-97  
Магистр — Тел. (8632) 99-98-96

### **Рязань**

ТД Просвещение — Тел. (4912) 44-67-75  
ТД Барс — Тел. (4912) 93-29-54

### **Самара**

Чакона — Тел. (846) 231-22-33  
Метидя — Тел. (846) 269-17-17

### **Саратов**

Гемера — Тел. (8452) 64-37-37  
Умная книга — Тел. (8452) 27-37-10  
Полиграфист — Тел. (8452) 29-67-20  
Стрелец и К — Тел. (8452) 52-25-24

### **Смоленск**

Кругозор — Тел. (4812) 65-86-65

### **Сургут**

Родник — Тел. (3462) 22-05-02

### **Тверь**

Книжная лавка — Тел. (4822) 33-93-03

### **Тула**

Система Плюс — Тел. (4872) 70-00-66

### **Тюмень**

Знание — Тел. (3452) 25-23-72

### **Уссурийск**

Сталкер — Тел. (4234) 32-50-19

### **Улан-Удэ**

ПолиНом — Тел. (3012) 55-15-23

### **Уфа**

Эдвис — Тел. (3472) 82-89-65

### **Хабаровск**

Мирс — Тел. (4212) 47-00-47

### **Челябинск**

Интерсервис ЛТД — Тел. (3512) 47-74-13

### **Южно-Сахалинск**

Весть — Тел. (4242) 43-62-67

### **Якутск**

Книжный маркет — Тел. (4112) 49-12-69  
Якутский книжный дом — Тел. (4112) 34-10-12

По вопросам прямых оптовых закупок обращайтесь  
по тел. (495) 641-00-30 (многоканальный), [sale@examen.biz](mailto:sale@examen.biz)  
[www.examen.biz](http://www.examen.biz)