

С. Т. Гога, Ю. В. Исаенко

ЕГЭ

СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

ХИМИЯ



QR-коды

QR-коды с подробными ответами
к заданиям и дополнительной
информацией по каждой теме



С. Т. Гога, Ю. В. Исаенко

ЕГЭ

**СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ
СПРАВОЧНИК**

ХИМИЯ



**МОСКВА
2019**

Г58

Гога, Сергей Тарасович.

Химия / С. Т. Гога, Ю. В. Исаенко. — Москва : Эксмо, 2019. — 240 с. — (ЕГЭ. Супермобильный справочник).

Справочник содержит систематизированное изложение всех тем, проверяемых на ЕГЭ по химии, и тренировочные задания для самоконтроля. К каждой теме приводятся QR-коды с дополнительной информацией для углублённого изучения и подробными ответами ко всем заданиям. Использование QR-кодов значительно упростило процесс подготовки к ЕГЭ и позволит учащимся получить большой объём информации, сэкономяв время на её поиске.

Адресовано учащимся 10—11-х классов для подготовки к ЕГЭ по химии.

УДК 373:54
ББК 24я721

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Справочное издание / анықтамалық баспа
Для старшего школьного возраста / мектеп жасындағы ересек балаларға арналған
ЕГЭ. СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

Гога Сергей Тарасович, Исаенко Юлия Валерьевна**ХИМИЯ**

(орыс тілінде)

Ответственный редактор **А. Жилинская**
Ведущий редактор **Т. Судакова**. Художественный редактор **Е. Брынчик**



ООО «Издательство «Эксмо»
Россия, 123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел.: 8 (495) 411-68-86.
Импорт: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru
Өндүрүш: «ЭКСМО» АКЖ, Басма, 123308, Москва, Россия, Зорге көшөсү, 1 үй.
Тел.: 8 (495) 411-68-86.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru
Түзүү бөлүмү: «Эксмо»
Интернет-магазин : www.book24.kz
Интернет-дүкен : www.book24.kz
Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы»
Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.
Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию,
в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»
Қазақстан Республикасындағы дистрибутор және өнім бойынша арыз-талпалдарды
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС.
Алматы, Дембеловский көш., 3-а, литер Б, офис 1.
Тел.: 8 (727) 251-68-90/91/92 E-mail: RDC-Altay@yandex.kz
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.
Сертификация туралы ақпарат сайты: www.eksmo.ru/certification
Свидетельство о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ
о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»
www.eksmo.ru/certification
Өндүрген мемлекет: Ресей. Сертификация қадағаланды.

EKSMO.RU
новинки издательства



BOOK24.RU



BOOK24.RU

Продукция соответствует требованиям ТР ТС 007/2011

Дата изготовления / Подписано в печать 13.05.2019. Формат 75x108^{1/32}.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,25.

Тираж

экз. Заказ

ISBN 978-5-04-098750-4



9 785040 987504 >

ISBN 978-5-04-098750-4

© Гога С.Т., Исаенко Ю.В., 2019

© Оформление.

ООО «Издательство «Эксмо», 2019





УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

В ваших руках — современный справочник по химии, который поддержит вас при обучении в 8—11 классах, поможет сдать экзамены в школе и поступить в вуз. В справочнике дан краткий разбор всех тем, изучаемых в школьном курсе химии. По каждой теме приводятся определения и законы с кратким комментарием. В справочнике представлено 68 задач, предназначенных для самостоятельного решения при подготовке к сдаче единого государственного экзамена (ЕГЭ). Ответы к задачам даны в конце книги, а QR-коды к задачам позволят ознакомиться с их подробным решением. Путеводителем по определениям и понятиям послужит предметный указатель.

Современный мобильный справочник поможет вам:

- подготовиться к сдаче ЕГЭ по химии;
- написать доклад;
- подготовиться к уроку, контрольной или самостоятельной работе;
- быстро найти нужную информацию;
- актуализировать знания.





Как пользоваться справочником

Название раздела

Номер страницы

Органическая химия

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

 **УГЛЕВОДОРОДЫ**

Органическая химия — химия углеводородов и их производных.

Химические элементы, входящие в состав органических веществ: углерод, водород, кислород, азот, галогены, сера и фосфор.

Химические элементы в органических соединениях проявляют постоянную валентность, которая определяется по правилу: VIII–N группы Периодической системы, в которой находится элемент.

Изомеры — вещества, имеющие одинаковую молекулярную формулу, но разную структуру и, соответственно, разные физические и химические свойства.

Углеводороды — органические вещества, молекулы которых состоят только из атомов углерода и водорода (C_xH_y).

Классификация органических соединений

- по строению углеродной цепи
- по природе функциональной группы

Название темы

Определения, формулировки и их краткое пояснение

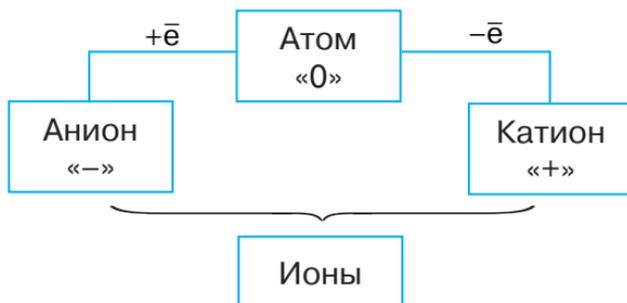


ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
О СТРОЕНИИ АТОМАКвантово-механическая модель
строения атома

Электрон, как и другие микрочастицы и световые волны, проявляет корпускулярно-волновой дуализм, то есть ведёт себя и как частица, и как волна (гипотеза — Луи де Бройль (1924 год)); экспериментальное подтверждение — Дэвиссон и Джермер (1927 год)).

Движение электрона невозможно описать определённой траекторией, можно говорить только о вероятности пребывания электрона в определённой области пространства. Разные положения электрона в атоме рассматривают как электронное облако с неравномерной плотностью отрицательного заряда.





Характеристики составляющих частей атома

	Ядро		
	протон	нейтрон	электрон
	нуклоны		
Символ	${}^1_1\text{p}$	${}^1_0\text{n}$	\bar{e}
Относительная масса	1	1	$\frac{1}{1836}$
Заряд	+1	0	-1
Количество в атоме	Z	$N = A_r - Z$	Z

где N — общая масса всех нейтронов (совпадает с общим количеством нейтронов), Z — порядковый номер, A_r — массовое число, равное сумме чисел протонов и нейтронов.

Нуклид — это тип атомов с определёнными значениями нуклонного и протонного чисел:

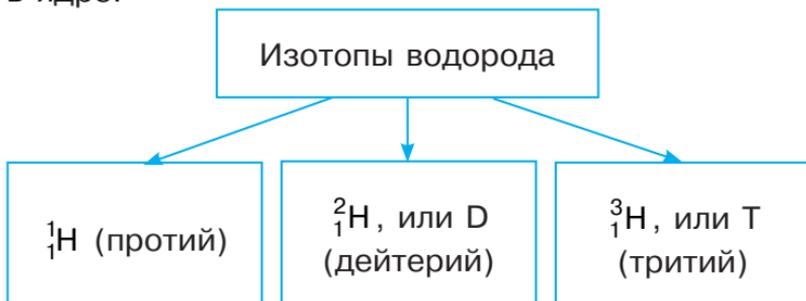
нуклонное число \rightarrow
протонное число \rightarrow ${}^{23}_{11}\text{Na}$

Изотопы — это разновидности атомов одного химического элемента, которые отличаются по



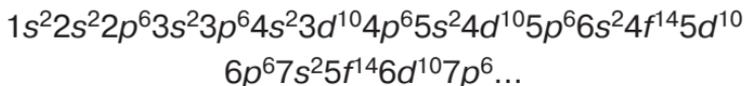


массе вследствие разного количества нейтронов в ядре.



Атомная орбиталь — это область пространства атома вблизи атомного ядра, в которой вероятность нахождения электрона максимальная (90 %). Существует четыре типа атомных орбиталей — *s*-, *p*-, *d*- и *f*-орбитали.

Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней электронами:



Электронная конфигурация — это распределение электронов по атомным орбиталям. Для схематического изображения электронных конфигураций применяют квантовые ячейки:

\square — атомная орбиталь (квантовая ячейка);

\uparrow — электрон;

$\uparrow\downarrow$ — пара электронов, спины которых противоположны.



Группы

главные подгруппы

	a I б		a II б		a III б		a IV б		a V б		a VI б		a VII б		a VIII б		
Периоды	1	[H]										H	He				
	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne								
	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar								
	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn					Kr		Fe	Co	Ni
	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc							Ru	Rh	Pd
	6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re							Os	Ir	Pt
	7	Fr	Ra	Ac	Db	Jl	Rf	Bh							Hn	Mt	Uun

побочные подгруппы

малые

большие

Физический смысл номера

периода	соответствует количеству энергетических уровней, на которых размещаются электроны
группы	определяет максимальное количество валентных (неспаренных) электронов
порядкового номера	соответствует заряду ядра (количеству протонов) и количеству электронов





Семейства элементов

Электронная конфигурация элементов	Расположение в Периодической системе
<i>s</i> -элементы	
Заполняется электронами <i>s</i> -подуровень внешнего энергетического уровня	Первые два элемента в каждом периоде
<i>p</i> -элементы	
Заполняется электронами <i>p</i> -подуровень внешнего энергетического уровня	Последние шесть элементов в каждом периоде (кроме 1-го и 7-го)
<i>d</i> -элементы	
Заполняется электронами <i>d</i> -подуровень предвнешнего энергетического уровня, а на <i>s</i> -подуровне внешнего уровня остаётся 1 или 2 электрона (кроме Pd)	По десять элементов в 4-м и 5-м периодах между <i>s</i> - и <i>p</i> -элементами, а в 6-м — десять элементов между <i>f</i> - и <i>p</i> -элементами. Это элементы побочных подгрупп (переходные элементы)



Окончание таблицы

Электронная конфигурация элементов	Расположение в Периодической системе
<i>f</i> -элементы	
Заполняется электро-нами <i>f</i> -подуровень третьего внешне-го энергетического уровня, а на внешнем уровне содержатся два <i>s</i> -электрона	По четырнадцать элементов между <i>s</i> - и <i>d</i> -элементами в 6-м и 7-м периодах. Это лантаноиды и актиноиды



Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Mg; 2) Ca; 3) P; 4) O; 5) Cu.

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

1

Выберите два элемента, которые не относятся к *s*-, *d*-, и *f*-элементам. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.



Ответ:





2

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.



Ответ:

3

Выберите три элемента, ядра атомов которых содержат одинаковое число протонов и нейтронов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.



Ответ:



ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Определённые **свойства элементов** изменяются периодически. К ним относятся:

- **атомный радиус** — характеризует межатомное (межъядерное) расстояние; атомный радиус равен половине расстояния между ядрами одинаковых атомов в молекуле или кристалле;



- **электроотрицательность** — это способность атомов притягивать к себе общие электронные пары;
- **металлические свойства** — характеризуют способность атомов химических элементов отдавать валентные электроны;
- **неметаллические свойства** — характеризуют способность атомов химических элементов присоединять валентные электроны.

**Периодичность изменения
свойства элементов главных
подгрупп Периодической системы
Д. И. Менделеева**

Направление изменения	
В периодах	В подгруппах
Атомный радиус	
увеличивается ←	увеличивается ↓
Электроотрицательность	
увеличивается →	увеличивается ↑
Металлические свойства	
усиливаются ←	усиливаются ↓
Неметаллические свойства	
усиливаются →	усиливаются ↑





Общая характеристика химических элементов в связи с их положением в Периодической системе химических элементов и особенностями строения их атомов

IA группа

Главную подгруппу I группы Периодической системы составляют щелочные металлические элементы: литий Li, натрий Na, калий K, рубидий Rb, цезий Cs и франций Fr. На внешнем энергетическом уровне содержат один валентный ns^1 -электрон (принадлежат к s -элементам). Характеризуются наибольшими атомными радиусами в соответствующих периодах, имеют наиболее сильно выраженные металлические свойства, легко отдают валентный электрон и проявляют степень окисления +1. Оксиды и гидроксиды элементов проявляют основной характер.

Li	6,941	3
	$2s^1$	
1		Литий
2		
Na	22,990	11
	$3s^1$	
1		Натрий
8		
2		
K	39,098	19
	$4s^1$	
1		Калий
8		
8		
2		
Rb	85,468	37
	$5s^1$	
1		Рубидий
8		
18		
8		
2		
Cs	132,905	55
	$6s^1$	
1		Цезий
8		
18		
18		
8		
2		

IIA группа

В состав главной подгруппы II группы Периодической системы входят металлические элементы: бериллий Be, магний Mg и щелочноземельные металлические элементы: кальций Ca, стронций Sr, барий Ba и радий Ra.



На внешнем энергетическом уровне они содержат два спаренных ns^2 -электрона (принадлежат к s -элементам). В основном (невозбужденном) состоянии проявляют валентность 0, валентность II и степень окисления +2 проявляют в возбужденном состоянии. Оксид бериллия (BeO) и гидроксид бериллия ($Be(OH)_2$) проявляют амфотерные свойства; оксиды и гидроксиды других элементов — основные свойства.

IIIA группа

В состав главной подгруппы III группы Периодической системы входят: неметаллический элемент бор B и металлические элементы: алюминий Al, галлий Ga, индий In и таллий Tl. На внешнем энергетическом уровне содержат три ns^2np^1 -электрона (принадлежат к p -элементам). Для бора и алюминия наиболее характерной является степень окисления +3, однако при переходе от Al к Ga и дальше до In и Tl более важное значение приобретает одновалентное состояние элементов.

Оксид бора (B_2O_3) и соответствующий гидроксид (H_3BO_3) проявляют кислотные свойства; оксиды алюминия (Al_2O_3), галлия (Ga_2O_3) и индия (In_2O_3),

2 2	Be 9,012 4 2s ²
	Бериллий
2 8 2	Mg 24,305 12 3s ²
	Магний
2 8 8 2	Ca 40,08 20 4s ²
	Кальций
2 8 18 8 2	Sr 87,62 38 5s ²
	Стронций
2 8 18 18 8 2	Ba 137,34 56 6s ²
	Барий
2 8 18 32 18 8 2	Ra 226,025 88 7s ²
	Радий





а также соответствующие гидроксиды ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Ga}(\text{OH})_3$ и $\text{In}(\text{OH})_3$) проявляют амфотерные свойства; оксид таллия (Tl_2O_3) и гидроксид таллия ($\text{Tl}(\text{OH})_3$) проявляют основные свойства.

Переходные элементы (*d*-элементы)

Медь Cu. Принадлежит к элементам побочной подгруппы I группы Периодической системы. Является металлическим элементом. В атоме Cu в $3d$ -состоянии должны находиться 9 электронов. Однако вследствие устойчивости d^{10} -конфигурации энергетически оказывается более выгодным переход одного из $4s$ -электронов в $3d$ -состояние. Поэтому на внешнем энергетическом уровне атома Cu содержится один $4s^1$ -электрон, а на предвнешнем — $18\bar{e}$.

Для меди наиболее характерна степень окисления +2, также медь может проявлять степень окисления +1.

Оксид меди(I) (Cu_2O) проявляет основные свойства, соответствующий ему гидроксид меди(I) (CuOH) является неустойчивым. Оксид меди(II) (CuO) проявляет основные свойства, соответствующий ему гидроксид меди(II) ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) является слабым основанием, которое проявляет слабые амфотерные

3 2	B	10,81 $2s^22p^1$	5
			Бор
3 8 2	Al	26,981 $3s^23p^1$	13
			Алюминий
3 18 8 2	Ga	69,72 $4s^24p^1$	31
			Галлий
3 18 18 8 2	In	114,82 $5s^25p^1$	49
			Индий
3 18 32 18 8 2	Tl	204,37 $6s^26p^1$	81
			Таллий

	29	63,546 $3d^{10}4s^1$	Cu	1 18 8 2
				Медь



свойства (частично растворяется в концентрированных растворах щелочей при нагревании).

Цинк Zn. Входит в состав побочной подгруппы II группы Периодической системы. Является металлическим элементом. На внешнем энергетическом уровне имеет $2s$ -электрона, а на предвнешнем — $18\bar{e}$. Цинк в соединениях проявляет степень окисления +2. Оксид цинка (ZnO) и гидроксид цинка ($Zn(OH)_2$) проявляют амфотерные свойства.

30	65,38	Zn	2
	$3d^{10}4s^2$		18
			8
		Цинк	2

Хром Cr. Принадлежит к элементам побочной подгруппы VI группы Периодической системы. Является металлическим элементом.

24	51,996	Cr	1
	$3d^54s^1$		13
			8
		Хром	2

У хрома наблюдается проскок одного электрона с $4s$ - на $3d$ -подуровень. Это объясняется тем, что электронная конфигурация d^5 , которая соответствует наполовину заполненному d -подуровню, является устойчивой, и d -элементы соответствующих периодов стремятся достичь этого стабильного d^5 -состояния. Для хрома наиболее устойчивыми являются степени окисления +2, +3 и +6. Оксид хрома(II) (CrO) и соответствующий ему гидроксид хрома(II) ($Cr(OH)_2$) проявляют основные свойства. Оксид хрома(III) (Cr_2O_3) и соответствующий ему гидроксид хрома(III) ($Cr(OH)_3$) проявляют амфотерные свойства. Оксид хрома(VI) (CrO_3) и соответствующая ему хромовая кислота (H_2CrO_4) проявляют кислотные свойства.





Железо Fe. Входит в состав побочной подгруппы VIII группы Периодической системы. Железо — второй по распространённости металлический элемент, который уступает только алюминию, и четвёртый (после O, Si, Al) по содержанию в земной коре элемент. На внешнем энергетическом уровне имеет $2s$ -электрона, а на предвнешнем — $14\bar{e}$. Для железа наиболее характерными являются степени окисления +2 и +3, известна также степень окисления +6.

26	55,847	Fe	2
	$3d^6 4s^2$		14
Железо			8
			2

Оксид железа(II) (FeO) проявляет основные свойства, соответствующий ему гидроксид железа(II) (Fe(OH)_2) является основанием средней силы с признаками амфотерности (взаимодействует с концентрированным раствором NaOH при кипячении). Оксид железа(III) (Fe_2O_3) и соответствующий ему гидроксид железа(III) (Fe(OH)_3) проявляют слабые амфотерные свойства.

Степень окисления +6 железо проявляет в солях гипотетической железной кислоты H_2FeO_4 — ферратах состава Me_2FeO_4 .

IVA группа

В состав главной подгруппы IV группы Периодической системы входят: неметаллические элементы: углерод C и кремний Si, а также металлические элементы: германий Ge, олово Sn и свинец Pb (принадлежат к p -элементам). Электронная конфигурация внешнего энергетического уровня



атомов этих элементов в основном состоянии: ns^2np^2 . Наиболее характерные степени окисления данных элементов: для С: $-4, +2, +4$; для Si: $-4, +4$; для Ge, Sn, Pb: $+2$ и $+4$. Углерод образует два оксида: оксид углерода(II) (CO), принадлежащий к несолеобразующим оксидам, и оксид углерода(IV) (CO₂), принадлежащий к кислотным оксидам (ему соответствует угольная кислота H₂CO₃). Оксид кремния(IV) (SiO₂) и соответствующая ему кремниевая кислота проявляют кислотные свойства. Оксиды германия(II) (GeO), олова(II) (SnO) и свинца(II) (PbO), а также соответствующие им гидроксиды (Ge(OH)₂, Sn(OH)₂ и Pb(OH)₂) проявляют амфотерные свойства.

Оксиды германия(IV) (GeO₂), олова(IV) (SnO₂) и свинца(IV) (PbO₂) являются амфотерными с преобладанием кислотных свойств. Им соответствуют очень слабые кислоты — германиевая, оловянная и свинцовая (EO₂ · xH₂O).

VA группа

В состав главной подгруппы V группы Периодической системы входят: неметаллические элементы: азот N, фосфор P и мышьяк As, а также металлические элементы: сурьма Sb и висмут Bi (принадлежит к *p*-элементам). Электронная конфигурация

C	12,011	6
	2s ² 2p ²	
4 2		Углерод
Si	28,086	14
	3s ² 3p ²	
4 8 2		Кремний
Ge	72,59	32
	4s ² 4p ²	
4 18 8 2		Германий
Sn	118,69	50
	5s ² 5p ²	
4 18 18 8 2		Олово
Pb	207,2	82
	6s ² 6p ²	
4 18 32 18 8 2		Свинец





внешнего энергетического уровня атомов этих элементов в основном состоянии: ns^2np^3 . Для азота максимальная валентность в соединениях равна IV. Степень окисления азота в его соединениях изменяется в широких пределах — от -3 до $+5$. Для всех остальных элементов VA группы характерны степени окисления -3 , $+3$ и $+5$.

Азот образует пять оксидов: несолеобразующие (оксид азота(I) (N_2O) и оксид азота(II) (NO)) и кислотные (оксид азота(III) (N_2O_3), оксид азота(IV) (NO_2) и оксид азота(V) (N_2O_5)), которым соответствуют азотистая (HNO_2) и азотная (HNO_3) кислоты.

Оксиды фосфора(III) (P_2O_3) и фосфора(V) (P_2O_5), а также соответствующие им кислоты: фосфористая (H_3PO_3), метафосфорная (HPO_3) и ортофосфорная (H_3PO_4) — проявляют кислотные свойства. Оксиды мышьяка(III) (As_2O_3) и сурьмы(III) (Sb_2O_3) проявляют амфотерные свойства, а оксид висмута(III) (Bi_2O_3) — основные свойства. Соответствующие им гидроксиды ($As(OH)_3$, $Sb(OH)_3$ и $Bi(OH)_3$) проявляют подобные свойства. Оксиды мышьяка(V) (As_2O_5) и сурьмы(V) (Sb_2O_5)

N	14,0067	7
	$2s^22p^3$	
5		Азот
2		
P	30,973	15
	$3s^23p^3$	
5		Фосфор
8		
2		
As	74,921	33
	$4s^24p^3$	
5		Мышьяк
18		
8		
2		
Sb	121,75	51
	$5s^25p^3$	
5		Сурьма
18		
18		
8		
2		
Bi	208,980	83
	$6s^26p^3$	
5		Висмут
18		
32		
18		
8		
2		



и соответствующие им гидроксиды (мышьяковистая кислота H_3AsO_4 и сурьмяная кислота $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) проявляют кислотные свойства. Степень окисления +5 малохарактерна для висмута; для получения соединений висмута(V) необходимо использовать сильные окислители.

VIA группа

В состав главной подгруппы VI группы Периодической системы входят: неметаллические элементы: кислород O, сера S, селен Se, теллур Te, а также радиоактивный металл полоний Po. Все они, кроме Po, имеют общее название «халькогены» (принадлежат к *p*-элементам). Электронная конфигурация внешнего энергетического уровня атомов этих элементов в основном состоянии: ns^2np^4 . Для кислорода характерна постоянная валентность II. Степень окисления кислорода в большинстве соединений -2. Исключение составляют

пероксиды ($\text{H}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$, $\text{Na}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$) и фторид

кислорода $\overset{+2}{\text{O}}\text{F}_2$. Все остальные элементы проявляют степени окисления в соединениях -2, +2, +4 и +6. Все оксиды халькогенов в степени окисления +4 характеризуются кислотными свойствами

6 2	O	15,999 $2s^22p^4$	8
Кислород			
6 8 2	S	32,06 $3s^23p^4$	16
Сера			
6 18 8 2	Se	78,96 $4s^24p^4$	34
Селен			
6 18 18 8 2	Te	127,60 $5s^25p^4$	52
Теллур			
6 18 32 18 8 2	Po	[209] $6s^26p^4$	84
Полоний			





(за исключением TeO_2 , проявляющего амфотерные свойства). Им соответствуют кислоты: H_2SO_3 (сернистая), H_2SeO_3 (селенистая) и $\text{TeO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (теллуристая).

Оксиды халькогенов в высшей степени окисления (+6) проявляют только кислотные свойства; им соответствуют кислоты: H_2SO_4 (серная), H_2SeO_4 (селеновая), H_6TeO_6 (теллуровая).

VIIA группа

В состав главной подгруппы VII группы Периодической системы входят неметаллические элементы: фтор F, хлор Cl, бром Br, йод I и астат At, который не имеет стабильных изотопов. Все элементы имеют общее название «галогены» (принадлежат к *p*-элементам). Электронная конфигурация внешнего энергетического уровня атомов этих элементов в основном состоянии: ns^2np^5 . Для фтора характерна постоянная валентность I и постоянная степень окисления -1 . Все остальные элементы проявляют степени окисления -1 , $+1$, $+3$, $+5$ и $+7$. Хлор в степенях окисления $+1$, $+3$, $+5$ и $+7$ образует кислородсодержащие кислоты.

Бром и йод в степени окисления $+1$ образуют бромноватистую кислоту HBrO (ей соответствует оксид

F	18,998	9
	$2s^22p^5$	
7		
2		Фтор
Cl	35,453	17
	$3s^23p^5$	
7		
8		Хлор
2		
Br	79,904	35
	$4s^24p^5$	
7		
18		
8		Бром
2		
I	126,904	53
	$5s^25p^5$	
7		
18		
18		
8		Йод
2		



Br_2O) и йодноватистую кислоту HIO (ей соответствует оксид I_2O), которые известны только в водных растворах. В степени окисления +3 кислородсодержащие соединения брома и йода неизвестны. В степени окисления +5 образуются бромоватая кислота HBrO_3 (ей соответствует оксид Br_2O_5) и йодноватая кислота HIO_3 (ей соответствует оксид I_2O_5). В высшей степени окисления +7 образуется йодная кислота H_5IO_6 . Бромная кислота HBrO_4 в свободном состоянии не выделена.

Кислородсодержащие кислоты хлора и их соли

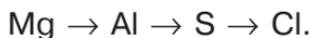
Степень окисления хлора	Название кислоты и её формула	Название кислотного остатка
+1	хлорноватистая (HClO)	гипохлорит
+3	хлористая (HClO_2)	хлорит
+5	хлорноватая (HClO_3)	хлорат
+7	хлорная (HClO_4)	перхлорат





1

Из предложенного перечня выберите две характеристики, которые соответствуют изменению свойств в ряду элементов:



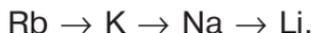
- 1) увеличиваются радиусы атомов
- 2) увеличивается число электронных слоёв в атомах
- 3) увеличивается относительная электроотрицательность
- 4) увеличивается число электронов на внешнем энергетическом уровне
- 5) усиливаются восстановительные свойства

Запишите в поле ответа номера выбранных характеристик.

Ответ:

2

Из предложенного перечня выберите две характеристики, которые соответствуют изменению свойств в ряду элементов:



- 1) уменьшаются радиусы атомов
- 2) увеличиваются радиусы атомов
- 3) уменьшается число электронов на внешнем энергетическом уровне



- 4) увеличивается число электронных слоёв в атомах
5) уменьшается число электронных слоёв в атомах
- Запишите в поле ответа номера выбранных характеристик.

Ответ:

3

Из предложенного перечня выберите два оксида, которые проявляют амфотерные свойства.

- 1) Na_2O
- 2) Al_2O_3
- 3) SO_3
- 4) Cr_2O_3
- 5) NO



Запишите в поле ответа номера выбранных оксидов.

Ответ:



ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Химическая связь — это взаимодействие атомов, обуславливающее их устойчивое соединение в молекулах или кристаллах.

Ковалентная связь — это химическая связь между атомами, которая осуществляется одной или несколькими общими электронными парами.





Типы химической связи

ковалентная (полярная и неполярная)

ионная

металлическая

водородная

Механизмы образования ковалентной связи

Обменный

общая электронная пара образована
неспаренными электронами исходных
атомов

Донорно-акцепторный

общая электронная пара
предоставляется одним из атомов
(донором), а другой атом (акцептор)
предоставляет вакантную атомную
орбиталь



Виды ковалентной связи в зависимости от полярности (разницы электроотрицательности)

Неполярная

ковалентная связь между атомами
с одинаковой электроотрицательностью

Полярная

ковалентная связь между атомами
с различной электроотрицательностью

Характеристики ковалентной связи

Полярность

указывает на характер распределения
электронной плотности в молекуле

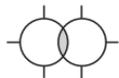
Энергия связи

количество энергии, необходимое
для разрыва связи (кДж/моль)

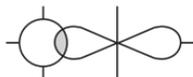


Виды ковалентной связи в зависимости от способа перекрывания электронных облаков атомов

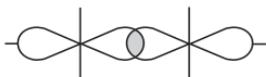
σ -СВЯЗЬ



σ (s-s)-связь



σ (s-p)-связь



σ (p-p)-связь

Одинарная связь всегда является σ -связью. σ -связь прочнее π -связи

π -СВЯЗЬ



π (p-p)-связь

π -связь может только дополнять σ -связь в двойной и тройной связи



Виды ковалентной связи в зависимости от кратности (количества общих электронных пар между атомами)

Одинарная
пример: $F-F$ (фтор)

Кратная

двойная
пример: $O=O$ (кислород)

тройная
пример: $N\equiv N$ (азот)

Ионная связь — это химическая связь, образованная благодаря электростатическому взаимодействию ионов. Ионная связь образуется вследствие перехода электрона от атома с меньшей электроотрицательностью к атому с большей электроотрицательностью и является граничным случаем ковалентной полярной связи.

Металлическая связь — это тип связи в кристаллах металлов между атомами или ионами металлов в углах кристаллической решётки и относительно свободными электронами («электронным газом»). Металлическую связь образуют элементы, у которых число валентных электронов очень мало по сравнению с числом валентных орбиталей.





Водородная связь — это химическая связь между молекулами, в состав которых входит атом водорода, связанный с атомами наиболее электроотрицательных элементов (F, O, N и др.).

Электроотрицательность — это способность атомов притягивать к себе общие электронные пары.



Степень окисления — это условный заряд атома в веществе, рассчитанный с допущением, что вещество состоит из ионов.

Валентность — это число связей, которые образует данный атом.

Кристаллическая решётка — это определённое пространственное расположение частиц (атомов, молекул или ионов).

Типы кристаллических решёток:

- **атомная** (наиболее прочная) — характерна для веществ с ковалентной химической связью (С (алмаз, графит), SiO_2 , SiC , В);
- **молекулярная** (наименее прочная) — характерна для веществ с ковалентной связью (большинство газов и жидкостей, большинство органических веществ);
- **ионная** — характерна для веществ с ионной химической связью (соли (NaCl , KNO_3), щёлочи (KOH , NaOH);
- **металлическая** — характерна для веществ с металлической химической связью (все металлы, сплавы).

1

Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная полярная химическая связь.

- 1) HCl
- 2) H_2
- 3) KF
- 4) SO_2
- 5) CaCl_2





Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

2

Из предложенного перечня выберите два соединения, которые имеют ионную кристаллическую решётку.

- 1) С (алмаз)
- 2) NaCl
- 3) Fe
- 4) H₂O
- 5) BaBr₂



Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

3

Установите соответствие между типами кристаллических решёток и физическими свойствами веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ТИП КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЁТКИ

- А) атомная
- Б) ионная
- В) металлическая
- Г) молекулярная

ФИЗИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО ВЕЩЕСТВА

- 1) высокая теплопроводность и пластичность
- 2) химическая инертность и большая твёрдость



- 3) низкие температуры плавления и летучесть
4) отсутствие летучести и высокая электропроводность растворов или расплавов веществ
- Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В	Г



ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Химическая реакция — это процесс, при котором из одних веществ образуются другие вещества.

Химические реакции в зависимости от количества и состава реагентов и продуктов реакции

Соединения	Из двух и более веществ образуется одно сложное вещество
Разложения	Из одного сложного вещества образуются два и более веществ
Замещения	При взаимодействии простого и сложного вещества образуются также простое и сложное вещество
Обмена	При взаимодействии двух сложных веществ образуются два или три сложных вещества





Тепловой эффект химической реакции — это количество теплоты, которое выделяется или поглощается системой вследствие реакции. Тепловой эффект при постоянном давлении называется энтальпией реакции и обозначается ΔH [Дж; кДж].

Химические реакции в зависимости от теплового эффекта

Экзотермические

происходят с выделением теплоты
($Q < 0$)

Эндотермические

происходят с поглощением теплоты
($Q > 0$)

Термохимические уравнения — это уравнения реакций, в которых возле формулы вещества указывают его агрегатное состояние, а также численные значения тепловых эффектов.

Скорость химической реакции — это количество элементарных актов реакции, которые происходят за единицу времени в единице объёма (в случае гомогенной реакции) или на единице поверхности раздела фаз (для гетерогенной реакции).



Химические реакции

Гомогенные

Реагенты и продукты реакции находятся в одинаковом агрегатном состоянии (в одной фазе)

Гетерогенные

Реагенты и продукты реакции находятся в разных агрегатных состояниях (в разных фазах)

Факторы, влияющие на скорость химической реакции

- Температура (выражается правилом Вант-Гоффа (1884 г.): с повышением температуры на каждые $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ скорость гомогенной реакции увеличивается в 2–4 раза);
- концентрация реагентов (выражается законом действующих масс (Гульдберг и Вааге, 1867 г.): скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагентов в степени стехиометрических коэффициентов в уравнении реакции);
- природа реагентов (все реакции ионного обмена происходят практически мгновенно; с большей скоростью протекают реакции при участии радикалов; молекулярные реакции при комнатной





температуре происходят с ограниченно малой скоростью);

- наличие катализаторов (катализаторы — вещества, которые увеличивают скорость реакции, но сами вследствие реакции не изменяются; вещества, которые уменьшают скорость реакции, называются ингибиторами);
- площадь поверхности соприкосновения реагентов (скорость реакции между твёрдыми веществами тем больше, чем больше площадь поверхности соприкосновения реагентов);
- освещение (в случае некоторых химических реакций на скорость взаимодействия влияет интенсивность освещения реакционной массы; например, взаимодействие водорода с хлором в темноте протекает медленно, а под действием прямого солнечного света реакция происходит очень быстро).

Химические реакции

Обратимые

одновременно происходят два взаимодействия: прямая и обратная реакции

Необратимые

происходят в одном направлении и заканчиваются полным превращением реагентов в продукты реакции



Химическое равновесие — это такое состояние обратимых реакций, при котором за единицу времени образуется такое же количество продуктов реакции, сколько их превращается в реагенты.

Принцип Ле Шателье (1884 год): если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказывается внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону той реакции, которая ослабляет это воздействие.

Факторы, влияющие на химическое равновесие

Концентрация веществ: увеличение концентрации реагентов способствует смещению равновесия в сторону прямой реакции, а увеличение концентрации продуктов реакции — в сторону обратной реакции

Температура: повышение температуры способствует смещению равновесия в сторону эндотермической реакции, а понижение температуры — в сторону экзотермической реакции

Давление (для реакций между газами): повышение давления способствует смещению равновесия в сторону реакции, которая сопровождается уменьшением объёма, а понижение давления — в сторону реакции, которая протекает с увеличением объёма





Химические реакции

Реакции, которые происходят без изменения степени окисления атомов

Реакции, которые происходят с изменением степени окисления атомов (окислительно-восстановительные реакции)

Окислительно-восстановительные реакции

Процесс окисления — процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом; при этом степень окисления увеличивается

участвует восстановитель

Процесс восстановления — процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом; при этом степень окисления понижается

участвует окислитель

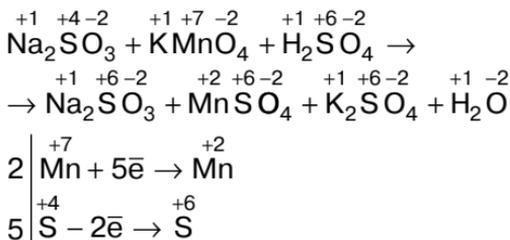


Пример составления электронного баланса

Порядок составления электронного баланса:

1. Определяем степени окисления всех элементов, входящих в состав реагирующих и образующихся в результате реакции веществ.
2. Определяем, какие элементы в результате реакции изменили степени окисления.
3. Определяем окислитель и восстановитель.
4. Записываем отдельно процессы окисления и восстановления с указанием количества электронов, которые берут участие в каждом из процессов.
5. Определяем коэффициенты, на которые необходимо умножить уравнения окисления и восстановления, чтобы количество электронов, которые отдал восстановитель, было равно количеству электронов, которые присоединил окислитель.
6. Расставляем соответствующие коэффициенты в исходном уравнении. Для проверки полученных коэффициентов необходимо определить количество атомов каждого из химических элементов в левой и правой частях уравнения.

Оформление окислительно-восстановительных реакций с электронным балансом:





Сульфат натрия или сера в степени окисления +4 является восстановителем и принимает участие в окислении. Перманганат калия или марганец в степени окисления +7 является окислителем и принимает участие в восстановлении.

Коррозия металлов — это процесс разрушения металла вследствие взаимодействия с окружающей средой.

Химическая	Происходит при действии на металл химически активных веществ
Электрохимическая	Происходит при контакте металла с электролитом, сопровождается возникновением электрического тока

Средства борьбы с коррозией

Химическая	1. Покрытие поверхности металла прочной плёнкой (лакокрасочные покрытия)
	2. Пассивация поверхности под действием окислителей с образованием устойчивой оксидной плёнки
Электрохимическая	1. Протекторная защита (к металлическому изделию присоединяют протектор из более активного металла, который окисляется)



Окончание таблицы

Электрохимическая	2. Катодная защита (металлическое устройство присоединяют к катоду внешнего источника электрического тока, а к аноду — вспомогательную деталь, которая окисляется)
Механическая	Покрывание тонким слоем другого металла

1

Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приводят к увеличению скорости химической реакции взаимодействия азота с водородом с образованием аммиака.



- 1) понижение температуры
- 2) повышение температуры
- 3) уменьшение концентрации водорода
- 4) использование железного катализатора
- 5) уменьшение концентрации азота

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ:



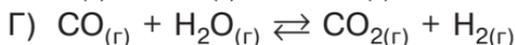
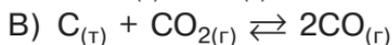
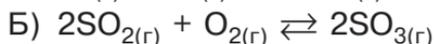
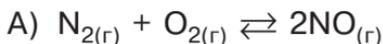


2

Установите соответствие между уравнением обратимой реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении давления: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ



НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в сторону прямой реакции
- 2) смещается в сторону обратной реакции
- 3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

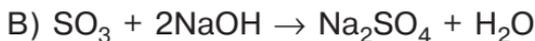
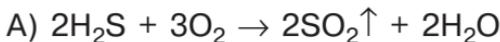


3

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством серы, которое она проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ



СВОЙСТВО СЕРЫ

- 1) является окислителем
- 2) является восстановителем
- 3) является и окислителем, и восстановителем
- 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В





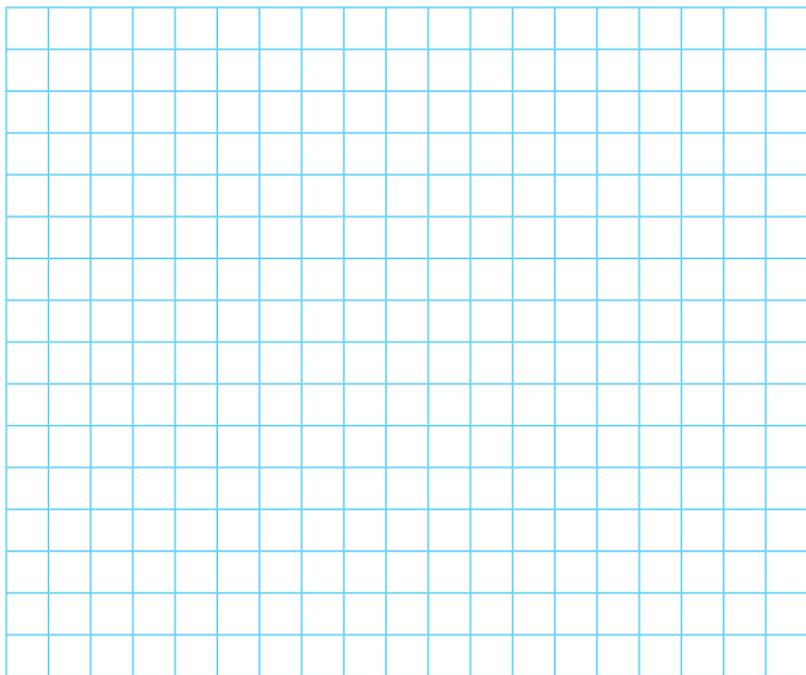
4

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Перечень веществ: концентрированная азотная кислота, медь, гидроксид цинка, карбонат калия, сера.



Ответ: _____





ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ГИДРОЛИЗ. ЭЛЕКТРОЛИЗ

Вещества

Электролиты — вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток (кислоты, щёлочи, соли)

Неэлектролиты — вещества, растворы или расплавы которых не проводят электрический ток (большое количество органических соединений)

Электролитическая диссоциация — это распад молекул или кристаллов электролита на ионы вследствие действия полярных молекул растворителя. Основные положения теории электролитической диссоциации были сформулированы С. Аррениусом (1887 год).

Кислоты — это электролиты, при диссоциации которых в водных растворах образуются катионы только одного типа — ионы водорода H^+ .

Количество ионов водорода, которые образуются при диссоциации одной молекулы кислоты, определяет основность кислоты.





Кислоты	
одноосновные	многоосновные
Диссоциируют практически полностью $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$	Диссоциируют ступенчато $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ <hr/> $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$

Основания — это электролиты, при диссоциации которых в водных растворах образуются анионы только одного типа — гидроксид-ионы OH^- . Количество гидроксид-ионов, которые образуются при диссоциации одной молекулы основания, определяет кислотность основания.

Основания	
однокислотные	многокислотные
Диссоциируют практически полностью $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$	Диссоциируют ступенчато $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaOH}^+ + \text{OH}^-$ $\text{BaOH}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^-$ <hr/> $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

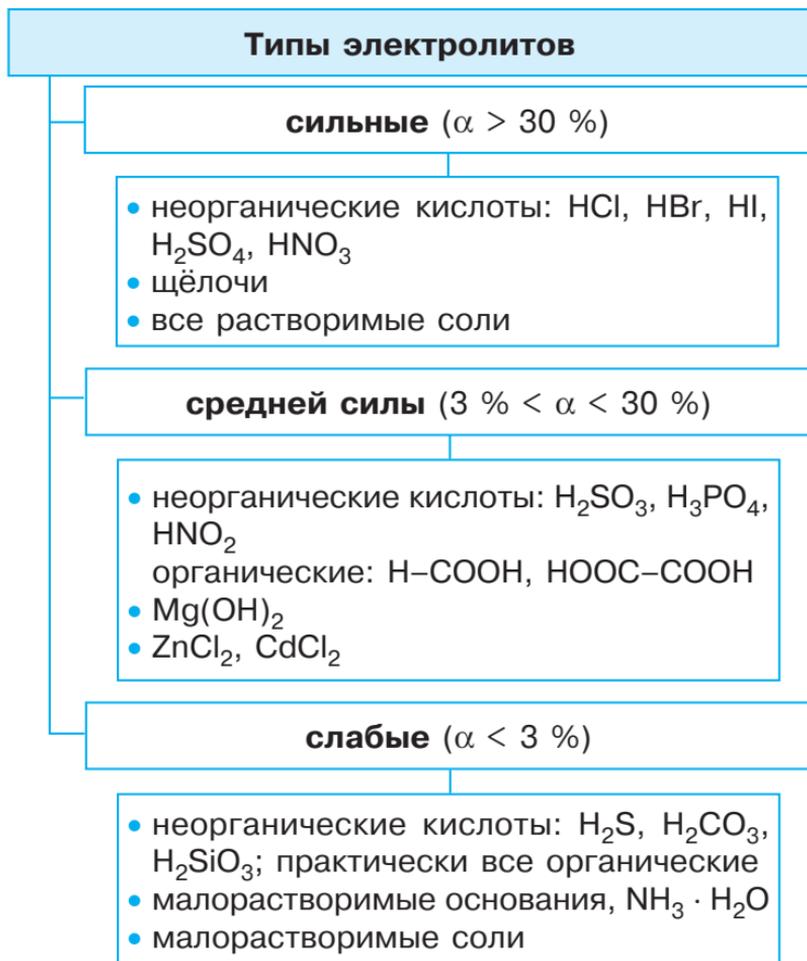
Соли (средние) — это электролиты, при диссоциации которых в водных растворах образуются катионы металлических элементов (или катион аммония NH_4^+) и анионы кислотных остатков.

Соли	
Средние	Диссоциируют практически полностью $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
Двойные	Диссоциируют практически полностью $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{K}^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$
Кислые	Диссоциируют ступенчато $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^-$ <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
Основные	Диссоциируют ступенчато $\text{CaOHCl} \rightleftharpoons \text{CaOH}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{CaOH}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^-$ <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\text{CaOHCl} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{Cl}^-$

Степень электролитической диссоциации (α) — это отношение количества молекул электролита, который распался на ионы (n), к общему количеству молекул этого электролита (N), введённого в раствор: $\alpha = \frac{n}{N}$.

α выражается в долях единицы или в процентах ($0 < \alpha \leq 1$ или $0 < \alpha \leq 100\%$).





Реакции в растворах электролитов осуществляются при участии ионов и малодиссоциированных молекул. Эти реакции записывают в виде ионных уравнений.



Ионные уравнения реакций

Полные	Содержат все ионы и молекулы, которые находятся в реакционной среде
Сокращённые	Содержат только те ионы и молекулы, которые принимают непосредственное участие в реакции

Условия протекания реакций обмена в растворах электролитов до конца

образование осадка

выделение газа

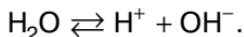
образование воды или другого слабого электролита (малодиссоциированного вещества)

Гидролиз — это реакция обменного взаимодействия веществ с водой. Гидролизу подвергаются вещества, которые принадлежат к разным классам: соли, солеподобные бинарные ковалентные соединения, сложные эфиры, жиры, углеводы, белки и т. д.





Соли при их растворении в воде распадаются на ионы; один из образовавшихся после распада соли ион вступает в химическое взаимодействие с молекулами воды с образованием слабого или малорастворимого электролита. Вследствие такого взаимодействия равновесие диссоциации воды смещается вправо:



В зависимости от природы исходной соли в растворе накапливаются ионы H^+ или OH^- и поэтому создаётся кислая или щелочная среда.

Типы солей

Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой. Такие соли не гидролизуются, так как их ионы с ионами воды не образуют слабых электролитов

Соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой. Такие соли гидролизуются и по катиону, и по аниону

Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой. Такие соли гидролизуются по катиону

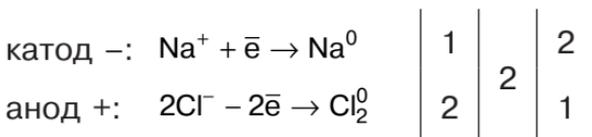
Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой. Такие соли гидролизуются по аниону



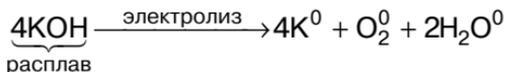
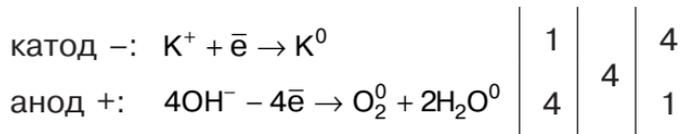
Электролиз — это окислительно-восстановительный процесс, который происходит на электродах при пропускании электрического тока через раствор или расплав электролита.

Схема электролиза расплава

- соли**



- щёлочи**





Электролиз растворов солей

Процессы на катоде

если металлический элемент расположен в ряду стандартных электродных потенциалов от Li до Al включительно, то его катионы не восстанавливаются, а восстанавливаются ионы H^+ или молекулы воды

если металлический элемент расположен от Mn до H, то его катионы восстанавливаются одновременно с молекулами воды

если металлический элемент расположен после H, то его катионы легко и полностью восстанавливаются

Процессы на аноде

анионы бескислородных кислот, кроме фторид-иона F^- , легко окисляются

анионы кислородсодержащих кислот не окисляются, а окисляются гидроксильные группы OH^- или молекулы воды



1

Из предложенного перечня выберите два соединения, диссоциация которых проходит ступенчато.

- 1) HCl
- 2) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- 3) NaHSO_4
- 4) K_3PO_4
- 5) H_3PO_4



Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

2

Установите соответствие между названиями соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- А) ацетат аммония
- Б) сульфат меди(II)
- В) карбонат калия
- Г) хлорид натрия



ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ

- 1) гидролизу не подвергается
- 2) гидролизуется по аниону
- 3) гидролизуется по катиону
- 4) гидролизуется по катиону и аниону





Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

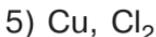
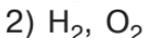
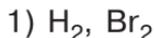
3

Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



Классификация неорганических веществ

Чистые неорганические вещества

Простые

металлы

неметаллы

Сложные

оксиды

соли

гидроксиды

основные (основания)

кислотные (кислоты)

амфотерные



НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

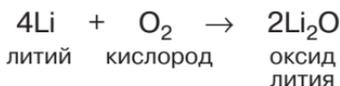


ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА — МЕТАЛЛЫ

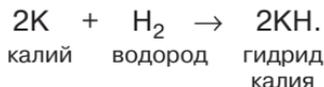
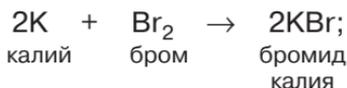
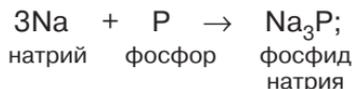
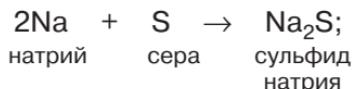
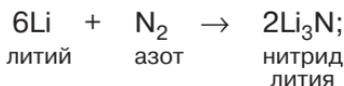
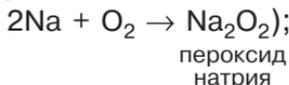
Характерные химические свойства
простых веществ — металлов

Щелочные металлы (Li, Na, K, Rb, Cs)

Проявляют свойства активных восстановителей: в соединениях приобретают степень окисления +1. Взаимодействуют с простыми веществами — неметаллами:



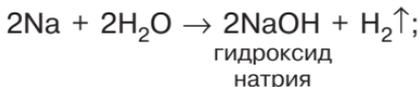
(натрий и другие металлы дают пероксиды:



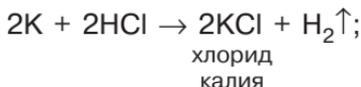


Взаимодействуют со сложными веществами:

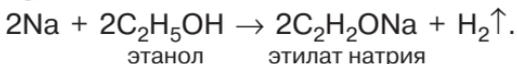
- с водой:



- с кислотами:

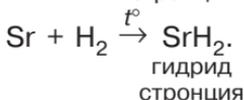
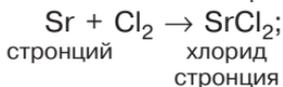
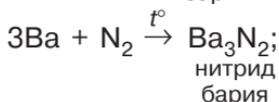
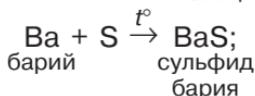
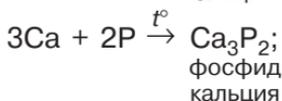
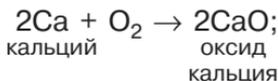


- со спиртами:



Щёлочноземельные металлы (Ca, Sr, Ba)

Проявляют свойства активных восстановителей: в соединениях приобретают степень окисления +2. Взаимодействуют с простыми веществами — неметаллами:



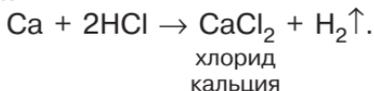


Взаимодействуют со сложными веществами:

- с водой:



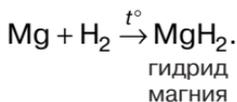
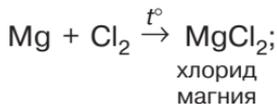
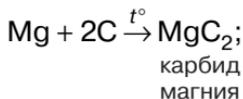
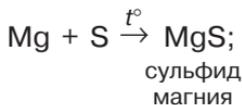
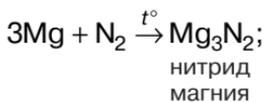
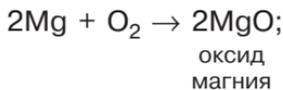
- с кислотами:



Магний (Mg)

Проявляет свойства активного восстановителя: в соединениях приобретает степень окисления +2.

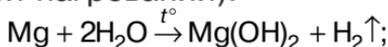
Взаимодействует с простыми веществами — неметаллами:



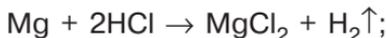


Взаимодействует со сложными веществами:

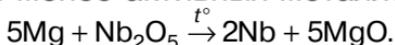
- с водой (при нагревании):



- с кислотами:



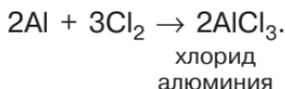
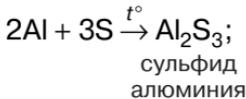
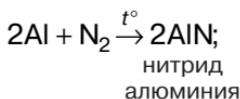
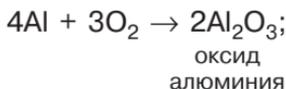
- с оксидами менее активных металлов:



Алюминий (Al)

Активный металл, расположенный в ряду активности металлов после щелочных и щёлочноземельных металлов; устойчивый на воздухе, так как прочная оксидная плёнка предотвращает его окисление. Проявляет свойства активного восстановителя: приобретает степень окисления +3.

Взаимодействует с простыми веществами — неметаллами:



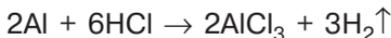


Взаимодействует со сложными веществами:

- с водой (только при условии удаления оксидной плёнки):



- с кислотами:



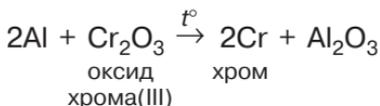
(пассивируется концентрированной серной кислотой, а также очень разбавленной и концентрированной азотной кислотой при комнатной температуре);

- со щелочами: алюминий взаимодействует при нагревании с концентрированными растворами щелочей:



тетрагидрокси-
алюминат
натрия

- с оксидами менее активных металлов:



(используется для получения ряда металлов (алюмотермия)).

Переходные металлы

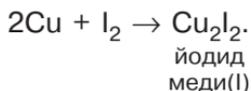
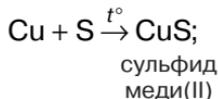
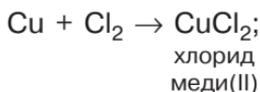
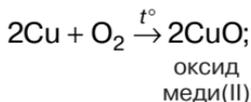
Медь (Cu)

Взаимодействует как с простыми, так и сложными веществами, выступая в роли восстановителя. Для меди наиболее характерной является степень окисления +2, также медь проявляет в соединениях степень окисления +1.



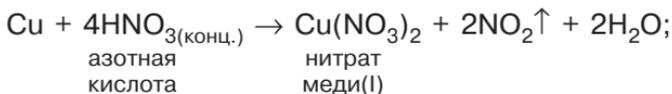


Взаимодействует с простыми веществами — неметаллами:

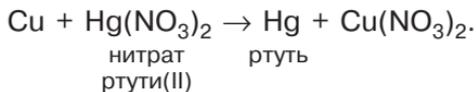


Взаимодействует со сложными веществами:

- с кислотами-окислителями (концентрированной серной кислотой, разбавленной и концентрированной азотной кислотой):



- с солями металлических элементов, расположенных в ряду активности металлов правее Cu:

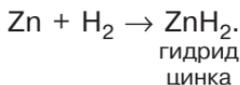
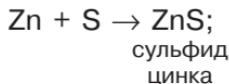
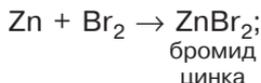
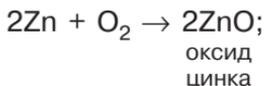


Цинк (Zn)

Достаточно активный металл, взаимодействует с простыми и сложными веществами, выступая в роли восстановителя: приобретает степень окисления +2.



Взаимодействует с простыми веществами — неметаллами:

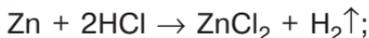


Взаимодействует со сложными веществами:

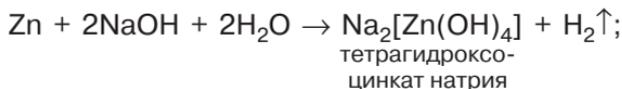
- с водой (при нагревании):



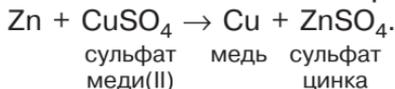
- с кислотами:



- со щелочами:



- с солями металлических элементов, расположенных в ряду активности металлов правее Zn:



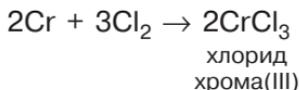
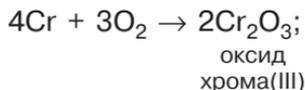
Хром (Cr)

При обычных условиях очень инертный вследствие наличия прочной оксидной плёнки; при нагревании взаимодействует со многими неметаллами.

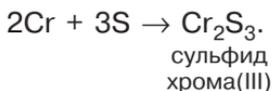




Взаимодействует с простыми веществами — неметаллами:

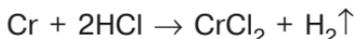


(если металл проявляет несколько степеней окисления, то он окисляется хлором до степени окисления, которая имеет большее значение);



Взаимодействует со сложными веществами:

- с кислотами:



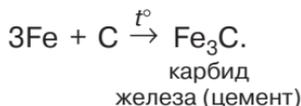
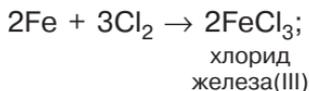
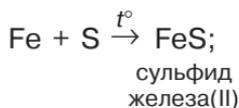
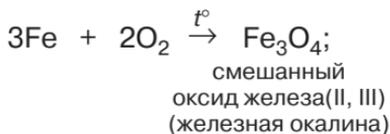
(пассивируется концентрированными серной и азотной кислотами). В связи с тем, что окислительные свойства соляная кислота проявляет за счёт присоединения электрона к иону водорода, образуются хлориды металлических элементов с минимальной степенью окисления.

Железо (Fe)

Железо является довольно активным металлом; проявляет восстановительные свойства по отношению к неметаллам, кислотам, катионам металлических элементов, расположенных в ряду активности металлов правее железа.

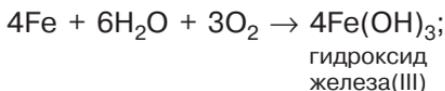


Взаимодействует с простыми веществами — неметаллами:

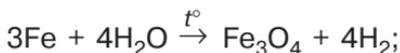


Взаимодействует со сложными веществами:

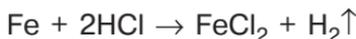
- с влажным воздухом:



- с водой (при действии перегретого пара на раскалённое свыше 600 °С железо):



- с кислотами:



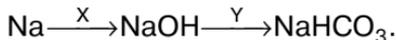
(пассивируется концентрированными серной и азотной кислотами при комнатной температуре).





1

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) O_2
- 2) H_2
- 3) H_2O
- 4) H_2CO_3
- 5) CO_2



Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

2

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии которых с кальцием будет выделяться газ.

- 1) вода
- 2) сера
- 3) хлор
- 4) углерод
- 5) соляная кислота



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

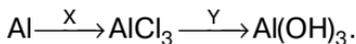
Ответ:

--	--



3

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) KCl
- 2) $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- 3) H_2O
- 4) HCl
- 5) NaOH



Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

4

Из предложенного перечня выберите два металла, которые способны вытеснить медь из водного раствора сульфата меди(II).

- 1) серебро
- 2) цинк
- 3) ртуть
- 4) магний
- 5) золото



Запишите в поле ответа номера выбранных металлов.

Ответ:

--	--





5

Из предложенного перечня выберите два вещества, с каждым из которых железо реагирует без нагревания.

- 1) хлор
- 2) сера
- 3) хлорид меди(II) (раствор)
- 4) вода
- 5) концентрированная серная кислота



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:



ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА — НЕМЕТАЛЛЫ

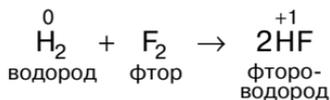
Характерные химические свойства простых веществ — неметаллов

Водород (H_2)

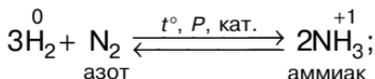
Достаточная прочность ковалентной неполярной химической связи в молекуле водорода обуславливает незначительную химическую активность H_2 , вследствие чего большинство реакций с его участием происходит только при нагревании.

Взаимодействует с простыми веществами:

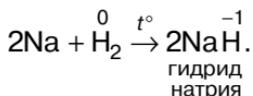
- проявляет восстановительные свойства при взаимодействии с неметаллами:



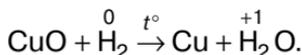
(со взрывом);



- проявляет окислительные свойства при взаимодействии с металлами:



Взаимодействует со сложными веществами: водород проявляет восстановительные свойства при взаимодействии с оксидами металлов (это свойство водорода используется для получения некоторых металлов):



Галогены (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2)

Химическая активность галогенов как простых веществ — неметаллов уменьшается в следующем ряду:



Взаимодействуют с простыми веществами: галогены проявляют окислительные свойства при взаимодействии с простыми веществами — металлами и с водородом. Все галогены, кроме фтора, реагируют с металлами в основном при нагревании; при этом образуются соли, в которых металлы,

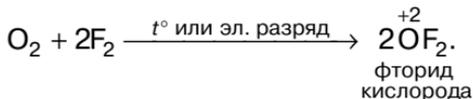




Кислород реагирует практически со всеми простыми веществами, за исключением галогенов (кроме F_2), благородных газов, платиновых металлов и золота; проявляет окислительные свойства:

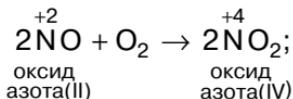


Восстановительные свойства кислород проявляет только в реакции со фтором:

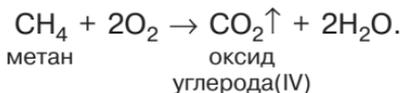
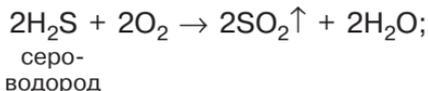


Взаимодействует со сложными веществами (проявляет окислительные свойства):

- с оксидами элементов с меньшим значением степени окисления:



- с другими сложными веществами (неорганическими и органическими):





Более сильные окислительные свойства проявляет озон (O_3) — вторая аллотропная модификация кислорода.

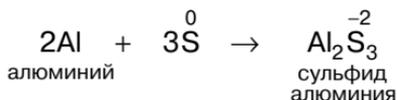
Сера (S)

Сера образует ряд аллотропных модификаций: моноклинную, ромбическую и пластическую.

Так как атомы серы в простом веществе проявляют промежуточную степень окисления (0), сера в химических реакциях проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

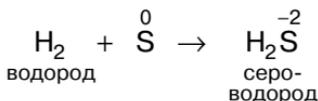
Взаимодействует с простыми веществами:

- с металлами:

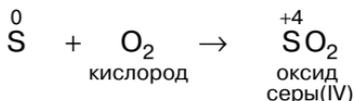


(сера является окислителем);

- с неметаллами:

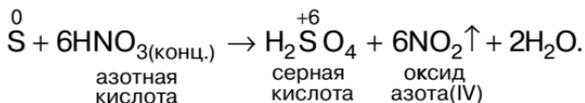


(сера является окислителем);



(сера является восстановителем).

Взаимодействует со сложными веществами (проявляет свойства восстановителя в химических реакциях с окислителями):



Азот (N₂)

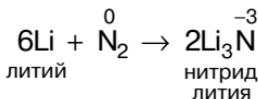
Тройная ковалентная неполярная связь в молекуле азота обуславливает незначительную реакционную способность N₂.

При обычных условиях азот взаимодействует только с литием; в большинство химических реакций азот вступает при высоких температурах. Азот не поддерживает горения, а сам является продуктом горения аммиака и многих азотсодержащих органических веществ.

Так как атомы азота в простом веществе проявляют промежуточную степень окисления (0), азот в химических реакциях проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

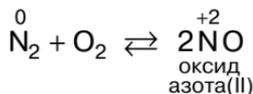
Взаимодействует с простыми веществами:

- с металлами:



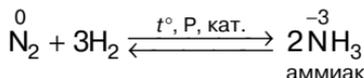
(азот является окислителем);

- с неметаллами:



(азот является восстановителем);





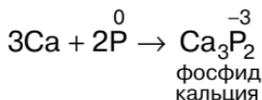
(азот является окислителем).

Фосфор (P)

Существует более 11 аллотропных модификаций фосфора, из которых наиболее известными являются белый, красный и чёрный фосфор. Химически наиболее активным является белый фосфор. Так как атомы фосфора в простом веществе проявляют промежуточную степень окисления (0), фосфор в химических реакциях проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

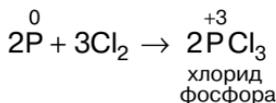
Взаимодействует с простыми веществами:

- с металлами:

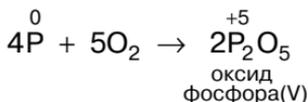


(фосфор является окислителем);

- с неметаллами:



(фосфор является восстановителем);

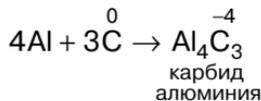


(фосфор является восстановителем).



Взаимодействует с простыми веществами:

- с металлами:

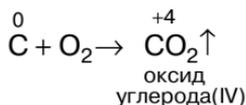


(углерод является окислителем);

- с неметаллами:



(углерод является окислителем);



(углерод является восстановителем).

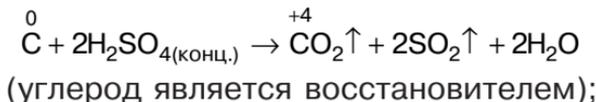
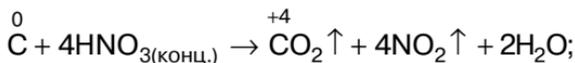
Взаимодействует со сложными веществами:

- с водой:



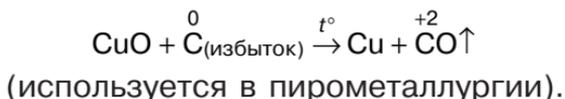
(углерод является восстановителем);

- с кислотами:





- с оксидами металлов:

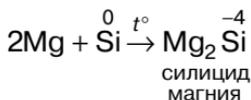


Кремний (Si)

Кремний образует две аллотропные модификации: алмазоподобную (кристаллический кремний) и графитоподобную (при обычных условиях эта модификация неустойчива). Аморфный кремний — это алмазоподобный кремний, состоящий из мелких кристалликов. Так как атомы кремния в простом веществе проявляют промежуточную степень окисления (0), кремний в химических реакциях проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

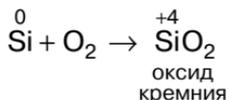
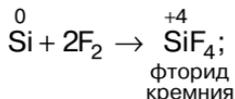
Взаимодействует с простыми веществами:

- с металлами:



(кремний является окислителем);

- с неметаллами:



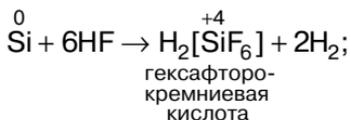
(кремний является восстановителем).



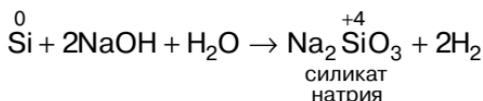


Взаимодействует со сложными веществами:

- с кислотами: кремний не реагирует с водными растворами кислот, но растворяется в плавиковой кислоте:



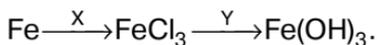
- со щелочами:



(кремний является восстановителем).

1

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) HCl
- 2) Cl₂
- 3) NaCl
- 4) H₂O
- 5) NaOH



Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y



2

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми не взаимодействует кислород.

- 1) золото
- 2) магний
- 3) хлор
- 4) водород
- 5) сера



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

3

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии с которыми азот проявляет окислительные свойства.

- 1) кислород
- 2) водород
- 3) соляная кислота
- 4) кальций
- 5) гидроксид натрия



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

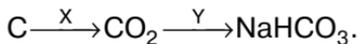
Ответ:





4

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) O_2
- 2) H_2O
- 3) Na
- 4) NaCl
- 5) NaOH



Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

5

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые способны взаимодействовать с водой.

- 1) кремний
- 2) углерод
- 3) хлор
- 4) водород
- 5) азот



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--



СЛОЖНЫЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Оксиды

Это сложные вещества, которые состоят из двух химических элементов, одним из которых является кислород в степени окисления -2 .

Оксиды	
несолеобразующие	
Не проявляют ни кислотные, ни основные свойства; не образуют солей	
солеобразующие	
Основные	Оксиды металлических элементов в степени окисления $+1$, $+2$, которым соответствуют основания
Кислотные	Оксиды неметаллических элементов; оксиды металлических элементов в высшей степени окисления, которым соответствуют кислоты
Амфотерные	Оксиды некоторых металлических элементов, которым соответствуют амфотерные гидроксиды, способные проявлять как кислотные, так и основные свойства



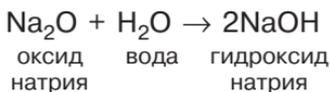


Химические свойства оксидов

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции

ОСНОВНЫХ

основный оксид
(оксиды щелочных
и щёлочноземельных
металлов)



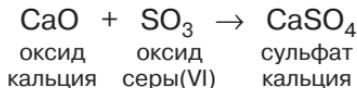
основный оксид

+

кислотный оксид

→

соль



основный оксид

+

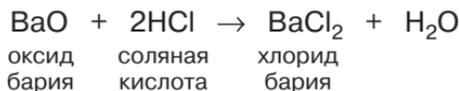
кислота

→

соль

+

вода





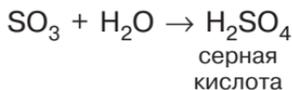
Продолжение таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**КИСЛОТНЫХ****КИСЛОТНЫЙ
ОКСИД**
(кроме SiO_2)

+

ВОДА

→

КИСЛОТА**КИСЛОТНЫЙ
ОКСИД**

+

**ОСНОВНЫЙ
ОКСИД**

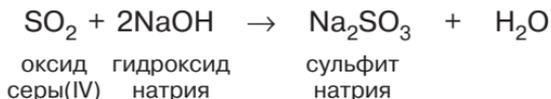
→

СОЛЬ**КИСЛОТНЫЙ
ОКСИД**

+

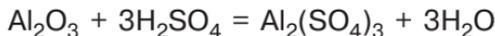
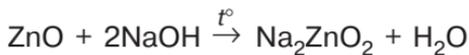
ЩЁЛОЧЬ

→

СОЛЬ+ **ВОДА**

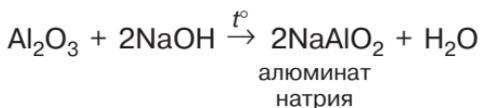


Продолжение таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**амфотерных****амфотерный
оксид**
(как
основный)оксид
цинкахлорид
цинкаоксид
алюминиясульфат
алюминия**амфотерный
оксид**
(как кислотный)цинкат
натрия



Окончание таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**амфотерных**амфотерный
оксид

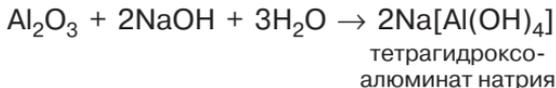
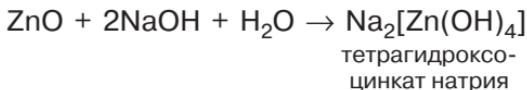
+

щёлочь

+

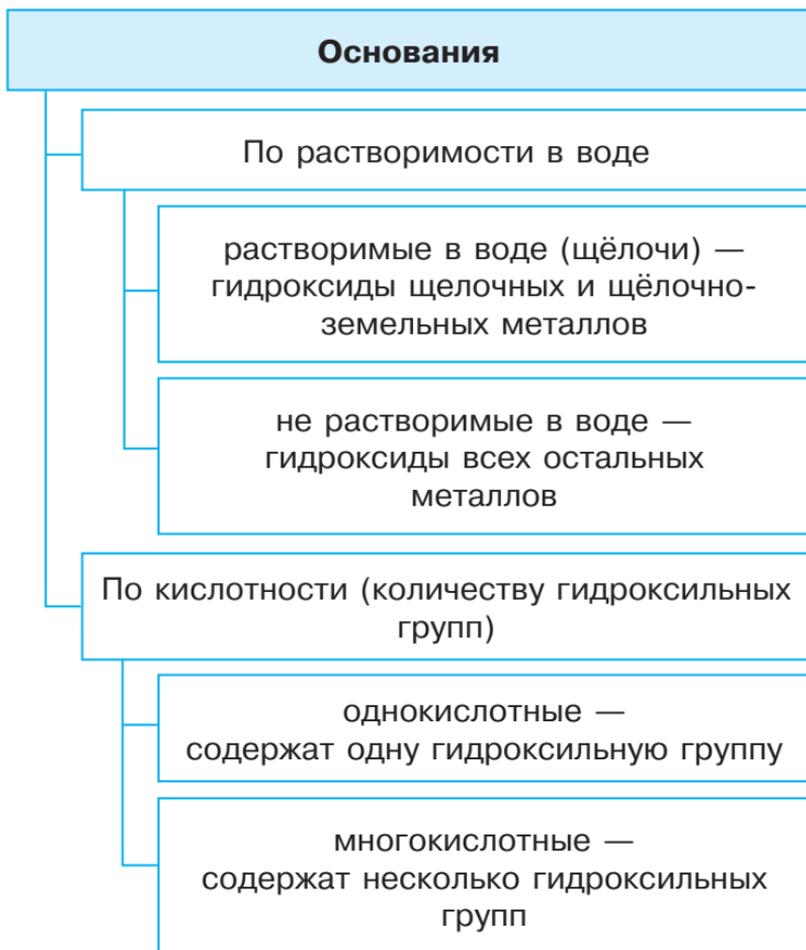
вода

→

комплексная соль
в растворе

Основания

Это сложные вещества, которые состоят из катионов металлического элемента и гидроксид-анионов.





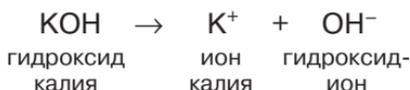
Химические свойства оснований

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции

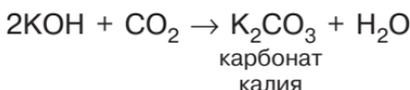
щелочей

Индикаторы изменяют свою окраску в растворах щелочей:

- лакмус приобретает синюю окраску;
- фенолфталеин — малиновую;
- метиловый оранжевый — жёлтую

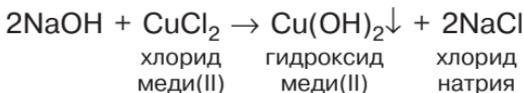
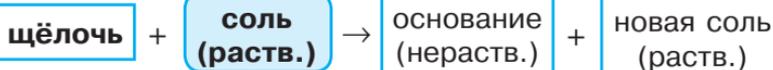


(реакция нейтрализации)

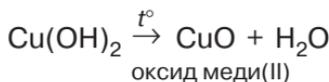
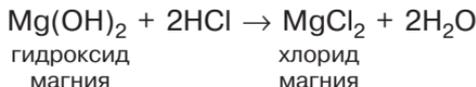




Продолжение таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**нерастворимых оснований**

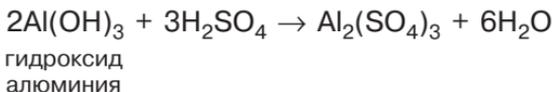
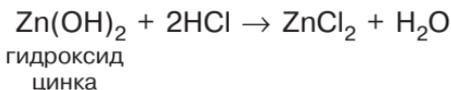
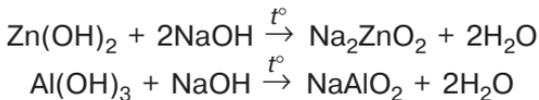
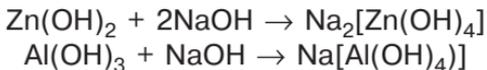
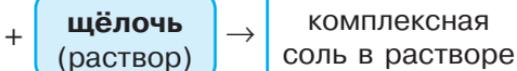
(реакция нейтрализации)

**амфотерных гидроксидов**

(гидроксиды некоторых металлических элементов, способные проявлять как основные, так и кислотные свойства)



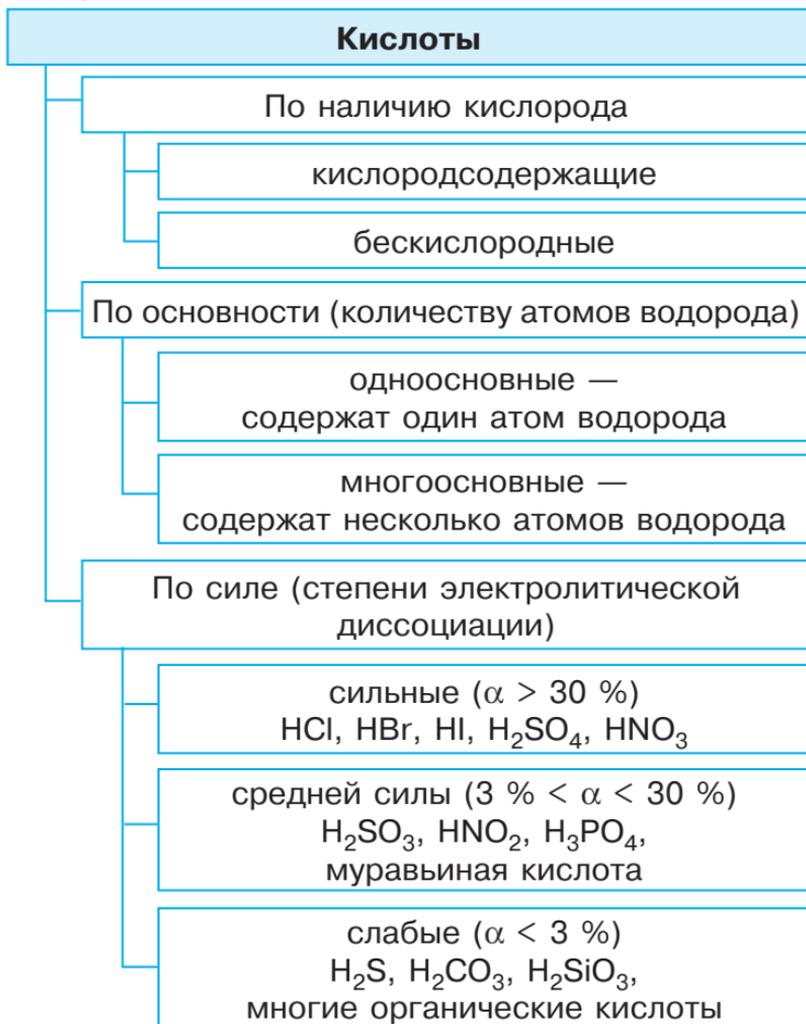
Окончание таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**амфотерный гидроксид**
(как основание)**амфотерный гидроксид****амфотерный гидроксид****амфотерный гидроксид**



Кислоты

Это сложные вещества, которые состоят из атомов водорода и кислотного остатка.



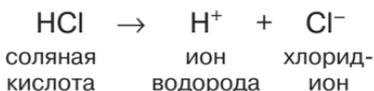


Химические свойства кислот

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции

Индикаторы изменяют свою окраску в растворах кислот:

- лакмус приобретает красную окраску;
- фенолфталеин становится бесцветным;
- метиловый оранжевый — красным



**кислота-
неокислитель**
(кроме $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$
и $\text{HNO}_{3(\text{разб. и конц.})}$)

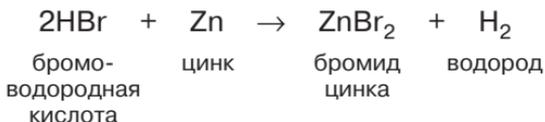
+

металл
(в ряду активности
металлов до H_2)



соль

+ вода





Окончание таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**кислота**

+

основание
(или амфотерный гидроксид)

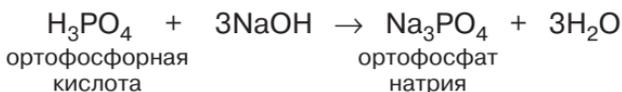
→

соль

+

вода

(реакция нейтрализации)

**кислота**

+

соль

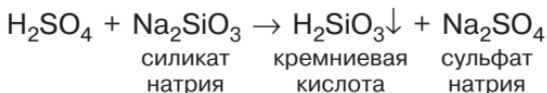
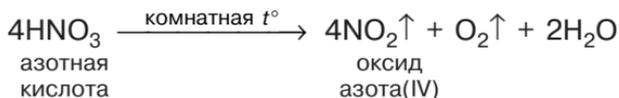
→

новая кислота

+

новая соль

(если один из продуктов реакции является нерастворимым или газообразным веществом)

**кислота** $\xrightarrow{t^\circ}$ **продукты разложения**



Соли

Это сложные вещества, которые являются продуктами полного или частичного замещения атомов водорода в кислотах атомами металлических элементов (или группами атомов) либо продуктами полного или частичного замещения гидроксид-ионов в основаниях кислотными остатками.

Соли

Средние (нормальные) —
продукты полного замещения атомов
водорода в молекуле кислоты на атомы
металлического элемента

Кислые —
продукты неполного замещения атомов
водорода в молекуле кислоты на атомы
металлического элемента

Оснóвные —
продукты неполного замещения
гидроксильных групп в основаниях
на кислотные остатки

Комплексные —
сложные вещества, которые содержат
комплексные ионы



Химические свойства солей

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции

средних

соль

+

металл

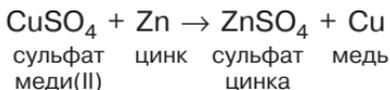
→

новая
соль

+

новый
металл

(металл расположен
в ряду активности металлов левее металла,
входящего в состав соли)



соль

+

кислота

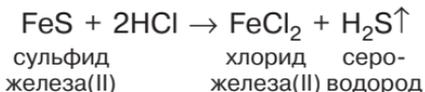
→

новая
кислота

+

новая
соль

(если один из продуктов реакции
является нерастворимым или газообразным
веществом)





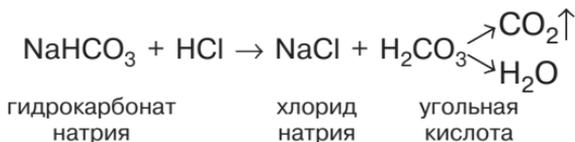
Продолжение таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции

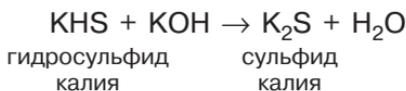
Большинство солей при растворении в воде подвергается гидролизу (см. раздел 1, тема 1.5)

КИСЛЫХ

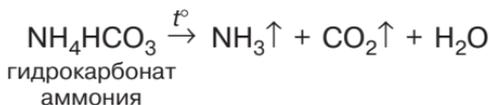
кислая соль + **сильная кислота** → **средняя соль** + **слабая кислота**



кислая соль + **щёлочь** → **средняя соль** + **вода**



кислая соль $\xrightarrow{t^\circ}$ **продукты разложения**





Окончание таблицы

Схема взаимодействия и уравнение химической реакции**комплексных****комплексная
соль**

+

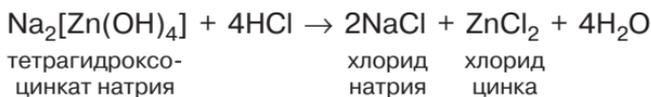
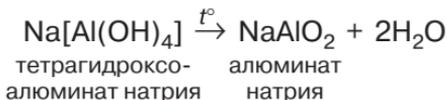
**сильная кислота
(избыток)**

соль № 1

+

соль № 2

+

 H_2O **комплексная
соль****продукты
разложения**



1

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому/которой это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- A) Na_2HPO_4
- Б) ZnOHCl
- В) Zn(OH)_2

КЛАСС/ГРУППА

- 1) амфотерные гидроксиды
- 2) основания
- 3) соли основные
- 4) соли кислые

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.





ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) $\text{AlCl}_{3(\text{p-p})}$
- Б) $\text{Al}(\text{OH})_3$
- В) SO_2
- Г) HCl

РЕАГЕНТЫ

- 1) HCl , H_2SO_4 , $\text{NaOH}_{(\text{p-p})}$
- 2) O_2 , CaO , $\text{NaOH}_{(\text{p-p})}$
- 3) CuO , Na_2CO_3 , FeS
- 4) O_2 , CO_2 , HCl
- 5) $\text{NaOH}_{(\text{p-p})}$, Mg , AgNO_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

3

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) P и $\text{HNO}_{3(\text{конц.})}$
- Б) NH_3 и $\text{O}_{2(\text{кат.})}$
- В) CuO и $\text{HNO}_{3(\text{разб.})}$
- Г) Cu и $\text{HNO}_{3(\text{конц.})}$

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NO_2 и H_2O
- 2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и H_2O
- 3) N_2 и H_2O
- 4) NO и H_2O
- 5) HNO_3
- 6) H_3PO_4 , NO_2 и H_2O





Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

4

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) HCl
- 2) H₂
- 3) Na
- 4) KCl
- 5) NaOH_(p-p)



Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

5

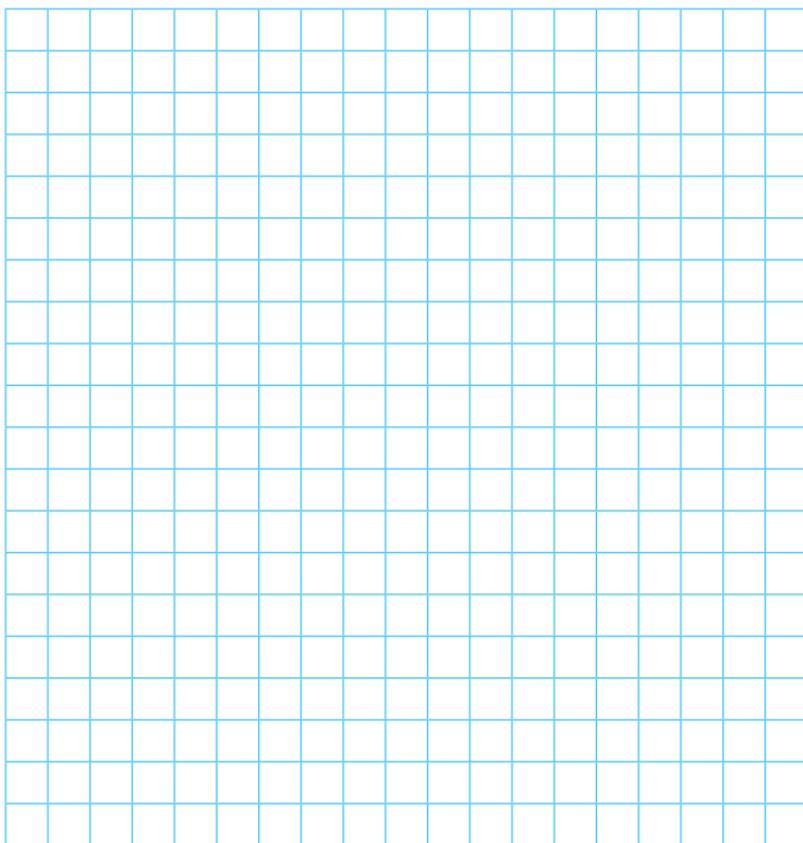
При электролизе водного раствора хлорида меди(II) получили неметалл. Неметалл обработали водородом и полученный газ растворили в воде. Образовавшееся вещество прореагировало с железом с образованием



соли и простого вещества. К полученной соли добавили раствор щёлочи (гидроксид натрия). Напишите уравнение четырёх указанных реакций.



Ответ: _____





ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**УГЛЕВОДОРОДЫ**

Органическая химия — химия углеводородов и их производных.

Химические элементы, входящие в состав органических веществ: углерод, водород, кислород, азот, галогены, сера и фосфор.

Химические элементы в органических соединениях проявляют постоянную валентность, которая определяется по правилу: VIII–N группы Периодической системы, в которой находится элемент.

Изомеры — вещества, имеющие одинаковую молекулярную формулу, но разную структуру и, соответственно, разные физические и химические свойства.

Углеводороды — органические вещества, молекулы которых состоят только из атомов углерода и водорода (C_xH_y).

Классификация органических соединений

по строению
углеродной цепи

по природе
функциональной
группы



Гомологи — это органические вещества, которые имеют подобное строение, общие физические и химические свойства, но отличаются по составу на одну или несколько групп $-\text{CH}_2-$ (метиленовая группа или гомологическая разница состава).

При составлении названий органических веществ используют **систематическую** (международную) и **тривиальную номенклатуры**:





- при составлении названий по систематической номенклатуре учитываются особенности строения молекул органического вещества;
- при составлении названий по тривиальной номенклатуре учитываются происхождение вещества, способы его получения, физические и химические свойства.

Алканы (насыщенные углеводороды, парафины)

Это углеводороды алифатического ряда, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой одинарными ковалентными связями (σ -связями).

Общая формула алканов C_nH_{2n+2} .

Первые представители гомологического ряда алканов

Молекулярная формула	Название
CH_4	метан
C_2H_6	этан
C_3H_8	пропан
C_4H_{10}	бутан
C_5H_{12}	пентан
C_6H_{14}	гексан
C_7H_{16}	гептан
C_8H_{18}	октан
C_9H_{20}	нонан
$C_{10}H_{22}$	декан



Высокая прочность связей $\begin{array}{c} | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | \end{array}$ и $\begin{array}{c} | \\ -\text{C}-\text{H} \\ | \end{array}$ обуславливает низкую реакционную способность алканов. Наиболее характерными являются реакции замещения атомов водорода на другие атомы или группы атомов либо реакции при высоких температурах.

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции замещения	
Галогенирование	<p>Cl_2, Br_2</p> <p>1. Для метана</p> $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow[-\text{HCl}]{h\nu} \text{CH}_3-\text{Cl} \xrightarrow[-\text{HCl}]{+\text{Cl}_2; h\nu}$ <p style="text-align: center;">метан хлор хлорметан</p> $\rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 \xrightarrow[-\text{HCl}]{+\text{Cl}_2; h\nu} \text{CHCl}_3 \xrightarrow[-\text{HCl}]{+\text{Cl}_2; h\nu} \text{CCl}_4$ <p style="text-align: center;">дихлор-метан трихлор-метан тетрахлор-метан (хлороформ)</p> <p>2. Для гомологов метана (на атом галогена легче всего замещаются атомы водорода при том атоме углерода, который содержит меньше водорода):</p> $\begin{array}{c} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \xrightarrow[-\text{HBr}]{h\nu} \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{2-метилпентан} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{2-бром-2-метилпентан} \end{array}$





Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Нитрование (реакция Коновалова)	$\text{HNO}_3(\text{разб.})$ $\text{CH}_3\text{-CH}_3 + \text{HO-NO}_2 \xrightarrow[\text{-HOH}]{t^\circ}$ <p style="text-align: center;">этан (разб.)</p> $\longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NO}_2$ <p style="text-align: center;">нитроэтан</p>
2. Реакции при высоких температурах	
Дегидрирование	Высокая t° , катализатор (Ni, Pd, Cr_2O_3) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow[t^\circ, \text{кат.}]{} \text{CH}_2=\text{CH-CH}_3 + \text{H}_2$ <p style="text-align: center;">пропан пропен</p>
Крекинг: • термический	Высокая t° $2\text{CH}_4 \xrightarrow[1500^\circ\text{C}]{} \text{HC}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2$ <p style="text-align: center;">метан этин</p>
• каталитический	Высокая t° , катализатор $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow[t^\circ, \text{кат.}]{} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$ <p style="text-align: center;">бутан</p> $\xrightarrow[t^\circ, \text{кат.}]{} \text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{-CH}_3$ <p style="text-align: center;">метилпропан</p> <p style="text-align: center;">(процесс изомеризации)</p>



Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Пиролиз	<p>Высокая t°, отсутствие доступа воздуха</p> $\underset{\text{метан}}{\text{CH}_4} \xrightarrow{t^\circ} \underset{\text{углерод}}{\text{C}} + 2\underset{\text{водород}}{\text{H}_2} \uparrow$
3. Реакции окисления	
Горение	O_2 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
Каталитическое окисление	$\text{O}_2, \text{ катализатор}$ $\text{CH}_4 \xrightarrow[t^\circ]{\text{O}_2, \text{ кат.}}$ <ul style="list-style-type: none"> → $\text{CH}_3\text{-OH}$ метанол → $\text{H-C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$ метаналь → $\text{H-C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$ метановая кислота

Циклоалканы (циклопарафины, нафтенy)

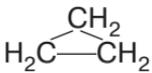
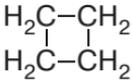
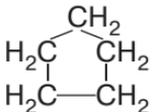
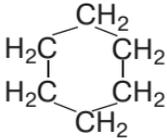
Это насыщенные углеводороды, содержащие замкнутую цепь (цикл) атомов углерода.

Общая формула циклоалканов C_nH_{2n} .





Представители гомологического ряда циклоалканов

Структурная формула	Название
	циклопропан
	циклобутан
	циклопентан
	циклогексан

Химические свойства

Для циклопропана и циклобутана, в отличие от других циклоалканов, характерны реакции присоединения с разрывом цикла. Для циклоалканов с числом атомов углерода больше 4 химические свойства близки к свойствам алканов.



Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции присоединения	
Гидрирование	H_2 , высокая t° , катализатор (Ni, Pt, Pd) $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \text{циклопропан} \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ <p style="text-align: right; margin-right: 100px;">пропан</p>
Галогенирование	Галогены $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \text{циклобутан} \end{array} + \text{Br}_2 \rightarrow \begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \\ \text{Br} \quad \quad \quad \text{Br} \\ \text{1,4-дибромбутан} \end{array}$
Гидрогалогенирование	Галогеноводороды $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} + \text{HI} \rightarrow \begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{I} \\ \text{1-йодпропан} \end{array}$
2. Реакции замещения	
Галогенирование	Cl_2, Br_2 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 \end{array} + \text{Br}_2 \xrightarrow[-\text{HBr}]{h\nu} \begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{CH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 \end{array}$



Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
3. Реакции при высоких температурах	
Дегидрирование (реакция Зелинского — Казанского)	Высокая t° , катализатор (Pt, Pd) $\text{Cyclohexane} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{Benzene} + 3\text{H}_2$
4. Реакции окисления	
Горение	O_2 $2\text{C}_3\text{H}_6 + 9\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

Алкены (этиленовые углеводороды, олефины)

Это углеводороды алифатического ряда, которые содержат в молекуле одну двойную связь (σ -, π -связи).

Общая формула алкенов C_nH_{2n} .



Первые представители гомологического ряда алкенов

Структурная формула	Название по номенклатуре	
	систематической	тривиальной
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	этен	этилен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	пропен	пропилен
$\overset{1}{\text{CH}_2}=\overset{2}{\text{CH}}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}_3}$	бутен-1	α -бутилен
$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}}=\overset{3}{\text{CH}}-\overset{4}{\text{CH}_3}$	бутен-2	β -бутилен
$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$	метилпропен	изобутилен

Химические свойства

Для алкенов наиболее характерны реакции, протекающие с разрывом π -связи: реакции присоединения, окисления и полимеризации.

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции присоединения	
Гидрирование	H_2 , катализатор (Ni, Pt, Pd) $\underset{\text{этен}}{\text{CH}_2=\text{CH}_2} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \underset{\text{этан}}{\text{CH}_3-\text{CH}_3}$





Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Галогенирование	<p>Cl_2, Br_2</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \begin{array}{c} 1 \qquad 2 \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \qquad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$ <p style="text-align: center;">1,2-дибромэтан</p> <p>Обесцвечивание бромной воды: качественная реакция на ненасыщенные углеводороды</p>
Гидрогалогенирование	<p>Галогеноводороды</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br} \\ \text{бромэтан} \end{array}$ <p>В случае алкенов с несимметричным расположением двойной связи присоединение происходит по правилу Марковникова: при присоединении полярных молекул типа HX (X — галоген, $-\text{OH}$ и т. п.) к ненасыщенным углеводородам атом водорода присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода, связанному двойной связью:</p> $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \begin{array}{c} 1 \qquad 2 \qquad 3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array}$ <p style="text-align: center;">2-бромпропан</p>



Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Гидратация	<p>H_2O в присутствии H_2SO_4 или H_3PO_4</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HOH} \rightarrow \underset{\text{этанол}}{\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}}$ <p>В случае несимметричных алкенов так же, как и гидрогалогенирование, происходит по правилу Марковникова:</p> $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HOH} \xrightarrow{\text{H}^+} \underset{\text{пропанол-1}}{\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{3}{\text{CH}_3}}$
2. Реакции окисления	
Горение	<p>O_2</p> $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
Окисление перманганатом калия (реакция Вагнера)	<p>KMnO_4 (водный раствор)</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{[\text{O}], \text{KMnO}_4} \underset{\text{этандиол-1,2}}{\overset{1}{\text{CH}_2}-\overset{2}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{CH}_2}$ <p>Обесцвечивание водного раствора KMnO_4: качественная реакция на двойные и тройные связи в молекулах органических веществ</p>





Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
3. Реакции полимеризации	
	<p>Высокая t°, давление, катализатор</p> $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{кат.}]{t^\circ, P} (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ <p style="text-align: center;">этилен полиэтилен</p>

Диены (алкадиены)

Это углеводороды, в молекулах которых содержатся две двойные связи.

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

**Представители
гомологического ряда диенов**

Структурная формула	Название по систематической номенклатуре
$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$	пропадиен (кумулированные связи)
$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_2 & =\text{CH} & -\text{CH} & =\text{CH}_2 \end{array}$	бутадиен-1,3 (сопряжённые связи)
$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \text{CH}_2 & =\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH} & =\text{CH}_2 \end{array}$	пептадиен-1,4 (изолированные связи)



Химические свойства

Диены с кумулированными и изолированными связями по химическим свойствам в большинстве случаев напоминают алкены. Диены с сопряжёнными связями проявляют особенные химические свойства.

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакция присоединения	
Галогенирование	<p>Cl_2, Br_2</p> $\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_2 = & \text{CH} - & \text{CH} = & \text{CH}_2 \end{array} + \text{Br}_2 \rightarrow \\ \begin{array}{l} \rightarrow \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1,2 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ \text{CH}_2 - & \text{CH} - & \text{CH} = & \text{CH}_2 \\ & \\ \text{Br} & \text{Br} \end{array} \\ \text{3,4-дибромбутен-1} \end{array} \\ \rightarrow \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_2 - & \text{CH} = & \text{CH} - & \text{CH}_2 \\ & & & \\ \text{Br} & & & \text{Br} \end{array} \\ \text{1,4-дибромбутен-2} \end{array} \end{array}$ <p>Бромная вода обесцвечивается. При избытке брома может присоединиться ещё одна молекула Br_2 по месту двойной связи.</p>
2. Реакция полимеризации	
	<p>Высокая t°, катализатор</p> $\begin{array}{l} n\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \\ \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} (-\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 -)_n \\ \text{бутадиеновый каучук (синтетический каучук)} \end{array}$





Алкины (ацетиленовые углеводороды)

Это углеводороды алифатического ряда, которые содержат в молекуле одну тройную связь (одна σ - и две π -связи).

Общая формула алкинов C_nH_{2n-2} .

Первые представители гомологического ряда алкинов

Структурная формула	Название по систематической номенклатуре
$CH\equiv CH$	этин (тривиальное название: ацетилен)
$CH\equiv C-CH_3$	пропин
$\overset{1}{CH}\equiv\overset{2}{C}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$	бутин-1
$\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_3}$	бутин-2

Химические свойства

По сравнению с алкенами алкины менее реакционноспособны. Для них наиболее характерны реакции присоединения, протекающие, как правило, в две стадии.



Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции присоединения	
Гидрирование	<p>H_2, катализатор (Ni, Pt, Pd)</p> $\underset{\text{этин}}{\text{CH}\equiv\text{CH}} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \underset{\text{этен}}{\text{CH}_2=\text{CH}_2} \xrightarrow{+\text{H}_2, \text{кат.}}$ $\xrightarrow{+\text{H}_2, \text{кат.}} \underset{\text{этан}}{\text{CH}_3-\text{CH}_3}$
Галогенирование	<p>Cl_2, Br_2</p> $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{Br}_2 \rightarrow \underset{\text{Br}}{\overset{1}{\text{C}}\text{H}}=\underset{\text{Br}}{\overset{2}{\text{C}}\text{H}} \xrightarrow{+\text{Br}_2} \underset{\text{Br}}{\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}}-\underset{\text{Br}}{\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}}$ <p style="text-align: center;">1,2-дибромэтен 1,1,2,2-тетрабромэтен</p> <p>Качественная реакция на ненасыщенные углеводороды</p>
Гидрогалогенирование	<p>Галогеноводороды, катализатор (галогенид алюминия). Протекает по правилу Марковникова:</p> $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_2=\underset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H} \xrightarrow{+\text{HBr}}$ <p style="text-align: center;">бромэтен</p> $\xrightarrow{+\text{HBr}} \text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}}$ <p style="text-align: center;">1,1-дибромэтан</p>





Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции присоединения	
Гидратация (реакция Кучерова)	<p>H_2O, катализатор (соли ртути в кислой среде).</p> <p>При гидратации ацетилена образуется альдегид:</p> $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{HOH} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+}$ $\xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+} [\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}] \rightarrow$ <p style="text-align: center;">енол (неустойчивое соединение)</p> $\rightarrow \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ <p style="text-align: center;">уксусный альдегид</p> <p>При гидратации гомологов ацетилена образуются кетоны:</p> $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2 + \text{HOH} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+}$ <p style="text-align: center;">пропил</p> $\xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">ацетон</p>



Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
2. Реакции окисления	
Горение	O_2 $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2\uparrow + 2H_2O$
Окисление перманганатом калия	$KMnO_4$ (водный раствор) $\begin{array}{c} \overset{1}{CH_3}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3} \xrightarrow[OH^-]{[O]; KMnO_4} \\ \text{пентин-2} \end{array}$ $\xrightarrow[OH^-]{[O]; KMnO_4} CH_3-COOH +$ <p style="text-align: center;">этановая кислота</p> $+ CH_3-CH_2-COOH$ <p style="text-align: center;">пропановая кислота</p> <p>Качественная реакция на двойные и тройные связи в молекулах органических веществ</p>
3. Реакции полимеризации	
<p>В отличие от алкенов, для алкинов нехарактерно образование длинных углеродных цепей, более характерны реакции димеризации и тримеризации</p>	





Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
3. Реакции полимеризации	
Тримеризация	<p>Высокая t°, катализатор (активированный уголь)</p> $3\underset{\text{ацетилен}}{\text{CH}\equiv\text{CH}} \xrightarrow{t^\circ, \text{C}_{\text{кат.}}} \text{C}_6\text{H}_6$ <p style="text-align: center;">бензол</p>
4. Реакции замещения	
Характерны для тех алкинов, которые содержат концевую тройную связь	<p>NaNH_2, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ и т. п.</p> $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\underset{\text{амид натрия}}{\text{NaNH}_2} \rightarrow \text{Na}-\underset{\text{ацетиленид натрия}}{\text{C}\equiv\text{C}}-\text{Na} + 2\text{NH}_3$ $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow$ <p style="text-align: center;">метилацетиленид серебра(I)</p> $\rightarrow \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Ag}\downarrow + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

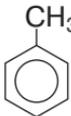
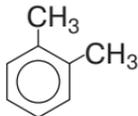
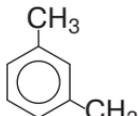
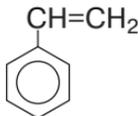
Ароматические углеводороды

Ароматические углеводороды (арены) — это органические вещества, в молекулах которых содержатся одно или несколько бензольных колец.

Общая формула аренов $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$.



Представители гомологического ряда аренов

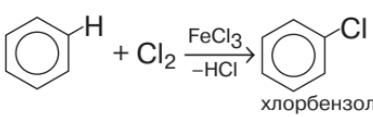
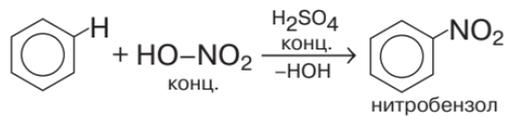
Структурная формула	Название по номенклатуре	
	систематической	тривиальной
	бензол	бензол
	метилбензол	толуол
	1,2-диметилбензол	<i>орто</i> -ксилол (<i>o</i> -)
	1,3-диметилбензол	<i>мета</i> -ксилол (<i>m</i> -)
	1,4-диметилбензол	<i>пара</i> -ксилол (<i>p</i> -)
	винилбензол	стирол





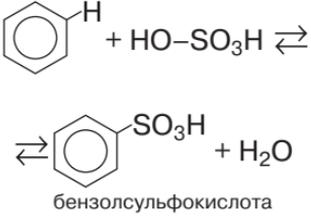
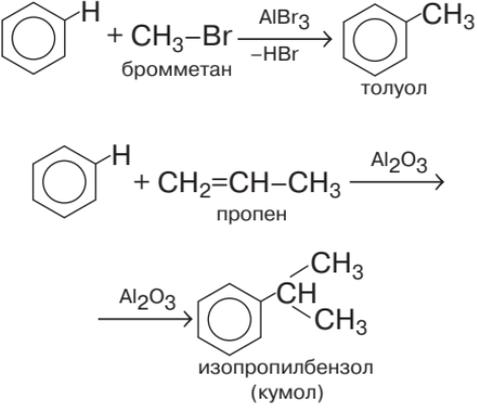
Химические свойства

Вследствие наличия в структуре аренов устойчивой π -электронной системы для них наиболее характерны реакции замещения атомов водорода, протекающие с сохранением ароматической системы.

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции замещения	
Галогенирование	<p>Cl_2, Br_2, катализаторы Фриделя — Крафта (безводные галогениды Al, Fe(III) или Zn)</p> <p></p>
Нитрование	<p>$\text{HNO}_{3(\text{конц.})}$ и $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ (нитрующая смесь)</p> <p></p>



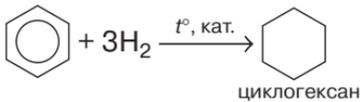
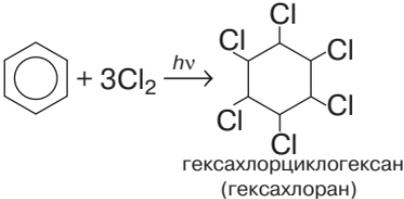
Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Сульфирование	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$  <p>бензолсульфокислота</p>
Алкилирование	<p>Галогеналканы, алкены; катализаторы Фриделя — Крафтса, Al_2O_3</p>  <p>толуол</p> <p>изопропилбензол (кумол)</p>





Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
2. Реакции присоединения (протекают с трудом, в жёстких условиях)	
Гидрирование	H_2 , высокая t° , катализатор (Ni, Pt, Pd)  циклогексан
Хлорирование	Cl_2 , УФ свет  гексахлорциклогексан (гексахлоран)
3. Реакция окисления	
Горение	O_2 $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$



Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Окисление гомологов бензола	<p>KMnO_4 (водный раствор), нагревание.</p> <p>Независимо от длины углеводородного радикала образуется бензойная кислота:</p> $ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{t}^\circ]{6[\text{O}]; \text{KMnO}_4} \\ \text{этилбензол} \\ \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \\ \text{бензойная кислота} \end{array} $

1

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами циклопентана.

- 1) гексан
- 2) циклобутан
- 3) метилциклобутан
- 4) пентин-1
- 5) пентен-1



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:





2

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии которых с водным раствором брома (бромной водой), имеющим жёлтую окраску, будет наблюдаться обесцвечивание бромной воды.

- 1) пропиен
- 2) пропан
- 3) бензол
- 4) бутен-1
- 5) толуол



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

3

Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому/которой это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

КЛАСС/ГРУППА

- | | |
|-------------|-----------|
| А) толуол | 1) алкины |
| Б) этилен | 2) алканы |
| В) ацетилен | 3) алкены |
| | 4) арены |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В





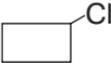
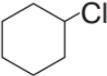
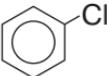
4

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с хлором: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) циклобутан
Б) циклогексан
В) пропан
Г) пропен

ПРОДУКТ ХЛОРИРОВАНИЯ

- 1) $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$
 2) $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$
 3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$
 4) 
 5) 
 6) 

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

Ответ:

А	Б	В	Г





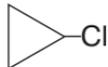
5

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с хлороводородом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

**НАЗВАНИЕ
ВЕЩЕСТВА**

- А) этин
Б) бутадиен-1,3
В) бутен-1
Г) циклопропан

**ПРОДУКТ
ГИДРОХЛОРИРОВАНИЯ**

- 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$
- 2) 
- 3) $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$
- 4) $\text{CH}_3\text{-CH(Cl)-Cl}$
- 5) $\text{CH}_3\text{-CH(Cl)-CH}_2\text{-CH}_3$
- 6) $\text{CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-Cl}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г





КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Спирты

Это производные углеводов, в которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильной группой $-\text{OH}$. Если $-\text{OH}$ -группа связана непосредственно с бензольным кольцом, то такие вещества являются фенолами.

Спирты

В зависимости от природы углеводородного радикала

алифатические
(предельные и непредельные)

циклические

В зависимости от числа $-\text{OH}$ -групп

одноатомные

многоатомные

Общая формула предельных одноатомных спиртов:
 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$.





Представители предельных спиртов

Структурная формула	Название по номенклатуре	
	систематической	тривиальной
Предельные одноатомные спирты		
$\text{CH}_3\text{-OH}$	метанол	метило- вый спирт, древесный спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	этанол	этиловый спирт, ме- дицинский спирт
$\overset{3}{\text{CH}_3}\text{-}\overset{2}{\text{CH}_2}\text{-}\overset{1}{\text{CH}_2}\text{-OH}$	пропанол-1	<i>n</i> -пропило- вый спирт
$\overset{1}{\text{CH}_3}\text{-}\overset{2}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}\text{-}\overset{3}{\text{CH}_3}$	пропанол-2	изопропило- вый спирт
Предельные многоатомные спирты		
$\overset{1}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}}\text{-}\overset{2}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}}$	этанди- ол-1,2	этиленгли- коль
$\overset{1}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}}\text{-}\overset{2}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}\text{-}\overset{3}{\text{CH}_2}$	пропантри- ол-1,2,3	глицерин



Химические свойства предельных спиртов

По сравнению с углеводородами спирты являются полярными соединениями.

Спирты вступают в химические реакции с разрывом связей O–H и C–O; проявляют очень слабые кислотные свойства (более слабые по сравнению даже с водой).

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Предельные одноатомные спирты	
Взаимодействие с металлами	Щелочные и щёлочноземельные металлы $2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + 2\text{Na} \rightarrow$ <p style="text-align: center;">этанол</p> $\rightarrow 2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-ONa} + \text{H}_2\uparrow$ <p style="text-align: center;">этилат натрия</p>
Этерификация	Кислоты (органические, кислородсодержащие неорганические) $\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{H}\text{-O-CH}_3 \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4}$ <p style="text-align: center;">уксусная кислота метанол</p> $\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{O-CH}_3 \end{matrix} + \text{HOH}$ <p style="text-align: center;">метиловый эфир уксусной кислоты</p>



Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Дегидратация	<p>Высокая t°, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$</p> <p>1. Внутримолекулярная:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \\ \text{этанол} \end{array} \xrightarrow[-\text{HOH}]{t^\circ, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \quad \text{этен}$ <p>В случае несимметричных спиртов реакция дегидратации проходит по правилу Зайцева: атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода, соседнего с тем атомом С, который связан с $-\text{OH}$-группой или атомом галогена.</p> $\begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \\ \text{бутанол-2} \end{array} \xrightarrow[-\text{HOH}]{t^\circ, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \quad \text{бутен-2}$ <p>2. Межмолекулярная:</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{O}-\text{H} + \text{HO}-\text{CH}_3 \\ \text{метанол} \quad \text{метанол} \end{array} \xrightarrow[-\text{HOH}]{t^\circ, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3 \quad \text{диметиловый эфир}$



Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
<p>Дегидрирование</p>	<p>Высокая t°, Cu</p> <p>1. Первичных спиртов (–ОН-группа находится у первичного атома C):</p> $ \begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} & \xrightarrow[-\text{H}_2]{t^\circ, \text{Cu}} & \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array} \\ \text{этанол} & & \text{уксусный альдегид} \\ & & \text{(альдегид)} \end{array} $ <p>2. Вторичных спиртов (–ОН-группа находится у вторичного атома C):</p> $ \begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} & \xrightarrow[-\text{H}_2]{t^\circ, \text{Cu}} & \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} \\ \text{пропанол-2} & & \text{ацетон (кетон)} \end{array} $
<p>Взаимодействие с галогеноводородами</p>	<p>HCl, HBr</p> $ \text{CH}_3-\text{OH} + \text{H}-\text{Cl} \rightleftharpoons \text{CH}_3-\text{Cl} + \text{HOH} $ <p>Данная реакция доказывает слабые основные свойства спиртов</p>
<p>Окисление: горение</p>	<p>O₂</p> $ 2\text{CH}_4\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O} $ <p>метанол</p>





Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
действие окислителей	$\text{KMnO}_4, \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{CuO}$ 1. Первичные спирты: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{-C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$ альдегид 2. Вторичные спирты: $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{-CH}_2 \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{-}\underset{\text{O}}{\text{C}}\text{-CH}_3$ кетон

Предельные многоатомные спирты

Для **многоатомных спиртов** характерны такие же химические реакции, как и для одноатомных; в реакции может вступать одна или несколько групп -OH . Вследствие наличия нескольких групп -OH многоатомные спирты характеризуются большей кислотностью по сравнению с одноатомными. Это подтверждается способностью многоатомных спиртов реагировать с некоторыми гидроксидами тяжёлых металлов. Например, свежееосаждённый гидроксид меди(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ способен реагировать с многоатомными спиртами с образованием раствора комплексного соединения ярко-синего цвета (качественная реакция на многоатомные спирты).



Фенол

Фенолы — это производные аренов, в которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильные группы $-\text{OH}$.

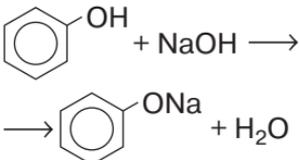
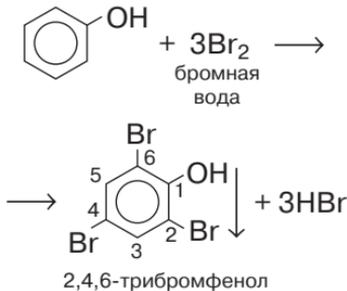
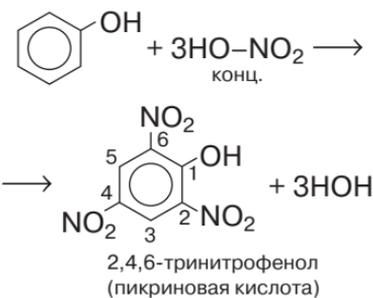
Химические свойства

Вследствие влияния ароматического кольца кислотные свойства фенола выражены сильнее, чем кислотные свойства спиртов. Кроме того, для фенола характерны реакции замещения атомов водорода в бензольном кольце. По сравнению с незамещённым бензолом реакции замещения для фенола будут протекать гораздо легче, причём замещение будет происходить в *орто*- и *пара*-положениях относительно группы $-\text{OH}$. Это объясняется влиянием группы $-\text{OH}$.

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Кислотные свойства	
Взаимодействие с металлами	<p>Щелочные и щёлочноземельные металлы, t°</p> $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ}$ <p style="text-align: center;">фенол</p> $\xrightarrow{t^\circ} 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$ <p style="text-align: center;">фенолят натрия</p>



Продолжение таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Взаимодействие со щелочами	<p>Щёлочь</p>  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$
2. Реакции замещения	
Галогенирование	<p>Cl_2, Br_2</p>  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{бромная вода}} \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} + 3\text{HBr}$ <p style="text-align: center;">2,4,6-трибромфенол</p>
Нитрование	<p>$\text{HNO}_3(\text{конц.})$</p>  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{HNO}_3(\text{конц.}) \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{NO}_6\text{OH} + 3\text{HNO}$ <p style="text-align: center;">2,4,6-тринитрофенол (пикриновая кислота)</p>



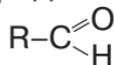
Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
3. Реакции окисления	
При хранении на воздухе фенол изменяет свой цвет на розовый и далее на тёмно-красный, что происходит в результате окисления	

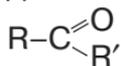
Альдегиды

Карбонильные соединения
(органические вещества, содержащие карбонильную группу >C=O)

Альдегиды — соединения, в которых карбонильная группа связана с атомом водорода и углеводородным радикалом



Кетоны — соединения, в которых карбонильная группа связана с двумя углеводородными радикалами

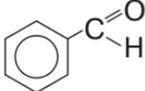


Общая формула предельных альдегидов $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COH}$.





Представители альдегидов

Структурная формула	Название по номенклатуре	
	систематической	тривиальной
Предельные		
$\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	метаналь	муравьиный альдегид (формальдегид)
$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	этаналь	уксусный альдегид, ацетальдегид
Непредельные		
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	пропеналь	акриловый альдегид (акролеин)
$\overset{4}{\text{CH}_3}-\overset{3}{\text{CH}}=\overset{2}{\text{CH}}-\overset{1}{\text{C}}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	бутен-2-аль	кротоновый альдегид
Ароматические		
	бензальдегид	бензойный альдегид



Химические свойства предельных альдегидов

Вследствие наличия в структуре альдегидов карбонильной группы, имеющей двойную связь, для альдегидов наиболее характерны реакции присоединения; альдегиды также легко окисляются.

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
1. Реакции присоединения	
Гидрирование (восстановление)	$\text{CH}_3-\underset{\text{этаналь}}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_3-\underset{\text{этанол}}{\text{CH}_2}-\text{OH}$
2. Реакции окисления	
Реакция «серебряного зеркала»	<p>Реактив Толленса (аммиачный раствор оксида серебра(I))</p> $\text{CH}_3-\underset{\text{этаналь}}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ}$ $\xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\underset{\text{этановая кислота}}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} + 2\text{Ag}\downarrow$ <p>Качественная реакция на альдегидную группу $-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$</p>





Окончание таблицы

Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Взаимодействие с гидроксидом меди(II)	$\text{Cu}(\text{OH})_2, t^\circ$ $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ}$ $\xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">кирпично-красный</p> Качественная реакция на альдегидную группу $-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$

Карбоновые кислоты

Это производные углеводородов, содержащие одну или несколько карбоксильных групп $-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$.

Карбоновые кислоты

В зависимости от природы углеводородного радикала, связанного с карбоксильной группой

предельные

непредельные

ароматические

В зависимости от числа групп $-\text{COOH}$

одноосновные

многоосновные

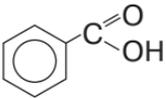


Представители карбоновых кислот

Название по номенклатуре	
систематической	тривиальной
Предельные одноосновные карбоновые кислоты	
$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix}$	
метановая	муравьиная
$\text{CH}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix}$	
этановая	уксусная
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix}$	
гексадекановая	пальмитиновая
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix}$	
октадекановая	стеариновая
Непредельные одноосновные карбоновые кислоты	
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix}$	
пропеновая	акриловая



Окончание таблицы

Название по номенклатуре	
систематической	тривиальной
$\overset{4}{\text{CH}_3}-\overset{3}{\text{CH}}=\overset{2}{\text{CH}}-\overset{1}{\text{C}}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	
бутен-2-овая	кротоновая
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	
октадекен-9-овая	олеиновая
Ароматические одноосновные карбоновые кислоты	
	
бензойная	бензойная
Предельные двухосновные карбоновые кислоты	
$\text{HO}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \end{matrix}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	
этандиовая	щавелевая

Общая формула предельных одноосновных карбоновых кислот $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$.



Химические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот

Карбоновые кислоты обладают более сильными по сравнению со спиртами и фенолами кислотными свойствами.

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
1. Реакции образования солей	<p>Взаимодействие с металлом. Металлы, расположенные в ряду активности металлов до H_2</p> $2CH_3-COON + Mg \rightarrow$ <p style="text-align: center;">уксусная (этановая) кислота</p> $\rightarrow (CH_3-COO)_2Mg + H_2\uparrow$ <p style="text-align: center;">ацетат (этаноат) магния</p> <p>Взаимодействие с оксидами. Основные и амфотерные оксиды</p> $2CH_3-COON + BaO \rightarrow$ $\rightarrow (CH_3COO)_2Ba + H_2O$ <p style="text-align: center;">ацетат бария</p>





Продолжение таблицы

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
1. Реакции образования солей	Взаимодействие с основаниями и амфотерными гидроксидами. Основания и амфотерные гидроксиды $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$ ацетат натрия
	Взаимодействие с солями. Соли более слабых кислот $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ гидрокарбонат натрия (пищевая сода)
2. Реакция этерификации	Спирт $\text{H-C(=O)OH} + \text{H-O-CH}_3 \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{H-C(=O)O-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ муравьиная кислота метанол метиловый эфир муравьиной кислоты



Окончание таблицы

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
3. Реакция за счёт алкильного радикала	<p>Cl_2, Br_2, катализатор (красный фосфор)</p> $\begin{array}{c} \text{3}(\beta) \quad \text{2}(\alpha) \quad \text{1} \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow[\text{-HCl}]{t^\circ, \text{кат.}} \\ \text{пропановая} \\ \text{(пропионовая)} \\ \text{кислота} \end{array}$ $\begin{array}{c} \xrightarrow[\text{-HCl}]{t^\circ, \text{кат.}} \text{3} \quad \text{2} \quad \text{1} \\ \text{CH}_3\text{-CH- COOH} \\ \\ \text{Cl} \\ \text{2-хлорпропановая} \\ \text{(}\alpha\text{-хлорпропионовая)} \\ \text{кислота} \end{array}$ <p>Атом водорода может замещаться только при α-атоме углерода</p>

Сложные эфиры

Это производные карбоновых кислот, в которых атом водорода карбоксильной группы замещён на углеводородный радикал $\left(\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O-R}' \end{array}\right)$.

Химические свойства

Сложноэфирная группировка является достаточно устойчивой к действию различных реагентов; легко протекают только реакции гидролиза и горения.





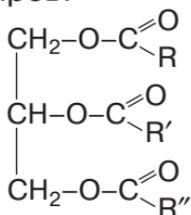
Название реакции	Реагент и уравнение химической реакции
Кислотный гидролиз	<p>H_2O в присутствии кислот</p> $\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{HON} \xrightleftharpoons{\text{H}^+}$ <p>метилловый эфир уксусной кислоты</p> $\xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} + \text{CH}_3-\text{OH}$ <p>уксусная кислота метанол</p>
Щелочной гидролиз	<p>Раствор щёлочи</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{NaOH} \rightarrow$ <p>метилловый эфир пропионовой кислоты</p> $\rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{ONa} \end{array} + \text{CH}_3-\text{OH}$ <p>пропионат натрия метанол</p>
Горение	<p>O_2</p> $2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow$ <p>метилловый эфир уксусной кислоты</p> $\rightarrow 6\text{CO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$



Жиры

Это сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот.

Общая формула жиров:



где RCO-, R'CO- и R''CO- преимущественно остатки пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот.

Жиры

Твёрдые —
содержат остатки предельных кислот
(пальмитиновой, стеариновой и др.)

жиры животного происхождения (за исключением жидкого рыбьего жира)

Жидкие (масла) —
содержат остатки непредельных кислот
(олеиновой и др.)

жиры растительного происхождения
(за исключением твёрдого пальмового
масла)





Так как жиры являются сложными эфирами, они вступают в реакции гидролиза:

- продукты кислотного гидролиза: глицерин и карбоновые кислоты;
- продукты щелочного гидролиза (омыления): глицерин и соль высшей карбоновой кислоты (мыло).

Для растительных жиров, которые содержат остатки непредельных кислот, характерны реакции присоединения:

- реакция галогенирования (обесцвечивания бромной воды);
- реакция гидрирования (гидрогенизация).

Мыла

Это натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот. **Жидкие мыла** — калиевые соли, а **твёрдые мыла** — натриевые соли.

Углеводы

Это органические соединения, в основном природного происхождения, которые состоят только из атомов углерода, водорода и кислорода.

Углеводы

Простые (моносахариды)

Такие углеводы невозможно при помощи гидролиза превратить в более простые вещества

Сложные (дисахариды, олигосахариды, полисахариды)

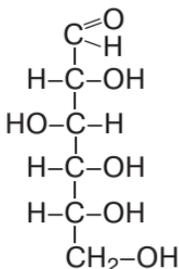
При гидролизе образуют от двух и более молекул моносахаридов



Моносахариды

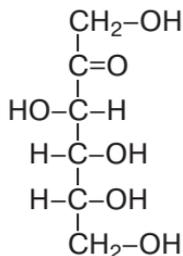
Глюкоза

(альдегидроспирт)



Фруктоза

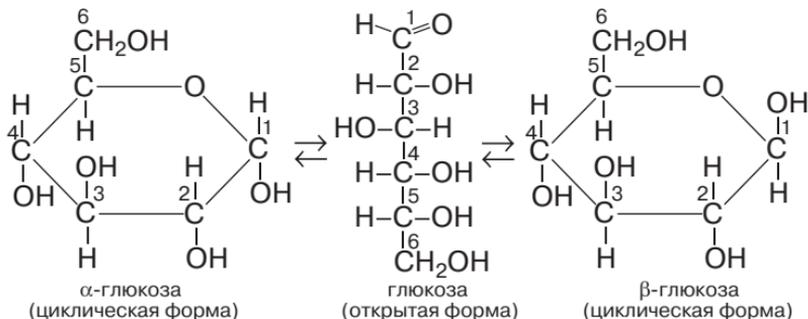
(кетоспирт)



Глюкоза и фруктоза являются структурными изомерами, их молекулярная формула $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Моносахариды существуют в водном растворе в трёх формах: двух циклических и одной открытой.

Изомерные формы глюкозы





В циклических формах, в отличие от открытой формы, отсутствует альдегидная группа, на её основе образуется новая группа $-\text{OH}$ (при C^1), которая называется гликозидный (полуацетальный) гидроксил.

Химические свойства глюкозы

Глюкоза является гетерофункциональным органическим соединением, содержащим разные функциональные группы: пять спиртовых групп $-\text{OH}$ и одну альдегидную группу $-\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix}$, поэтому она проявляет свойства многоатомных спиртов и альдегидов.

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
1. Реакции при участии гидроксильных групп	
Качественная реакция на многоатомные спирты	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ (свежеосаждённый). Образуется комплексное соединение ярко-синего цвета



Продолжение таблицы

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
2. Реакции при участии альдегидной группы	
Гидрирование (восстановление)	$ \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \\ \text{глюкоза} \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \\ \text{сорбит} \end{array} $
Окисление Реакция «серебряного зеркала»	Реактив Толленса $ \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \\ \text{глюкоза} \end{array} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \\ \text{глюконовая кислота} \end{array} + 2\text{Ag}\downarrow $ <p>Качественная реакция на альдегидную группу $-\text{C}=\overset{\text{O}}{\text{H}}$</p>



Продолжение таблицы

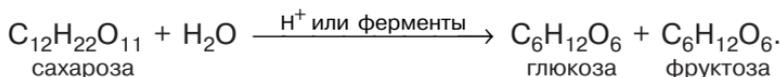
Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
<p>Взаимодействие с гидроксидом меди(II)</p>	$\text{Cu(OH)}_2, t^\circ$ $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2\text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{t^\circ}$ $\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ <p> $\xrightarrow{t^\circ}$ </p> <p>Качественная реакция на альдегидную группу $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$</p>
<p style="text-align: center;">3. Специфические свойства</p> <p>Под действием ферментов или микроорганизмов глюкоза способна превращаться в вещества с меньшей молекулярной массой. Такие процессы называются брожением</p>	



Сахароза

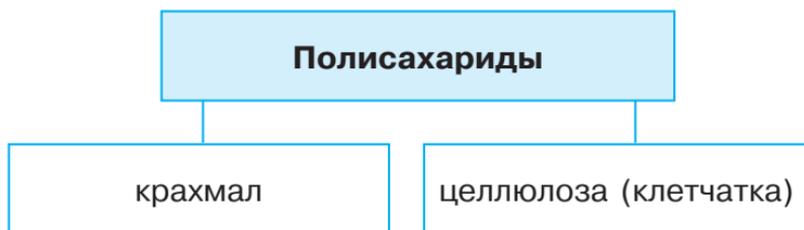
Молекула сахарозы образуется за счёт отщепления молекулы воды от двух полуацетальных гидроксидов глюкозы и фруктозы. Для молекулы сахарозы невозможно существование открытой (альдегидной) формы, поэтому сахароза относится к невосстанавливающим дисахаридам.

Сахароза, в отличие от глюкозы, не содержит альдегидную группу и поэтому не вступает в реакции по альдегидной группе. Для сахарозы характерны реакции за счёт гидроксильных групп. Так же, как и глюкоза, сахароза вступает в качественную реакцию на многоатомные спирты: со свежееосаждённым $\text{Cu}(\text{OH})_2$ образует раствор ярко-синего цвета. В присутствии сильных кислот сахароза гидролизуется с образованием смеси моносахаридов (инвертного сахара):



Полисахариды

Это сложные углеводы, молекулы которых состоят из большего числа остатков моносахаридов.





Окончание таблицы

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
2. Свойства, характерные только для крахмала	
Качественная реакция на крахмал	Спиртовой раствор йода. Крахмал образует с йодом комплексное соединение синего цвета. Эта реакция является качественной как на крахмал, так и на йод
3. Свойства, характерные только для целлюлозы	
Этерификация	Кислоты (органические, кислотосодержащие неорганические) $\begin{aligned} & [C_6H_7O_2(OH)_3]_n + \\ & \quad \text{целлюлоза} \\ & + 3nCH_3-C \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow[-3nHOH]{H^+} \\ & \quad \text{уксусная кислота} \\ & \xrightarrow[-3nHOH]{H^+} \left[C_6H_7O_2 \left(O-C \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_3 \right]_n \\ & \quad \text{ацетилцеллюлоза} \end{aligned}$



1

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует этанол.

- 1) HBr
- 2) Br₂
- 3) Na
- 4) NaOH
- 5) Na₂CO₃



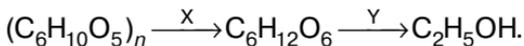
Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

2

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных соединений являются реагентами X и Y.

- 1) O₂
- 2) H₂O (H⁺)
- 3) H₂
- 4) NaOH
- 5) ферменты



Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ

X	Y





3

Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому/которой это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) сахароза
- Б) метаналь
- В) этилацетат

КЛАСС/ГРУППА

- 1) альдегиды
- 2) сложные эфиры
- 3) спирты
- 4) углеводы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В



4

Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) фенол и гидроксид натрия
- Б) этанол и натрий
- В) уксусная кислота и оксид натрия
- Г) муравьиная кислота и гидроксид меди(II) (t°)



ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) углекислый газ
- 2) угарный газ
- 3) ацетат натрия
- 4) формиат меди(II)
- 5) этилат натрия
- 6) фенолят натрия



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В	Г

5

Установите соответствие между веществом и основной областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- | | |
|---------------|-----------------------------|
| А) тристеарин | 1) компонент клея для обоев |
| Б) фенол | 2) в качестве топлива |
| В) крахмал | 3) получение мыла |
| | 4) антисептик |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В

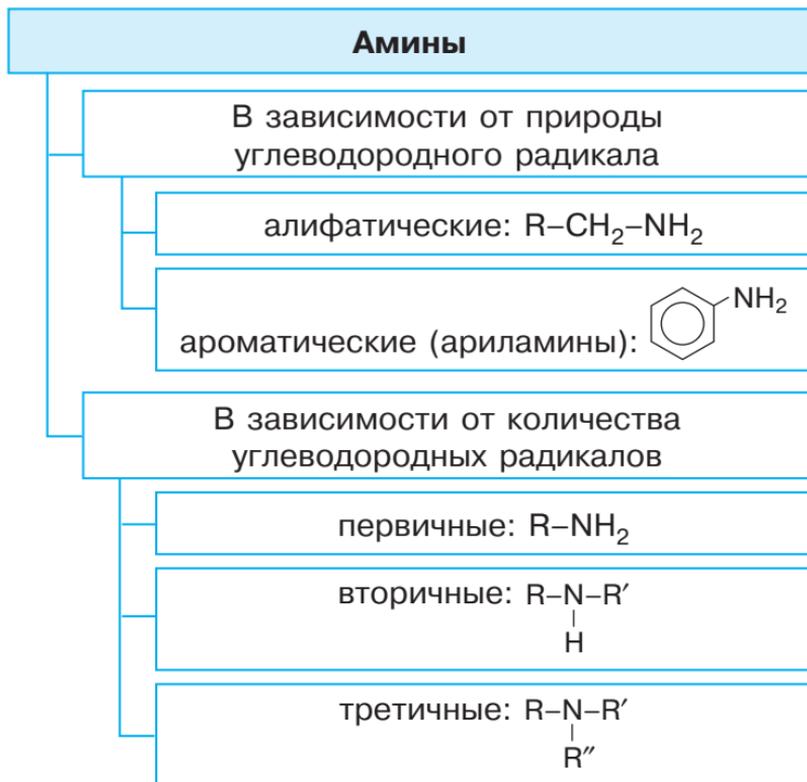




АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. ВЗАИМОСВЯЗЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

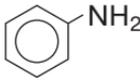
Амины

Это органические производные аммиака NH_3 , в котором один, два или все три атома водорода заменены углеводородными радикалами.





Представители аминов

Структурная формула	Тип амина	Название по систематической номенклатуре
Алифатические (алкиламины)		
$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	первичный	метиламин
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	первичный	этиламин
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-N-CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$	вторичный	диметиламин
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-N-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	третичный	триметиламин
Ароматические (ариламины)		
	первичный	фениламин, аминобензол (тривиальное название: анилин)

Химические свойства

Вследствие наличия неподелённой пары электронов на атоме азота амины подобно аммиаку проявляют основные свойства. Основность аминов возрастает в следующем ряду:





Ароматические амины проявляют более слабые основные свойства по сравнению с аммиаком.

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
1. Общие химические свойства алкиламинов и ариламинов	
Взаимодействие с кислотами	Неорганические кислоты (сильные и средней силы) $\text{CH}_3-\ddot{\text{N}}\text{H}_2 + \text{HCl} \rightarrow [\text{CH}_3-\text{NH}_3]^+\text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;">метиламин хлорид метиламмония</p> $\text{C}_6\text{H}_5-\ddot{\text{N}}\text{H}_2 + \text{HCl} \rightarrow \left[\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_3 \right]^+\text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;">анилин хлорид аммония</p>
Алкилирование	Галогеналкан $\text{CH}_3-\text{NH}_2 + \text{CH}_3-\text{Cl} \xrightarrow{-\text{HCl}} \text{CH}_3-\underset{\text{H}}{\text{N}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">хлорметан диметиламин</p> $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2 + \text{CH}_3-\text{Cl} \xrightarrow{-\text{HCl}} \text{C}_6\text{H}_5-\underset{\text{H}}{\text{N}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">метилфениламин</p>
Горение	O_2 $4\text{CH}_3-\text{NH}_2 + 9\text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2\uparrow + 4\text{CO}_2\uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ $4\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2 + 31\text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2\uparrow + 24\text{CO}_2\uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$



Окончание таблицы

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
2. Свойства, характерные только для алкиламинов	
Гидратация	$\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3-\ddot{\text{N}}\text{H}_2 \rightleftharpoons [\text{CH}_3-\text{NH}_3]^+ \text{OH}^-$ <p style="text-align: center;">гидроксид метиламмония</p> $[\text{CH}_3-\text{NH}_3]^+ \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{CH}_3-\text{NH}_3]^+ + \text{OH}^-$ <p>Водные растворы алкиламинов имеют щелочную среду и меняют окраску индикаторов</p>
3. Свойства, характерные только для ариламинов	
<p>Для ариламинов характерны реакции замещения атомов водорода в бензольном кольце. По сравнению с незамещённым бензолом эти реакции протекают гораздо легче, причём замещение происходит в <i>орто</i>- и <i>пара</i>-положениях относительно группы $-\text{NH}_2$.</p>	
Галогенирование	<p>Бромная вода</p> <div style="text-align: center;"> <p>анилин</p> <p>2,4,6-триброманилин</p> </div>





Общие способы получения аминов

Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
Алкилирование амиака	Галогеналкан, t° , P $\text{CH}_3\text{-Cl} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow[-\text{NH}_4\text{Cl}]{t^\circ, P} \text{CH}_3\text{-NH}_2$ <p>хлорметан (избыток)</p>
Восстановление нитросоединений	Восстановители. Для получения алкиламинов используется редко, а для ариламинов является основным способом. $\text{CH}_3\text{-NO}_2 \xrightarrow{6[\text{H}]} \text{CH}_3\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>нитроэтан</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 \xrightarrow{6[\text{H}]} \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>нитробензол</p> <p>(реакция Н. Н. Зинина (1842 год))</p>

Аминокислоты

Это гетерофункциональные органические соединения, которые содержат в своём составе две функциональные группы: карбоксильную $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}\right)$ и аминогруппу $(-\text{NH}_2)$.

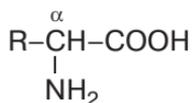


Аминокислоты

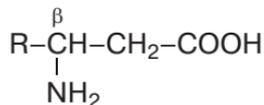
В зависимости от природы углеводородного радикала

алифатические

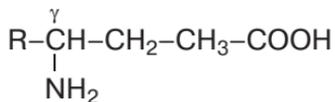
α -аминокислоты



β -аминокислоты



γ -аминокислоты

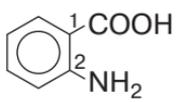


ароматические





Представители аминокислот

Структурная формула	Название по номенклатуре	
	систематической	тривиальной
алифатических		
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	аминоэтановая	аминоуксусная (глицин)
$\begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2-аминопропановая	α -аминопропионовая (α -аланин)
$\begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	3-аминопропановая	β -аминопропионовая (β -аланин)
ароматических		
	2-аминобензойная	антраниловая

Химические свойства алифатических аминокислот

Вследствие наличия в структуре аминокислот двух разных функциональных групп эти соединения проявляют химические свойства первичных аминов и карбоновых кислот. Так как $-\text{COOH}$ -группа обладает кислотными свойствами, а $-\text{NH}_2$ -группа — основными, аминокислоты являются амфотерными соединениями.



Название реакции	Реагенты и уравнение химической реакции
1. Реакции за счёт группы $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	
Кислотные свойства	<p>Щёлочи, карбонаты щелочных металлов</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} + \text{NaOH} \xrightarrow{-\text{HOH}} \\ \\ \text{NH}_2 \\ \text{глицин} \end{array}$ $\xrightarrow{-\text{HOH}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COONa} \\ \\ \text{NH}_2 \\ \text{глицинат натрия} \end{array}$
Этерификация	<p>Спирт, присутствие кислоты</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}-\text{O}-\text{CH}_3 \xrightarrow[-\text{HOH}]{\text{HCl}} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ $\xrightarrow[-\text{HOH}]{\text{HCl}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_2 \\ \text{метиловый эфир} \\ \text{аминокусной кислоты} \end{array}$
2. Реакции за счёт группы $-\text{NH}_2$	
Основные свойства	<p>Кислоты (сильные неорганические)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} + \text{HCl} \rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COO} \\ \\ \text{NH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^- \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p style="text-align: center;">гидрохлорид глицина</p>





2. Основным промышленным способом получения α -аминокислот является кислотный или ферментативный гидролиз белков и полипептидов.

Белки

Это природные полимеры, которые состоят из значительного числа остатков α -аминокислот, соединённых между собой пептидными связями.

В состав белков обязательно входят атомы углерода, водорода, кислорода, азота, а также часто серы, фосфора и др.

Химические свойства

Название свойства	Реагент и описание происходящего процесса
Гидролиз	H_2O , ферменты, водные растворы кислот и щелочей Происходит разрушение первичной структуры белка; приводит к образованию пептидов и аминокислот
Денатурация (необратимое осаждение, свёртывание)	Нагревание, действие сильных кислот или щелочей, солей тяжёлых металлов Происходит разрушение вторичной, третичной и четвертичной структур белка с сохранением первичной структуры





Окончание таблицы

Название свойства	Реагент и описание происходящего процесса
Горение	O_2 Происходит образование азота, углекислого газа и воды
Качественные (цветные) реакции	
1. Биуретовая реакция	Растворы солей меди(II) в щелочной среде. Образуется фиолетовое окрашивание. Эта реакция характерна для веществ, которые содержат пептидные группы
2. Ксантопротеиновая реакция	$HNO_{3(конц.)}$, нагревание. Образуется жёлтая окраска, которая обусловлена нитрованием ароматических колец в соответствующих аминокислотах



3

Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) глицин и гидроксид натрия
- Б) метиламин и азотная кислота
- В) анилин и бромоводородная кислота
- Г) хлорэтан и аммиак (избыток)

ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) нитрат метиламмония
- 2) нитроэтан
- 3) этиламин
- 4) глицинат натрия
- 5) 2,4,6-триброманилин
- 6) бромид фениламмония

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В	Г



4

Установите соответствие между веществом и основной областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ВЕЩЕСТВО

- А) глутаминовая кислота
- Б) анилин
- В) капрон

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- 1) для производства красителей
- 2) для получения каучука
- 3) пищевая добавка
- 4) для получения искусственного волокна

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

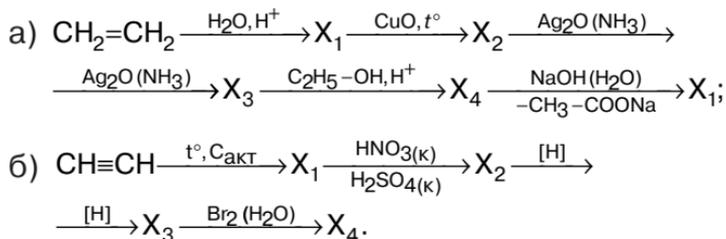
Ответ

А	Б	В

5

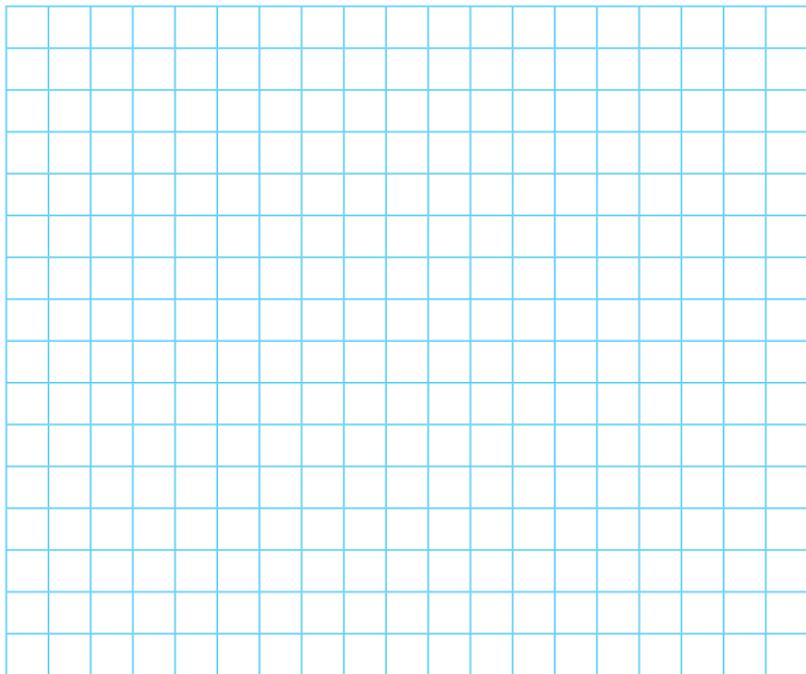
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:





При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ (X — органические вещества).

Ответ: _____





ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

**КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ
НА НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА
И ИОНЫ. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Качественная реакция — это такая реакция, при помощи которой можно отличить одни вещества от других, а также установить качественный состав неизвестного вещества.

**Качественные реакции
на неорганические катионы**

Катион	Реактив и качественный признак химической реакции
Водорода H^+	Индикаторы: <ul style="list-style-type: none">• метиловый оранжевый;• лакмус. Растворы индикаторов приобретают красную окраску
Серебра(I) Ag^+	Хлорид-ион Cl^- Выпадает белый творожистый осадок, не растворимый в HNO_3 , но растворимый в $NH_3 \cdot H_2O$: $Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$





Продолжение таблицы

Катион	Реактив и качественный признак химической реакции
Аммония NH_4^+	<p>Гидроксид-ион OH^-, t°</p> <p>Выделяется газ с характерным резким запахом:</p> $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}.$ <p>Влажная лакмусовая бумага приобретает синий цвет</p>
Бария Ba^{2+}	<p>Сульфат-ион SO_4^{2-}</p> <p>Выпадает белый осадок, не растворимый в кислотах:</p> $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$
Меди(II) Cu^{2+}	<p>Гидроксид-ион OH^-</p> <p>Выпадает голубой осадок:</p> $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow.$ <p>Сульфид-ион S^{2-}</p> <p>Выпадает чёрный осадок:</p> $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}\downarrow$



Окончание таблицы

Катион	Реактив и качественный признак химической реакции
Железа(III) Fe^{3+}	<p>Гексацианоферрат(II) калия (жёлтая кровавая соль) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$</p> <p>Выпадает синий осадок:</p> $\text{K}^+ + \text{Fe}^{3+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} =$ $= \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow.$ <p>Роданид-ион (тиоцианат-ион) SCN^-</p> <p>Появляется кроваво-красное окрашивание:</p> $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$
Алюминия Al^{3+}	<p>Щёлочь (гидроксид-ион) OH^-</p> <p>При добавлении небольшого количества щёлочи выпадает белый осадок:</p> $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow,$ <p>который растворяется в избытке щёлочи:</p> $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4].$ <p>Подтверждаются амфотерные свойства $\text{Al}(\text{OH})_3$</p>



Качественные реакции на неорганические анионы

Анион	Реактив и качественный признак химической реакции
Хлорид-ион Cl^-	Катион серебра(I) Ag^+ Выпадает белый творожистый осадок, не растворимый в HNO_3 , но растворимый в $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$: $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl}\downarrow$
Сульфат-ион SO_4^{2-}	Катион бария Ba^{2+} Выпадает белый осадок, не растворимый в кислотах: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$
Сульфит-ион SO_3^{2-}	Катион водорода H^+ Выделяется газ с характерным запахом: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Сульфид-ион S^{2-}	Катион свинца(II) Pb^{2+} Выпадает чёрный осадок: $\text{S}^{2-} + \text{Pb}^{2+} = \text{PbS}\downarrow$





Окончание таблицы

Анион	Реактив и качественный признак химической реакции
Ортофосфат-ион PO_4^{3-}	Катион серебра(I) Ag^+ Выпадает светло-жёлтый осадок: $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ = \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow$
Карбонат-ион CO_3^{2-}	Катион кальция Ca^{2+} Выпадает белый осадок, растворимый в кислотах: $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3\downarrow$
Карбонат-ион CO_3^{2-}	Катион водорода H^+ Выделяется бесцветный газ, вызывающий помутнение известковой (баритовой) воды: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">известковая вода</p> $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">баритовая вода</p>

Качественные реакции органических соединений

Органическое соединение, функциональная группа	Реагент и качественный признак химической реакции
Алкены (двойная связь) $\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$	<p>Бромная вода Br_2 Исчезает жёлто-коричневая окраска бромной воды:</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$ <p style="text-align: center; margin-left: 100px;">этен</p> <p>Водный раствор перманганата калия KMnO_4 Исчезает фиолетовая окраска раствора KMnO_4 и выпадает бурый осадок:</p> $3\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{KOH}$
Алкины (тройная связь) $-\text{C}\equiv\text{C}-$	<p>Бромная вода Br_2 Исчезает жёлто-коричневая окраска бромной воды:</p> $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{Br}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{Br} \\ \quad \\ \text{CH}-\text{CH} \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$ <p style="text-align: center; margin-left: 100px;">этин</p>

Продолжение таблицы

Органическое соединение, функциональная группа	Реагент и качественный признак химической реакции
<p>Алкины (тройная связь) $-C\equiv C-$</p>	<p>Аммиачный раствор хлорида меди(I) $[Cu(NH_3)_2]Cl$</p> <p>Образуется красный осадок: $HC\equiv CH + 2[Cu(NH_3)_2]Cl \rightarrow$ $\begin{matrix} \text{этин} \\ \rightarrow Cu-C\equiv C-Cu\downarrow + 2NH_4Cl \end{matrix}$</p> <p>Характерна только для алкинов с тройной связью на конце молекулы</p>
<p>Многоатомные спирты</p>	<p>Свежеосаждённый гидроксид меди(II) $Cu(OH)_2$</p> <p>Растворяется голубой осадок $Cu(OH)_2$ и образуется ярко-синий раствор комплексного соединения меди(II)</p>
<p>Фенол</p>	<p>Бромная вода Br_2</p> <p>Исчезает жёлто-коричневая окраска бромной воды и выпадает белый осадок:</p> $ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \\ \text{фенол} \end{array} + 3Br_2 \xrightarrow{(H_2O)} $ $ \begin{array}{c} Br \\ \\ \text{C}_6\text{H}_2(OH) \\ \\ Br \end{array} + 3HBr $

Продолжение таблицы

Органическое соединение, функциональная группа	Реагент и качественный признак химической реакции
Фенол	Хлорид железа (III) FeCl_3 Светло-жёлтая окраска разбавленного раствора FeCl_3 переходит в фиолетовую
Альдегиды (альдегидная группа $-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$)	Аммиачный раствор оксида серебра(I) $\text{Ag}_2\text{O}(\text{NH}_3)$ На стенках пробирки образуется зеркало (выпадает осадок металлического серебра) (реакция «серебряного зеркала»): $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array} + \text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{(\text{NH}_3)}$ <p style="text-align: center; margin-left: 100px;">этаналь</p> $\rightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} + 2\text{Ag}\downarrow$
	Свежеосаждённый гидроксид меди(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, t° Выпадает оранжево-красный осадок: $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ}$ $\rightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$



Продолжение таблицы

Органическое соединение, функциональная группа	Реагент и качественный признак химической реакции
<p>Карбоновые кислоты (карбоксильная группа)</p> $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	<p>Спирт (в присутствии $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$) Появляется запах, который напоминает ароматы различных фруктов:</p> $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{HO}-\text{R}' \xrightleftharpoons{\text{H}^+}$ $\xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}' + \text{H}_2\text{O}$
<p>Глюкоза (как альдегид; как многоатомный спирт)</p>	<p>Аммиачный раствор оксида серебра(I) $\text{Ag}_2\text{O}(\text{NH}_3)$ На стенках пробирки образуется зеркало (выпадает осадок металлического серебра). Протекает реакция «серебряного зеркала». Свежеосаждённый гидроксид меди(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$:</p> <p>➤ без нагревания</p> <p>Растворяется голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и образуется ярко-синий раствор комплексного соединения меди(II) (глюкоза реагирует как многоатомный спирт)</p>

Продолжение таблицы

Органическое соединение, функциональная группа	Реагент и качественный признак химической реакции
Глюкоза (как альдегид; как многоатомный спирт)	<p>➤ при нагревании</p> <p>При нагревании полученного синего раствора выпадает оранжево-красный осадок оксида меди(I) Cu_2O (глюкоза реагирует как альдегид)</p>
Крахмал	<p>Спиртовой раствор йода I_2</p> <p>Появляется синяя окраска</p>
Анилин	<p>Бромная вода Br_2</p> <p>Исчезает жёлто-коричневая окраска бромной воды и выпадает белый осадок:</p> $ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \\ \text{анилин} \end{array} + 3\text{Br}_2 \xrightarrow{(\text{H}_2\text{O})} $ $ \begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_3(\text{NH}_2) \\ \\ \text{Br} \end{array} + 3\text{HBr} $
Белок	<p>Свежеосаждённый гидроксид меди(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$</p> <p>Появляется фиолетовое окрашивание раствора (биуретовая реакция)</p>





Окончание таблицы

Органическое соединение, функциональная группа	Реагент и качественный признак химической реакции
Белок	Концентрированная азотная кислота HNO_3 Появляется жёлтое окрашивание раствора (ксантопротеиновая реакция)

1

Из предложенного перечня выберите два соединения, которые можно обнаружить в водном растворе при помощи нитрата серебра(I).



- 1) хлорид натрия
- 2) гидроксид натрия
- 3) ортофосфат натрия
- 4) сульфат натрия
- 5) сульфит натрия

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:



2

Из предложенного перечня выберите два соединения, которые можно обнаружить при помощи бромной воды.



- 1) уксусный альдегид
- 2) тристеарин
- 3) анилин
- 4) этан
- 5) этилен

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

3

Из предложенного перечня выберите два соединения, которые можно обнаружить при помощи аммиачного раствора оксида серебра(I).



- 1) глицерин
- 2) глюкоза
- 3) бензол
- 4) муравьиная кислота
- 5) уксусная кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:





4

Установите соотношение между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить водные растворы этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

- А) K_2SO_4 и KOH
Б) H_2SO_4 и Na_2SO_4
В) $NaNO_3$ и $NaOH$
Г) $ZnCl_2$ и $MgCl_2$

РЕАГЕНТ

- 1) $NaOH$
2) KNO_3
3) Au
4) $ZnBr_2$
5) O_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В	Г

**ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ
И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ
СОЕДИНЕНИЯ**

Основные промышленные способы получения неорганических веществ

Металлов

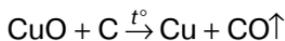
Производством металлов из руд (природных минеральных соединений) занимается металлургия.



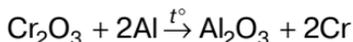
Методы производства металлов в металлургии

Пирометаллургический —
восстановление соединений металлов
при высоких температурах

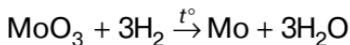
карботермия —
восстановление соединений металлов
углеродом или оксидом углерода(II):



металлотермия —
восстановление соединений металлов
активными металлами (Al, Mg, Ca, Na):



восстановление водородом —
способ получения молибдена, железа,
вольфрама и др.:



Гидрометаллургический —
восстановление соединений металлов
в водных растворах

Электрометаллургический —
катодное восстановление металлов при элек-
тролизе растворов и расплавов их солей





Аммиака

Промышленное производство аммиака основано на прямом взаимодействии азота и водорода:



В качестве катализатора используют пористое железо.

Серной кислоты

Название стадии промышленного производства H_2SO_4	Уравнение соответствующей химической реакции
1. Сжигание пирита (при температуре $\approx 800^{\circ}\text{C}$)	$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 \uparrow$
2. Каталитическое окисление оксида серы(IV) (при температуре $\approx 450^{\circ}\text{C}$ в присутствии катализатора V_2O_5)	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
3. Поглощение оксида серы(VI) водой. Для поглощения SO_3 используют $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ (ни в коем случае не воду); при этом образуется олеум ($\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$), при разбавлении которого опять получают концентрированную H_2SO_4	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Основные способы получения органических веществ (в лаборатории)

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
алканов	
1. Взаимодействие галогеналканов с металлическим натрием (реакция Вюрца)	$2\text{CH}_3\text{-Br} + 2\text{Na} \rightarrow$ бромметан $\rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_3 + 2\text{NaBr}$ этан Позволяет получать алканы с большей длиной углеродной цепи
2. Сплавление солей карбоновых кислот со щелочами	$\text{CH}_3\text{-COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ}$ ацетат натрия $\xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_4\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ метан
3. Гидролиз карбида алюминия	$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\rightarrow 3\text{CH}_4\uparrow + 4\text{Al}(\text{OH})_3$
циклоалканов	
Внутримолекулярная реакция Вюрца	$\begin{array}{c} 2 \quad 1 \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl} \\ \quad \\ 3 \quad 4 \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl} \end{array} + \text{Mg} \xrightarrow{t^\circ}$ 1,4-дихлорбутан $\xrightarrow{t^\circ} \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array} + \text{MgCl}_2$ циклобутан





Продолжение таблицы

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
алкенов	
1. Дегидратация спиртов (в случае несимметричных спиртов проходит по правилу Зайцева (см. стр. 134))	$\begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \quad \text{OH} \quad \text{H} \\ \text{бутанол-2} \end{array} \xrightarrow[\text{-HOH}]{t^\circ; \text{H}_2\text{SO}_4}$ $\xrightarrow[\text{-HOH}]{t^\circ; \text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \\ \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \text{бутен-2} \end{array}$
2. Дегидрогалогенирование галогеналканов (в случае несимметричных галогеналканов проходит по правилу Зайцева)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{KOH} \rightarrow \\ \quad \quad \\ \quad \text{Br} \quad \text{H} \\ \text{(спирт.)} \end{array}$ $\rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{KBr} + \text{HOH}$
3. Дегалогенирование дигалогеналканов, у которых атомы галогена расположены у соседних атомов углерода	$\begin{array}{c} 1 \quad 2 \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \\ \text{1,2-дибромэтан} \end{array} + \text{Zn} \rightarrow$ $\rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{ZnBr}_2 \\ \text{этен} \end{array}$



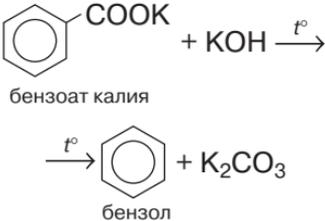
Продолжение таблицы

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
диенов (в промышленности)	
Реакция Лебедева (1932 год)	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\text{-2H}_2\text{O; -H}_2]{\text{Al}_2\text{O}_3, \text{ZnO}, 425^\circ\text{C}}$ <p style="text-align: center;">этанол</p> $\rightarrow \overset{1}{\text{CH}_2}=\overset{2}{\text{CH}}-\overset{3}{\text{CH}}=\overset{4}{\text{CH}_2}$ <p style="text-align: center;">бутадиен-1,3</p>
алкинов	
1. Карбидный метод (для получения ацетилена)	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$
2. Дегидрогалогенирование дигалогеналканов (подчиняется правилу Зайцева). Позволяет получать любой алкин	$\begin{array}{c} 1 & 2 & 3 \\ \text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH}_3 \\ & & \\ \text{Br} & \text{Br} & \end{array} + 2\text{KOH} \rightarrow$ <p style="text-align: center;">(спирт.)</p> <p style="text-align: center;">1,2-дибромпропан</p> $\rightarrow \overset{1}{\text{CH}}\equiv\overset{2}{\text{C}}-\overset{3}{\text{CH}}_3 + 2\text{KBr} + 2\text{HOH}$ <p style="text-align: center;">пропин</p>
3. Взаимодействие ацетиленидов с галогеналканами (для получения гомологов ацетилена)	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Na} + \text{Br}-\text{CH}_3 \rightarrow$ $\rightarrow \overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{C}}\equiv\overset{3}{\text{C}}-\overset{4}{\text{CH}_3} + \text{NaBr}$ <p style="text-align: center;">бутин-1</p>





Продолжение таблицы

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
ароматических углеводородов	
Сплавление солей ароматических карбоновых кислот со щелочами	 <p>бензоат калия</p> <p>бензол</p>
предельных одноатомных спиртов	
1. Общий способ для всех спиртов: щелочной гидролиз галогеналканов	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br} + \text{NaOH}(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{NaBr}$ <p>бромэтан этанол</p>
2. Метанол (в промышленности) получают из синтез-газа (смесь оксида углерода(II) и водорода)	$\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow[\text{кат.}]{t^\circ; \text{P}} \text{CH}_3\text{OH}$


Продолжение таблицы

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
3. Этанол (в промышленности) получают брожением глюкозы	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$
предельных многоатомных спиртов	
Гидролиз полигалогеналканов	$\begin{array}{c} 1 \qquad 2 \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 + 2\text{NaOH}(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \\ \qquad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \\ \text{1,2-дибромэтан} \\ \rightarrow \begin{array}{c} 1 \qquad 2 \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 + 2\text{NaBr} \\ \qquad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \\ \text{этандиол-1,2} \end{array} \end{array}$
фенола (в промышленности)	
1. Кумольный способ	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \\ \text{изопропилбензол} \\ \text{(кумол)} \end{array} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5 - \text{OH} \\ \text{фенол} \end{array} + \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \\ \text{ацетон} \end{array}$

Продолжение таблицы

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
2. Получение из галогенаренов	<p style="text-align: center;">хлорбензол</p> <p style="text-align: center;">→ фенолят натрия</p>
альдегидов	
Окисление первичных спиртов	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ}$ <p style="text-align: center;">этанол</p> $\xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{matrix} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">этаналь</p>
карбоновых кислот	
1. Из солей карбоновых кислот	$\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{ONa} \end{matrix} + \text{HCl} \rightarrow$ <p style="text-align: center;">ацетат натрия</p> $\rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{NaCl}$ <p style="text-align: center;">уксусная кислота</p>
2. Гидролиз сложных эфиров	$\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{O-CH}_3 \end{matrix} + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{H}^+}$ <p style="text-align: center;">метилвый эфир уксусной кислоты</p> $\xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{CH}_3\text{-OH}$



Окончание таблицы

Название способа получения	Уравнение соответствующей химической реакции
сложных эфиров	
Реакция этерификации	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \\ \text{муравьиная} \qquad \qquad \text{этанол} \\ \text{кислота} \end{array}$ $\rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O} \\ \text{этиловый эфир} \\ \text{муравьиной кислоты} \end{array}$
углеводов	
1) глюкозы	
В результате фотосинтеза (в природе)	$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu} \xrightarrow{h\nu} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Гидролиз полисахаридов (в промышленности)	$\begin{array}{c} (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+, t^\circ} \\ \text{крахмал,} \\ \text{целлюлоза} \\ \xrightarrow{\text{H}^+, t^\circ} n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \end{array}$
2) сахарозы, крахмала, целлюлозы Образуются в природе в процессе фотосинтеза	

О важнейших способах получения азотсодержащих органических соединений см. на с. 162—176.





Природные источники углеводородов

Природный источник углеводородов	Классы углеводородов, входящие в состав природного источника
Природный газ	Алканы. Основным компонентом является метан (от 70 до 98 % (по объёму)); остальные компоненты: этан, пропан, бутан, изобутан, неорганические газы
Попутный нефтяной газ	Алканы. По сравнению с природным газом в попутном нефтяном газе содержится меньше метана и больше его гомологов с длиной углеродной цепи до шести атомов углерода
Нефть	Алканы, циклоалканы, арены. Состав нефти определяется её месторождением. Значительная её часть состоит из смеси алканов с нормальным и разветвлённым углеродным скелетом от C_6 до C_{50}



Окончание таблицы

Природный источник углеводов	Классы углеводов, входящие в состав природного источника
Каменный уголь	Органические и неорганические вещества. Каменный уголь состоит из горючей и негорючей частей. Горючая (органическая) часть угля состоит из сложных органических соединений, в состав которых входят углерод, водород, кислород, азот и сера

Высокомолекулярные соединения

Высокомолекулярные соединения (ВМС) — это соединения с относительной молекулярной массой более 10 000.

Большинство ВМС относятся к полимерам.

Полимеры — это неорганические и органические вещества, состоящие из мономерных звеньев, соединённых в макромолекулы при помощи химических или координационных связей.





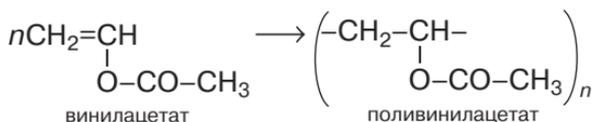
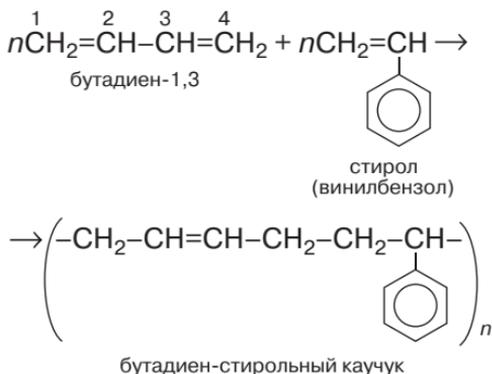
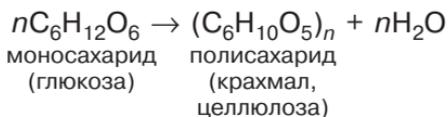
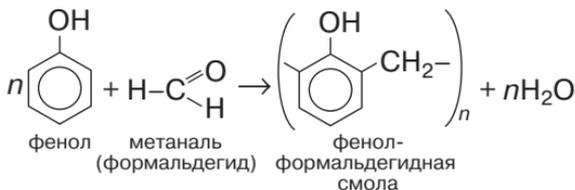
Реакции получения полимеров

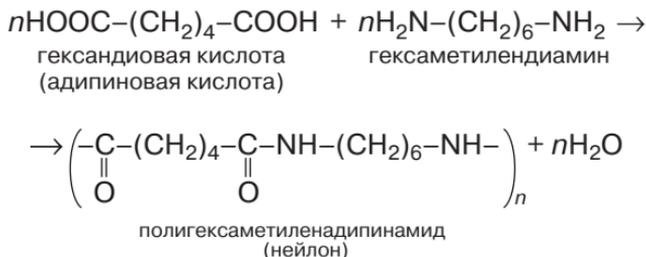
полимеризации — химический процесс соединения большого числа исходных молекул низкомолекулярных веществ (мономера) в макромолекулы полимера

вещества, вступающие в реакцию полимеризации, должны содержать кратные (двойные, тройные) связи. Это могут быть молекулы одного мономера (гомополимеризация) или молекулы разных мономеров (сополимеризация)

поликонденсации — химический процесс соединения исходных молекул мономера в макромолекулы полимера, в ходе которого образуется побочное низкомолекулярное вещество

вещества, вступающие в реакцию поликонденсации, должны содержать функциональные группы. Это могут быть молекулы одного мономера (гомополиконденсация) или молекулы разных мономеров (сополиконденсация)

Пример реакции гомополимеризации:

Пример реакции сополимеризации:

Пример реакции гомополиконденсации:

Пример реакции сополиконденсации:




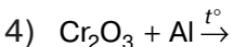
Пластмассы (пластические массы) — это органические материалы, основой которых являются синтетические или природные полимеры. Эти материалы под действием нагревания и давления способны формироваться и сохранять заданную форму после охлаждения или отвердения.

Волокна — это некоторые полимерные вещества, которые способны образовывать тонкие прочные нити, используемые для изготовления пряжи и текстильных изделий.

Каучуки — это натуральные или синтетические эластомеры, то есть материалы, которые способны к высокоэластичным и обратимым деформациям в широком температурном интервале. Из каучуков путём вулканизации получают резины и эбониты.



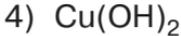
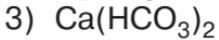
1) Из предложенного перечня выберите два уравнения химических реакций, используя которые можно получить металл.



Запишите в поле ответа номера выбранных уравнений.

Ответ:

2) Из предложенного перечня выберите два вещества, при разложении которых можно получить кислород (в лаборатории).



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:





3

Установите соответствие между веществом и способом его получения в промышленности: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) аммиак
- Б) серная кислота
- В) хлор
- Г) водород

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ

- 1) обжиг пирита с последующим взаимодействием с кислородом и водой
- 2) взаимодействие сульфата натрия с соляной кислотой
- 3) конверсия водяного пара с раскалённым коксом
- 4) взаимодействие азота и водорода
- 5) электролиз расплава хлорида натрия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б	В	Г



4

Из предложенного перечня выберите два уравнения химических реакций, используя которые можно получить углеводороды (в лаборатории).

- 1) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu}$
- 2) $\text{CH}_3\text{-Br} + \text{Na} \rightarrow$
- 3) $\text{CH}_3\text{-OH} + \text{HBr} \rightarrow$
- 4) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+}$
- 5) $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$



Запишите в поле ответа номера выбранных уравнений.

Ответ:

5

Из предложенного перечня выберите два уравнения химических реакций, используя которые можно получить органические кислородсодержащие соединения (в лаборатории).

- 1) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow$
- 2) $\text{CH}_3\text{-Cl} + \text{NaOH}(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow$
- 3) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ}$
- 4) $\text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
- 5) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow{t^\circ, \text{H}_2\text{SO}_4}$



Запишите в поле ответа номера выбранных уравнений.

Ответ:





6

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые способны вступить в реакцию полимеризации.

- 1) крахмал
- 2) гексан
- 3) стирол
- 4) бутадиен-1,3
- 5) бутандиол-1,3



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

7

Установите соответствие между веществом и основной областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) бутадиен-стирольный каучук
- Б) нейлон
- В) фенолформальдегидная смола

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- 1) для производства лаков
- 2) для изготовления струн
- 3) для производства шин
- 4) для производства бумаги





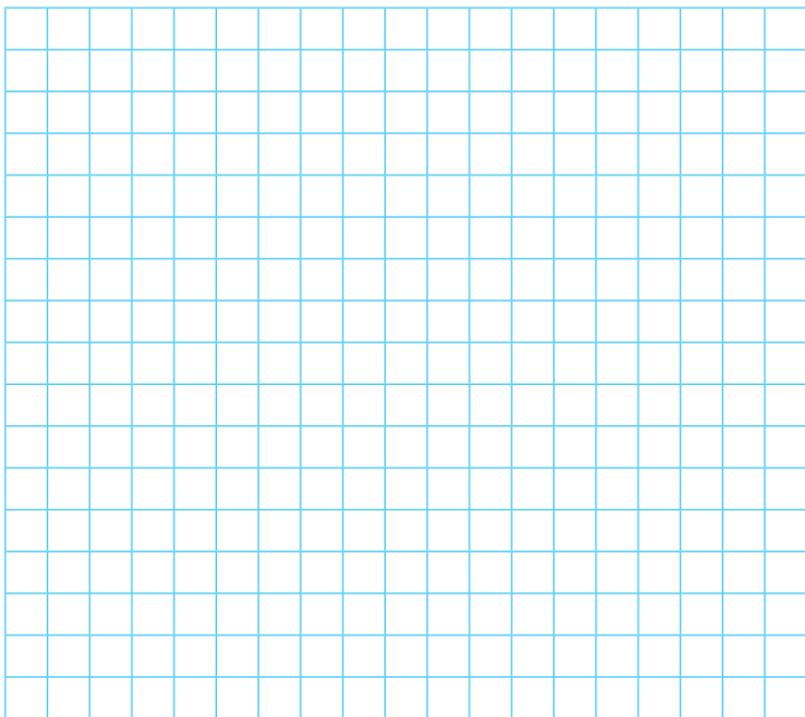
Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях

2

Какой объём азота теоретически необходим для синтеза 25 л оксида азота(II) (нормальные условия)? (Запишите число с точностью до десятых.)



Ответ: _____





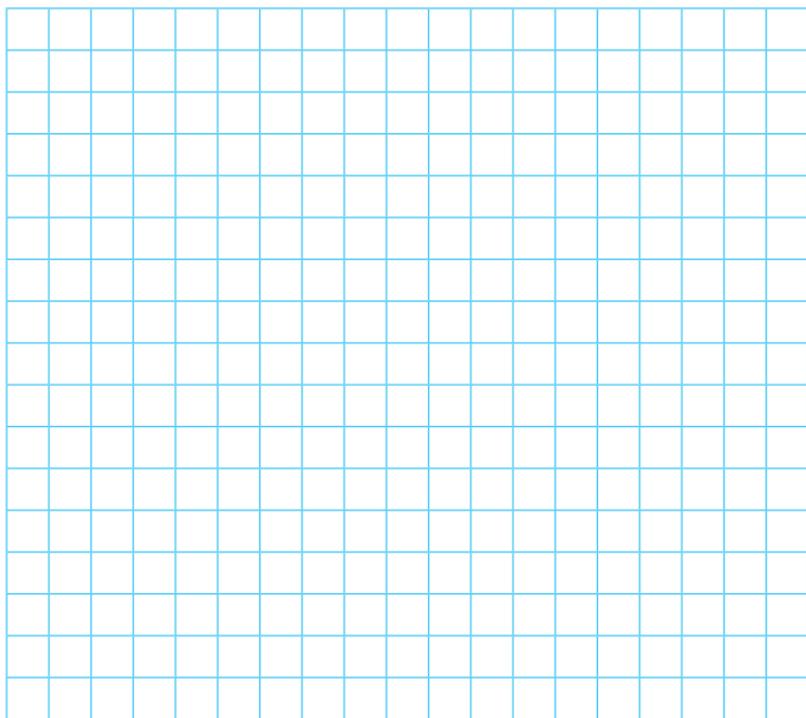
Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ

3

Вычислите массу кислорода (в граммах), необходимого для полного сжигания 4,48 л (н. у.) этана. (Запишите число с точностью до десятых.)



Ответ: _____





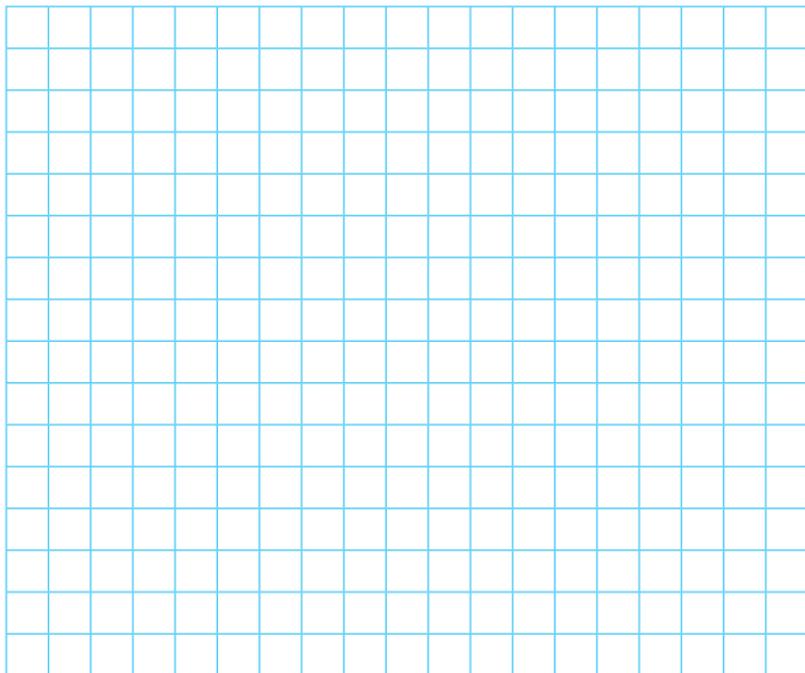
Расчёт теплового эффекта реакции

4

В результате реакции, термохимическое уравнение которой $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} = 2\text{HCl}_{(g)} + 185 \text{ кДж}$, выделилось 344 кДж теплоты. Вычислите массу образовавшегося при этом хлороводорода (в граммах). (Запишите число с точностью до десятых.)



Ответ: _____





Расчёты массы (объёма, количества вещества) **продуктов реакции**, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси)

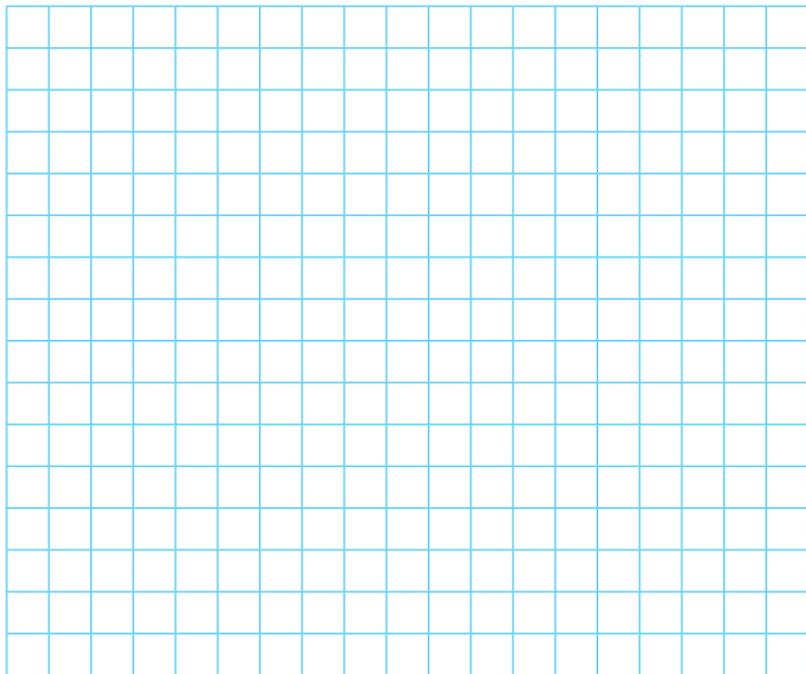
• **Пример задачи на избыток и недостаток**

5

Смесь 12 г магния и 2,8 г азота нагрели. Вычислите массу образовавшегося нитрида магния. (Запишите число с точностью до десятых.)



Ответ: _____





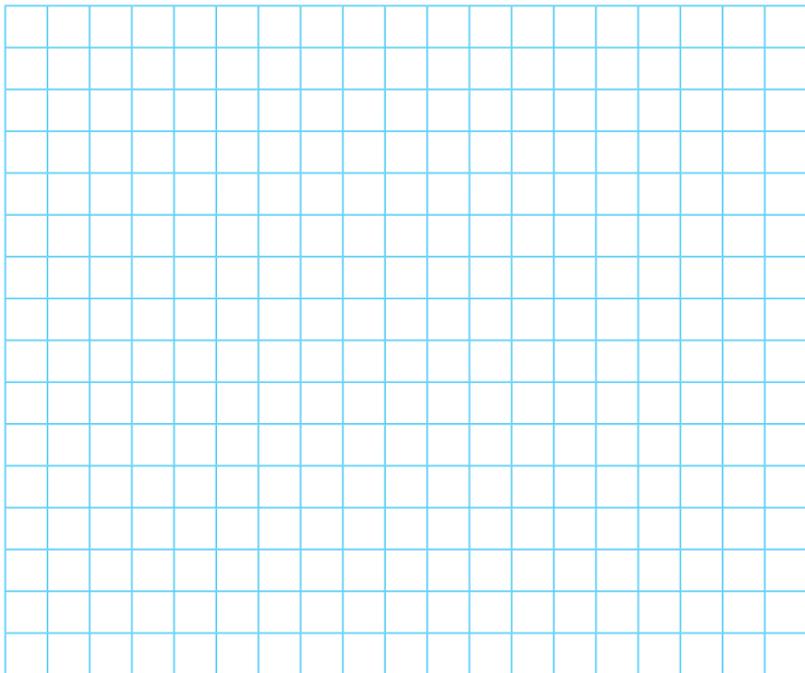
• Пример задачи на примеси

6

Вычислите объём углекислого газа (н. у.), который выделится при термическом разложении технического карбоната магния массой 175,0 г, содержащего 8 % (по массе) некарбонатных примесей. (Запишите число с точностью до десятых).



Ответ: _____





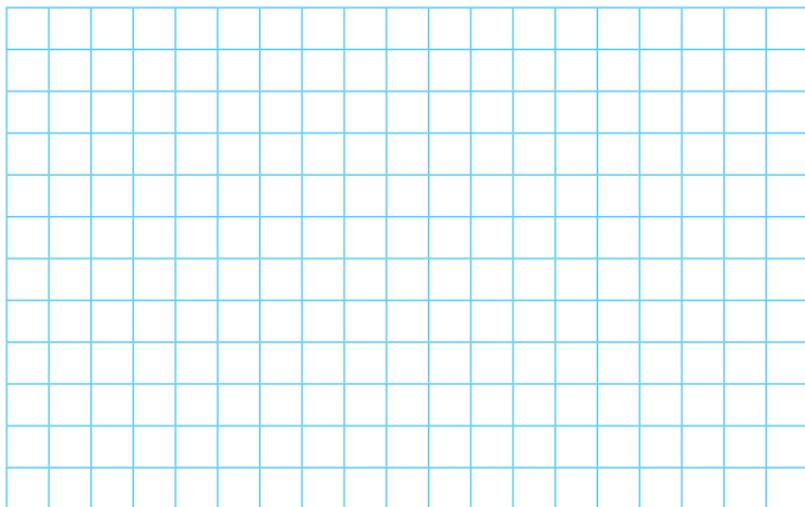
Расчёт массы (объёма, количества вещества) **продукта реакции**, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества

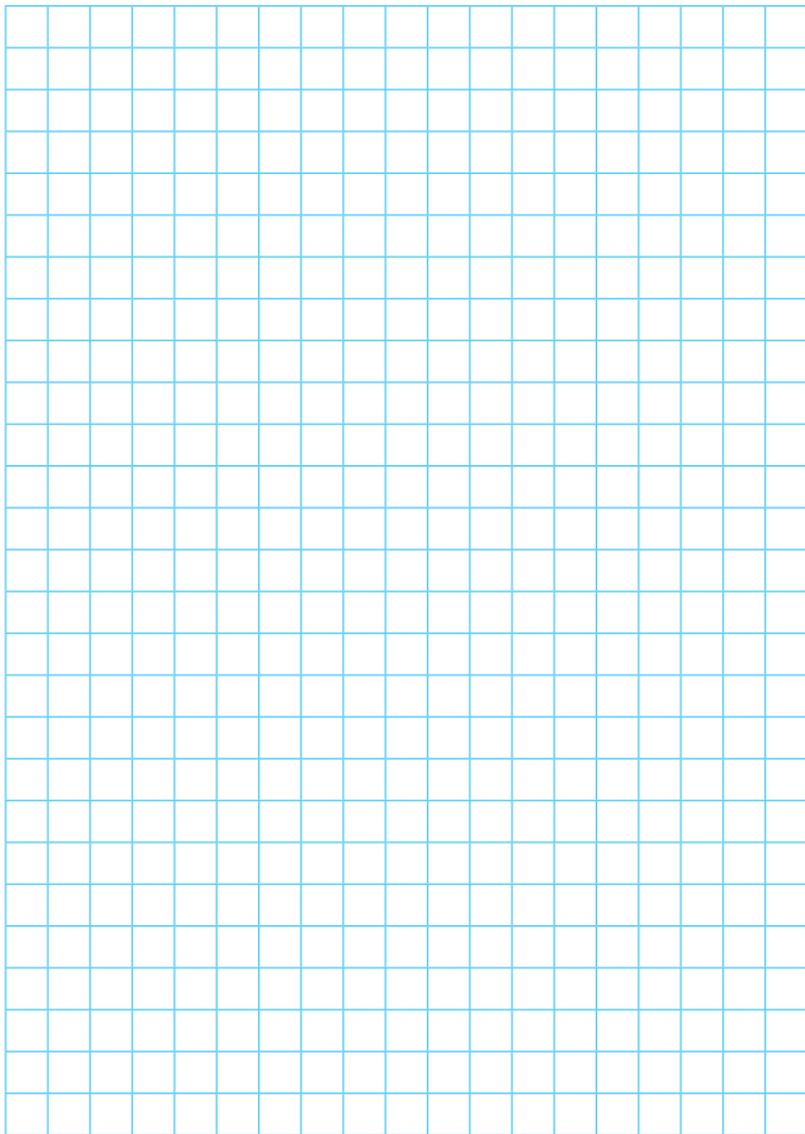
7

Вычислите объём газа (н. у.), который выделится при растворении необходимого количества сульфита натрия в 112 мл раствора соляной кислоты (плотность 1,1 г/мл) с массовой долей хлороводорода в нём 18 %. (Запишите число с точностью до десятых.)



Ответ: _____





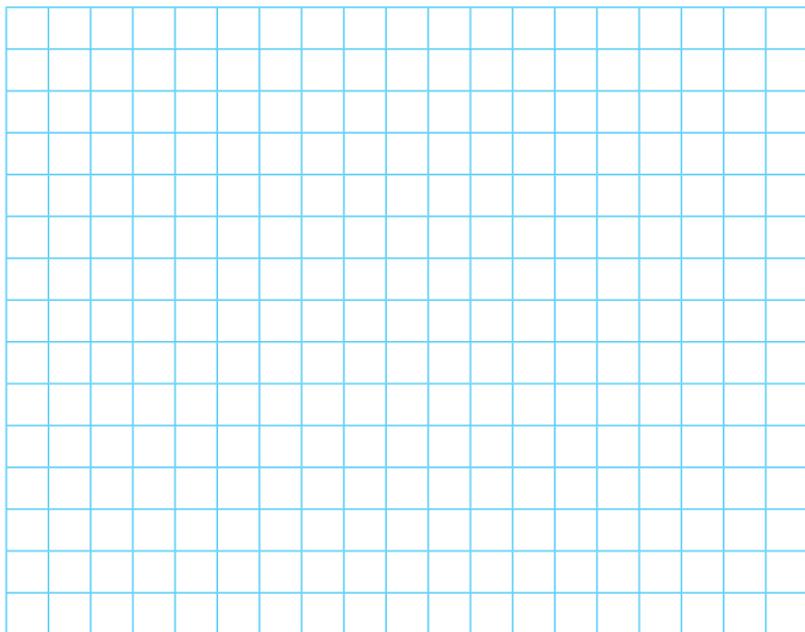


Расчёт массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретического

- 9 Вычислите объём кислорода (н. у.), который образуется при термическом разложении 16,5 г перманганата калия, если объёмная доля выхода продукта реакции составляет 85 % от теоретически возможного. (Запишите число с точностью до десятых.)



Ответ: _____





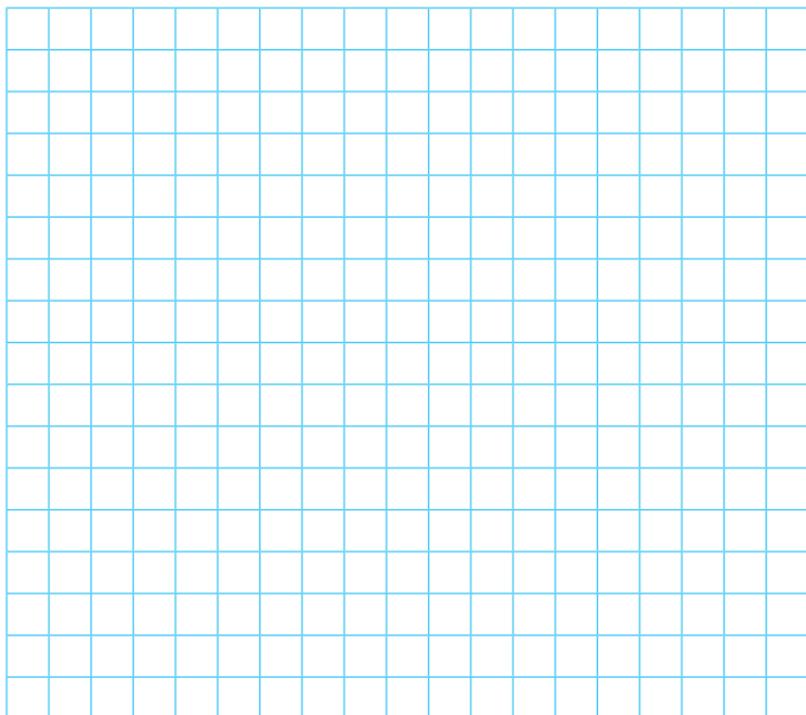
Расчёт массовой доли (массы) химического соединения в смеси

10

Смешали порошкообразные металлы: серебро массой 3 г, медь массой 4 г и железо массой 2 г. Вычислите массовую долю меди (в %) в смеси. (Запишите число с точностью до целых.)



Ответ: _____





ОТВЕТЫ

Теоретические основы химии

Современное представление о строении атома

1. 34.
2. 12.
3. 124.

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

1. 34.
2. 15.
3. 24.

Химическая связь и строение вещества

1. 14.
2. 25.

3.

А	Б	В	Г
2	4	1	3

Химические реакции

1. 24.

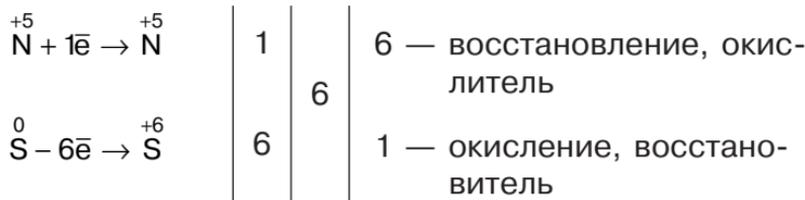
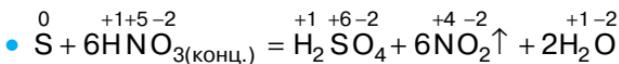
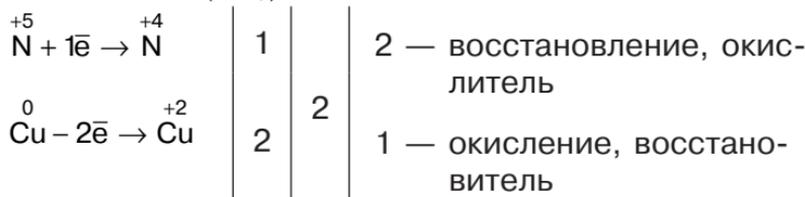
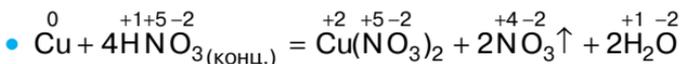
2.

А	Б	В	Г
3	2	1	3

3.

А	Б	В
2	1	2

4. Возможны две окислительно-восстановительные реакции:



Электролитическая диссоциация. Гидролиз.

Электролиз

1. Ответ: 35.

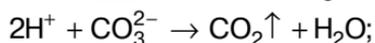
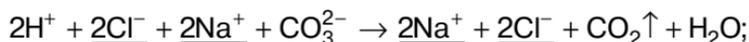
2.

А	Б	В	Г
4	3	2	1

3.

А	Б	В	Г
5	4	1	2

4. Возможны четыре уравнения реакций ионного обмена между указанными веществами.





- $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{H}^+ + \underline{\text{Cl}^-} + \underline{\text{K}^+} + \text{OH}^- \rightarrow \underline{\text{K}^+} + \underline{\text{Cl}^-} + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$;
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $\underline{2\text{Na}^+} + \underline{\text{CO}_3^{2-}} + \underline{\text{Cu}^{2+}} + \underline{\text{SO}_4^{2-}} \rightarrow \underline{\text{CuCO}_3\downarrow} + \underline{2\text{Na}^+} + \underline{\text{SO}_4^{2-}}$;
 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{CuCO}_3\downarrow$;
- $2\text{KOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$
 $\underline{2\text{K}^+} + \underline{2\text{OH}^-} + \underline{\text{Cu}^{2+}} + \underline{\text{SO}_4^{2-}} \rightarrow \underline{\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow} + \underline{2\text{K}^+} + \underline{\text{SO}_4^{2-}}$;
 $2\text{OH}^- + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$.

Неорганическая химия

Простые вещества — металлы

1.

X	Y
3	5

2. Ответ: 15.

3.

X	Y
4	5

4. Ответ: 24.

5. Ответ: 13.

Простые вещества — неметаллы

1.

X	Y
2	5

2. Ответ: 13.

3. Ответ: 24.

 4.

X	Y
1	5

5. Ответ: 23.

Сложные неорганические вещества

 1.

A	Б	В
4	3	1

 2.

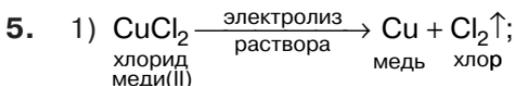
A	Б	В	Г
5	1	2	3

 3.

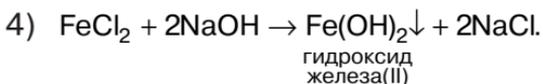
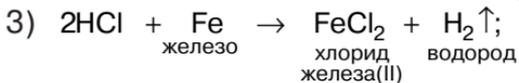
A	Б	В	Г
6	4	2	1

 4.

X	Y
1	5



(водный раствор хлороводорода — соляная кислота);





Органическая химия

Углеводороды

1. Ответ: 35.

2. Ответ: 14.

3.

А	Б	В
4	3	1

4.

А	Б	В	Г
2	5	3	1

5.

А	Б	В	Г
4	6	5	1

Кислородсодержащие органические соединения

1. Ответ: 13.

2.

Х	У
2	5

3.

А	Б	В
4	1	2

4.

А	Б	В	Г
6	5	3	1

5.

А	Б	В
3	4	1

Азотсодержащие органические соединения. Взаимосвязь органических соединений

1. Ответ: 23.

2.

X	Y
3	5

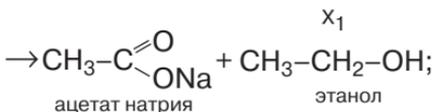
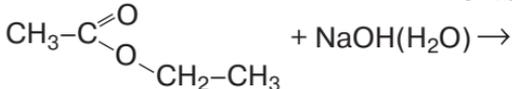
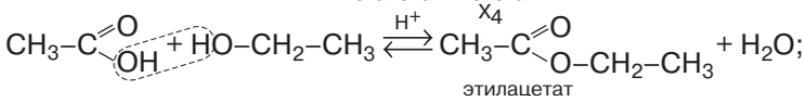
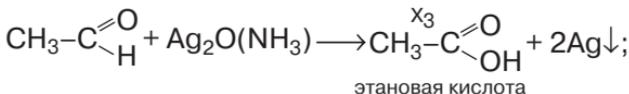
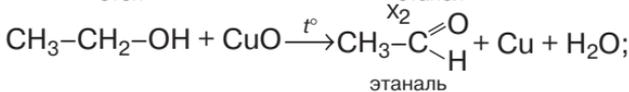
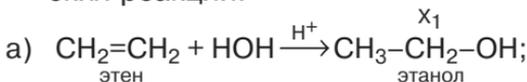
3.

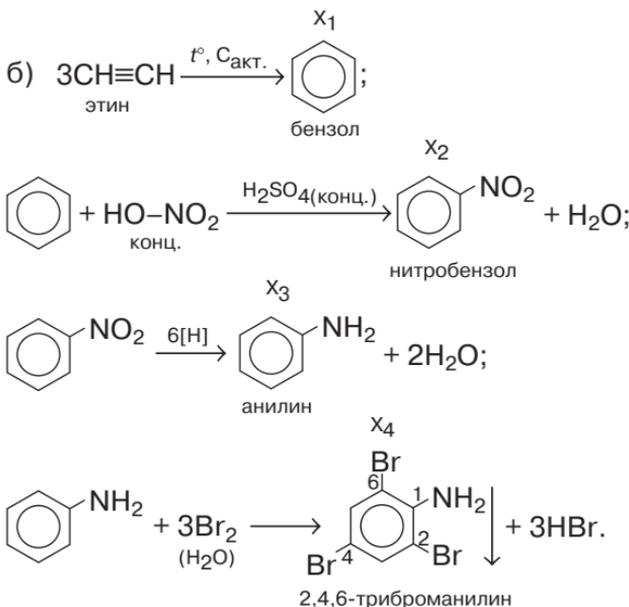
A	Б	В	Г
4	1	6	3

4.

A	Б	В
3	1	4

5. Составим уравнения соответствующих химических реакций:





Познания в химии. Химия и жизнь

Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений

1. Ответ: 13.
2. Ответ: 35.
3. Ответ: 24.

4.

А	Б	В	Г
4	1	4	1

Основные способы получения неорганических и органических веществ. Высокомолекулярные соединения

1. Ответ: 34.



2. Ответ: 15.

3.

А	Б	В	Г
4	1	5	3

4. Ответ: 25.

5. Ответ: 23.

6. Ответ: 34.

7.

А	Б	В
3	2	1

Расчёты по химическим формулам и уравнения реакций

1. $m_{\text{доб.}}(\text{соли}) = 7,3 \text{ г.}$

2. $V(\text{N}_2) = 12,5 \text{ л.}$

3. $m(\text{O}_2) = 22,4 \text{ г.}$

4. $m(\text{HCl}) = 135,0 \text{ г.}$

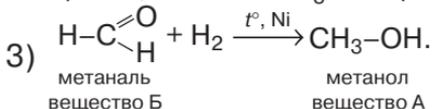
5. $m(\text{Mg}_3\text{N}_2) = 10,0 \text{ г.}$

6. $V(\text{CO}_2) = 42,6 \text{ л.}$

7. $V(\text{SO}_2) = 6,7 \text{ л.}$

8. 1) вещество А: CH_4O (молекулярная формула);

2) вещество А: $\text{CH}_3\text{-OH}$ (структурная формула);



9. $V(\text{O}_2) = 1,0 \text{ л.}$

10. $w(\text{Cu}) = 44 \text{ \%}$.





Предметный указатель

- Азот 19, 20, 57, 73, 104, 163, 171, 172, 192, 201
- Актиноид 11
- Алкадиен 105, 116
- Алкан 105, 106, 107, 110, 193, 200
- Алкен 105, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 121, 125, 183, 194
- Алкин 118, 121, 122, 183, 184, 195
- Алмаз 31, 75
- Альдегид 120, 139, 140, 141, 185, 186, 187, 198
- Алюминий 15, 18, 180
- Амин 162, 163, 164
- Аминокислота 166, 167, 168, 170, 171
- Аммиак 73, 162, 166, 170, 192
- Анилин 163, 187
- Анион 6, 46, 52, 181, 182
- Арен 105, 122, 123, 124, 200
- Астат 22
- Атомная орбиталь 8
- Белок 187, 188
- Бензол 123, 127, 137, 165
- Бор 15
- Бром 22, 23, 57, 70
- Бутан 106
- Вагнера, реакция 115
- Валентность 15, 20, 21, 22, 31, 104
- Вант-Гоффа, правило 35
- Водород 30, 36, 45, 57, 64, 68, 69, 90, 91, 94, 104, 107, 114, 124, 131, 134, 137, 147, 150, 162, 165, 171, 177, 181, 192, 196
- Водородная связь 30, 157
- Волокно 204
- Восстановитель 39, 40, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 166, 221
- Вюрца, реакция 193
- Галоген 22, 69, 70, 71, 104, 107, 111, 114, 134, 194
- Гексан 106
- Гептан 106
- Гидрид 57, 58, 59, 63
- Гидрокарбонат 97, 146
- Гидроксид 56, 86, 89, 93
- Гидролиз 45, 49, 97, 147, 148, 150, 157, 171, 193, 196, 197, 198, 199
- Глицерин 132, 149, 150
- Глюкоза 151, 152, 154, 156, 186, 187, 199, 203
- Гомологический ряд 106, 110, 113, 116, 118, 123
- Графит 31, 75
- Дейтерий 8



- Декан 106
Денатурация 171
Дисахарид 150, 155, 156
Диссоциация 45, 46, 47, 50
Донорно-акцепторный механизм 26
Железо 18, 64, 65, 70, 192
Жиры 49, 149, 150
Зайцева, правило 134, 195
Закон действующих масс 35
Зелинского — Казанского, реакция 112
Зинина, реакция 166
Изотоп 7, 8, 22
Ингибитор 36
Индикатор 87, 91, 165, 177
Ион 177, 178, 179, 180, 181, 182
Ионная связь 29, 30
Йод 22, 23, 70, 158, 187
Калий 57
Кальций 14, 58
Каменный уголь 201
Карбин 75
Карбонат 83, 87, 96, 97, 169, 182
Катализатор 36, 108, 109, 111, 112, 113, 116, 117, 119, 120, 122, 124, 125, 126, 141, 147, 153, 192
Катион 45, 46, 64, 86, 177, 178, 181, 182
Каучук 117, 204
Кислород 21, 29, 57, 70, 71, 72, 81, 90, 96, 104, 150, 171, 201
Кислота
 - азотистая 20
 - азотная 20, 61, 62, 64, 65, 92, 93
 - карбоновая 142, 143, 144, 145, 147, 149, 150, 168, 186, 193, 196, 198
 - муравьиная 90, 143
 - олеиновая 144, 149
 - пальмитиновая 143, 149
 - серная 61, 62, 64, 65, 83, 92, 192
 - стеариновая 143, 149
 - угольная 19, 97
 - уксусная 143, 145Ковалентная связь 25, 27
Коновалова, реакция 108
Коррозия 40
Крахмал 157, 158, 187, 199, 203
Крекинг 108
Кремний 18, 77, 78
Кристаллическая решётка 29, 31
Кучерова, реакция 120
Лактоза 155
Лантаноид 11
Лебедева, реакция 195
Ле Шателье, принцип 37
Литий 14, 57





- ←
- Магний 14, 59
Мальтоза 155
Марковникова,
 правило 114, 115, 119
Медь 16, 61, 63, 92, 95
Менделеев Д. И. 12, 13
Металлическая связь 29
Метан 106
Метаналь 140
Метанол 132, 135, 196
Моносахарид 151, 155, 156,
 203
Натрий 57
Нейтрон 7, 8
Нефть 200
Нонан 106
Нуклид 7
Нуклон 7
Окисление 60, 109, 115,
 121, 127, 135, 153, 192,
 198, 221
Оксид 82, 83, 84, 87, 88,
 89, 191
Октан 106
Основание 16, 18
Пентан 106
Пептид 170, 171
Периодическая
 система 10, 11, 12, 13,
 14, 15
Периодический закон 12
Периодический закон
 химических элементов
 Д. И. Менделеева 12
Полимеризация 113, 116,
 117, 121, 122
Пропан 106
Сахароза 155, 156, 199
Селен 21
Сера 21, 40, 57, 72, 104
«Серебряного зеркала»,
 реакция 141, 185, 186
Силикат 93
Спин 8
Спирт 58, 131, 132, 133,
 134, 135, 136, 137, 145,
 146, 152, 156, 169, 184,
 186, 187, 194, 196, 197, 198
Степень окисления 31
Теллур 21
Толленса, реактив 141, 153
Тритий 8
Углевод 49, 150
Угледород 104, 105, 106,
 109, 112, 114, 116, 118,
 119, 122
Уравнение химической
 реакции 152, 157, 158,
 164, 165, 166, 169, 170,
 192, 193, 194
Фенол 131, 137, 139, 145,
 184, 185, 197
Формула жиров 149
Формула крахмала 157



- Формула предельных альдегидов 139
- Формула предельных одноатомных спиртов 131
- Формула предельных одноосновных карбоновых кислот 144
- Формула целлюлозы 157
- Фосфор 19, 57, 74, 104
- Фриделя — Крафтса, катализаторы 125
- Фруктоза 151
- Фуллерен 75
- Хром 17, 61, 63
- Целлюлоза 157, 158, 199, 203
- Цинк 17, 62
- Щёлочноземельный металл 14, 58, 60, 133, 137
- Щелочной металл 14, 57, 60, 82, 86, 133, 137, 169
- Щёлочь 138, 180
- Электролиз 45, 51
- Электронная конфигурация 8





Приложение

Таблица 1. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Группы Периоды	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б
1 1 (H)					
2 1 2	Li 6,941 2s ¹ Литий	Be 9,012 2s ² Бериллий	B 10,81 2s ² 2p ¹ Бор	C 12,011 2s ² 2p ² Углерод	N 14,0067 2s ² 2p ³ Азот
3 1 8 2	Na 22,990 3s ¹ Натрий	Mg 24,305 3s ² Магний	Al 26,981 3s ² 3p ¹ Алюминий	Si 28,086 3s ² 3p ² Кремний	P 30,973 3s ² 3p ³ Фосфор
4 1 8 8 2	K 39,098 4s ¹ Калий	Ca 40,08 4s ² Кальций	Sc 44,956 3d ¹ 4s ² Скандий	Ti 47,90 3d ² 4s ² Титан	V 50,941 3d ³ 4s ² Ванадий
5 1 8 8 2	29 63,546 3d ¹⁰ 4s ¹ Cu Медь	30 65,38 3d ¹⁰ 4s ² Zn Цинк	31 69,72 4s ² 4p ¹ Ga Галлий	32 72,59 4s ² 4p ² Ge Германий	33 74,921 4s ² 4p ³ As Мышьяк
6 1 8 18 8 2	37 85,468 5s ¹ Rb Рубидий	38 87,62 5s ² Sr Стронций	39 88,906 4d ¹ 5s ² Y Иттрий	40 91,22 4d ² 5s ² Zr Цирконий	41 92,906 4d ⁴ 5s ¹ Nb Нобий
7 1 8 18 8 2	47 107,868 4d ¹⁰ 5s ¹ Ag Серебро	48 112,40 4d ¹⁰ 5s ² Cd Кадмий	49 114,82 5s ² 5p ¹ In Индий	50 118,69 5s ² 5p ² Sn Олово	51 121,75 5s ² 5p ³ Sb Сурьма
8 1 8 18 8 2	55 132,905 6s ¹ Cs Цезий	56 137,34 6s ² Ba Барий	57 138,905 5d ¹ 6s ² La Лантан	72 178,49 5d ² 6s ² Hf Гафний	73 180,948 5d ³ 6s ² Ta Тантал
9 1 8 18 8 2	79 196,967 5d ¹⁰ 6s ¹ Au Золото	80 200,59 5d ¹⁰ 6s ² Hg Ртуть	81 204,37 6s ² 6p ¹ Tl Таллий	82 207,2 6s ² 6p ² Pb Свинец	83 208,980 6s ² 6p ³ Bi Висмут
10 1 8 32 18 8 2	87 [223] 7s ¹ Fr Франций	88 226,025 7s ² Ra Радий	89 [227] 6d ¹ 7s ² Ac Актиний	104 [261] 6d ² 7s ² Db Дубний	105 [262] 6d ³ 7s ² Jl Джолотий

*Лантаноиды

58 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	Ce	59 140,908 4f ¹ 6s ² Празеодим	Pr	60 144,24 4f ² 6s ² Неодим	Nd	61 [145] 4f ³ 6s ² Прометий	Pm	62 150,4 4f ⁶ 6s ² Самарий	Sm	63 151,96 4f ⁷ 6s ² Европий	Eu	64 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадолиний	Gd
--	----	---	----	---	----	--	----	---	----	--	----	--	----

**Актиноиды

90 232,038 6d ² 7s ² Торий	Th	91 [231] 5f ² 6d ¹ 7s ² Протактиний	Pa	92 238,029 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	U	93 [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	Np	94 [244] 5f ⁶ 7s ² Плутоний	Pu	95 [243] 5f ⁷ 7s ² Америций	Am	96 [247] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрий	Cm
---	----	---	----	--	---	--	----	--	----	--	----	---	----



а VI б		а VII б		а VIII б							
		H 1,0079 1s ¹	1	He 4,0026 1s ²	2	<p>Символ элемента</p> <p>Атомная масса</p> <p>Атомный номер</p> <p>Распределение электронов по застраивающимся подуровням</p> <p>Распределение электронов по уровням</p> <p>Название элемента</p>					
		Водород	2	Гелий							
O 15,999 2s ² 2p ⁴	8	F 18,998 2s ² 2p ⁵	9	Ne 20,179 2s ² 2p ⁶	10						
Кислород	7	Фтор	8	Неон	8						
S 32,06 3s ² 3p ⁴	16	Cl 35,453 3s ² 3p ⁵	17	Ar 39,948 3s ² 3p ⁶	18						
Сера	7	Хлор	8	Аргон	8						
24 51,996 3d ⁴ 4s ¹	Cr 1	25 54,938 3d ⁵ 4s ²	Mn 1			26 55,847 3d ⁶ 4s ²	Fe 2	27 58,933 3d ⁷ 4s ²	Co 2	28 58,70 3d ⁸ 4s ²	Ni 2
Хром	8	Марганец	8			Железо	8	Кобальт	8	Никель	8
34 78,96 4s ² 4p ⁴	Se 1	35 79,904 4s ² 4p ⁵	Br 1	36 83,80 4s ² 4p ⁶	Kr 1						
Селен	8	Бром	8	Криптон	8						
42 95,94 4d ⁵ 5s ¹	Mo 1	43 98,906 4d ⁵ 5s ²	Tc 1			44 101,07 4d ⁷ 5s ¹	Ru 1	45 102,905 4d ⁸ 5s ¹	Rh 1	46 106,4 4d ¹⁰	Pd 1
Молибден	8	Технеций	8			Рутений	8	Родий	8	Палладий	8
52 127,60 5s ² 5p ⁴	Te 1	53 126,904 5s ² 5p ⁵	I 1	54 131,30 5s ² 5p ⁶	Xe 1						
Теллур	8	Иод	8	Ксенон	8						
74 183,85 5d ⁴ 6s ²	W 2	75 186,207 5d ⁵ 6s ²	Re 2			76 190,2 5d ⁶ 6s ²	Os 2	77 192,22 5d ⁷ 6s ²	Ir 2	78 195,09 5d ⁸ 6s ¹	Pt 1
Вольфрам	12	Рений	12			Осмий	12	Иридий	12	Платина	10
84 [209] 6s ² 6p ⁴	Po 1	85 [210] 6s ² 6p ⁵	At 1	86 [222] 6s ² 6p ⁶	Rn 1						
Полоний	8	Астат	8	Радон	8						
106 [263] 6d ⁴ 7s ²	Rf 2	107 [262] 6d ⁵ 7s ²	Bh 2			108 [265] 6d ⁸ 7s ²	Hn 2	109 [266] 6d ⁷ 7s ²	Mt 2	110 [272] 6d ⁹ 7s ¹	Uun 1
Резерфордий	10	Борий	10			Ганний	10	Майтнерий	10	Унуниллий	8

65 158,925 4f ⁹ 6s ²	Tb 2	66 162,50 4f ¹⁰ 6s ²	Dy 2	67 164,93 4f ¹¹ 6s ²	Ho 2	68 167,26 4f ¹² 6s ²	Er 2	69 168,93 4f ¹³ 6s ²	Tm 2	70 173,04 4f ¹⁴ 6s ²	Yb 2	71 174,97 4f ¹⁴ 6s ¹	Lu 2
Тербий	10	Диспрозий	10	Гольмий	10	Эрбий	10	Тулий	10	Иттербий	10	Лютеций	10

97 [247] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ²	Bk 3	98 [251] 5f ¹⁰ 7s ²	Cf 3	99 [254] 5f ¹¹ 7s ²	Es 3	100 [257] 5f ¹² 7s ²	Fm 3	101 [258] 5f ¹³ 7s ²	Md 3	102 [259] 5f ¹⁴ 7s ²	No 3	103 [262] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	Lr 3
Берклий	10	Калифорний	10	Эйнштейний	10	Фермий	10	Менделевий	10	Нобелий	10	Лоуренсий	10





Таблица 2. Таблица растворимости

Анионы	Катионы																					
	H ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ⁺	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	
OH ⁻		Р	Р	—	Р	М	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	—	Н	Н	Н	Н
F ⁻	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	Н	Н	Н	Р	Р	М	М	Р	Р	—	Н	Н	Н	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	Р	М	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	Р	М	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Р	Н	Р
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	—	—	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	—	—	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	Н	Н	Н	—
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Р	Н	Н	Н	Р
CrO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Р	Н	—	Р	Н	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
PO ₄ ³⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—
SiO ₃ ²⁻	Н	Р	Р	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	Н	—
NO ₃	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
NO ₂ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	Р	—	Р	Р	Р	Р	М	М	Р	Р	Р	Р	—
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р

Р — растворяется в воде; М — мало растворяется в воде; Н — не растворяется в воде; прочерк — не существует или распадается в водной среде

**Таблица 3. Электроотрицательность химических элементов
(по шкале Оллреда – Рохова)**

Элемент	X	Элемент	X	Элемент	X
Cs	0,86	Mn	1,60	Sc	1,20
Cu	1,75	Mo	1,30	Se	2,48
F	4,10	N	3,07	Si	1,74
Fe	1,64	Na	1,01	Sn	1,72
Ft	0,86	Nb	1,23	Sr	0,99
Ga	1,82	Ni	1,75	Ta	1,33
Ge	2,02	O	3,50	Tc	1,36
H	2,10	P	2,10	Te	2,01
Hf	1,23	Pb	1,55	Ti	1,32
Hg	1,44	Po	1,76	Tl	1,44
I	2,21	Pt	1,44	V	1,45
In	1,49	Ra	0,97	W	1,40
K	0,91	Rb	0,89	Y	1Д1
La	1,08	Re	1,46	Zn	1,66
Li	0,97	S	2,60	Zr	1,22
Mg	1,23	Sb	1,82		



**Таблица 4. Некоторые важнейшие физические постоянные**

Заряд электрона	$(1,6021892 + 0,0000046) \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	$(1,109534 \pm 0,000047) \cdot 10^{-37}$ кг
Атомная единица массы (а.е.м.)	$(1,6605655 + 0,0000086) \cdot 10^{-27}$ кг
Абсолютный нуль температуры	$-273,15$ °С
Постоянная Авогадро	$(6,022045 + 0,000031) \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Постоянная Фарадея	$(9,648456 \pm 0,000027) \cdot 10^4$ Кл · моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	$(8,31441 + 0,00026)$ Дж · моль ⁻¹ · К ⁻¹
Молярный объём идеального газа при нормальных условиях (температуре 0 °С и давлении 101 325 Па)	$(22,41383 + 0,0070) \cdot 10^{-3}$ м ³ · моль ⁻¹

Таблица 5. Названия кислот и образуемых ими солей

Кислота	Название кислоты	Название соли
HAlO_2	Метаалюминиевая	Метаалюминат
HAsO_3	Метамышьяковая	Метаарсенат
H_3As_4	Ортомышьяковая	Ортоарсенат
HAsO_2	Метамышьяковистая	Метаарсенит
H_3AsO_3	Ортомышьяковистая	Ортоарсенит
HBO_2	Метаборная	Метаборат

*Продолжение таблицы*

Кислота	Название кислоты	Название соли
H_3BO_3	Ортоборная	Ортоборат
$H_2B_4O_7$	Четырёхборная	Тетраборат
HBr	Бромоводород	Бромид
HBrO	Бромноватистая	Гипобромид
HBrO ₃	Бромноватая	Бромат
HCOOH	Муравьиная	Формиат
HCN	Циановодород	Цианид
H_2CO_3	Угльная	Карбонат
$H_2C_2O_4$	Щавелевая	Оксалат
$H_4C_2O_2$	Уксусная	Ацетат
HCl	Соляная	Хлорид
HClO	Хлорноватистая	Гипохлорит
HClO ₂	Хлористая	Хлорит
HClO ₃	Хлорноватая	Хлорат
HClO ₄	Хлорная	Перхлорат
HCrO ₂	Метахромистая	Метахромит
H_2CrO_4	Хромовая	Хромат
$H_2Cr_2O_7$	Двуххромовая	Дихромат





Продолжение таблицы

Кислота	Название кислоты	Название соли
HI	Йодоводород	Йодид
HIО	Йодноватистая	Гипойодид
HIО ₃	Йодноватая	Йодат
HIО ₄	Йодная	Периодат
HMnO ₄	Марганцовая	Перманганат
H ₂ MnO ₄	Марганцовистая	Манганат
H ₂ MoO ₄	Молибденовая	Молибдат
HN ₃	Азидоводород (азотистоводородная кислота)	Азид
HNO ₂	Азотистая	Нитрит
HNO ₃	Азотная	Нитрат
HPO ₃	Метафосфорная	Метафосфат
H ₃ PO ₄	Ортофосфорная	Ортофосфат
H ₄ P ₂ O ₇	Двухфосфорная (пирофосфорная)	Дифосфат (пирофосфат)
H ₃ PO ₃	Фосфористая	Фосфит
H ₃ PO ₂	Фосфорноватистая	Гипофосфит
H ₂ S	Сероводород	Сульфид
HSCN	Родановодород	Роданид



Окончание таблицы

Кислота	Название кислоты	Название соли
H_2SO_3	Сернистая	Сульфит
H_2SO_4	Серная	Сульфат
$H_2S_2O_3$	Тиосерная	Тиосульфат
$H_2S_2O_7$	Двусерная (пиросерная)	Дисульфат (пиросульфат)
$H_2S_2O_8$	Пироксодвусерная (надсерная)	Пероксодисульфат (персульфат)
H_2Se	Селеноводород	Селенид
H_2SeO_3	Селенистая	Селенит
H_2SeO_4	Селеновая	Селенат
H_2SiO_3	Кремниевая	Силикат
HVO_3	Ванадиевая	Ванадат
H_2WO_4	Вольфрамовая	Вольфрамат





СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

Современное представление о строении атома	6
Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева	12
Химическая связь и строение вещества	25
Химические реакции	33
Электролитическая диссоциация. Гидролиз. Электролиз	45

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Простые вещества — металлы	57
Простые вещества — неметаллы	68
Сложные неорганические вещества	81

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Углеводороды	104
Кислородсодержащие органические соединения	131
Азотсодержащие органические соединения. Взаимосвязь органических соединений	162

ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	177
Основные способы получения неорганических и органических веществ. Высокомолекулярные соединения	190
Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций	209
Ответы	220
Предметный указатель	228
Приложение	232

СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

Приводятся все темы,
проверяемые на ЕГЭ по химии,
и задания для самоконтроля
с возможностью быстро проверить ответ
и получить дополнительную информацию.

ХИМИЯ

Установите любое бесплатное приложение
для считывания QR-кодов, и вы получите
мгновенный доступ к дополнительной
информации и подробным
комментариям к ответам!

Эффективно и современно!

#эксмогетство

ISBN 978-5-04-098750-4



9 785040 987504 >

www.vk.com/eksmo_kids

