

## ЦВЕТА И ЗАПАХИ ГАЗОВ

### ЯДОВИТЫЕ ☠

- жёлтый **F<sub>2</sub>** (фтор) – с резким запахом
- жёлт-зел **Cl<sub>2</sub>** (хлор) – с резким удушающим запахом
- голубой **O<sub>3</sub>** (озон) – с резким специфическим запахом ☁
- бесцветный **CH<sub>4</sub>** (метан, болотный газ) – слаботоксичен, без запаха, ВЗРЫВООПАСЕН ✨
- бесцветный **C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>** (этан) – слаботоксичен, без запаха, ВЗРЫВООПАСЕН ✨
- бесцветный **C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>** (этин, ацетилен) – слаботоксичен, без запаха, ВЗРЫВООПАСЕН ✨
- бесцветный **CO** (угарный газ) – без запаха
- бесцветный **SO<sub>2</sub>** (сернистый газ) – с резким запахом загорающейся спички
- бесцветный **H<sub>2</sub>S** (сероводород) – с неприятным запахом тухлых 🥚
- бесцветный **NH<sub>3</sub>** (аммиак) – с резким удушающим запахом
- бесцветный **NO** (оксид азота (II)) – с удушающим запахом
- бурый **NO<sub>2</sub>** (бурый газ, «лисий хвост») – с резким неприятным запахом
- бесцветный **PH<sub>3</sub>** (фосфин) – с неприятным запахом чеснока или тухлой рыбы
- бесцветный **SOCl<sub>2</sub>** (фосген) – с резким удушающим запахом прелого сена

### НЕЯДОВИТЫЕ 🐼

- бесцветный **O<sub>2</sub>** (кислород) – без запаха
- бесцветный **H<sub>2</sub>** (водород) – без запаха
- бесцветный **N<sub>2</sub>** (азот) – без запаха
- бесцветный **C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>** (этен, этилен) – без запаха или со слабым сладковатым запахом
- бесцветный **CO<sub>2</sub>** (углекислый газ) – без запаха
- бесцветный **N<sub>2</sub>O** (веселящий газ) – со сладковатым запахом

## ЦВЕТА ЖИДКОСТЕЙ И РАСТВОРОВ ВЕЩЕСТВ

- жёлтый
- CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** хроматы,
- HNO<sub>3</sub>** азотная кислота (бесцветный или желтоватый)
- оранжевый
- Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>** дихроматы
- зелёный
- MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** манганаты, **Ni<sup>2+</sup>** соли никеля (II),
- [Cr(OH)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>** гексагидроксохроматы (III),
- Fe<sup>2+</sup>** соли железа (II) (бледно-зелёный или бесцветн.)
- синий
- [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>** тетраамин меди (II),
- N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** оксид азота (III)
- синий → зелёный бледно-розовый
- Cr<sup>3+</sup>** соли хрома (III) **Mn<sup>2+</sup>** соли марганца (II)
- малиновый жёлто-бурый
- MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>** перманганаты **Fe<sup>3+</sup>** соль железа (III)
- красно-бурый голубой → бледно-зелёный
- Br<sub>2</sub>** бром (зловонная ядовитая жидкость) **Cu<sup>2+</sup>** соли меди (II)

## ЦВЕТА ГОРЕНИЯ ПЛАМЕНИ 🔥



## ЦВЕТА ОСАДКОВ 🧪

- чёрный CuO, FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CuS, PbS, Ag<sub>2</sub>S, HgS
- бурый I<sub>2</sub>, MnO<sub>2</sub>, Ag<sub>2</sub>O, Fe(OH)<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (красно-бурый)
- красный Cu, Cu<sub>2</sub>O, Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, CrO<sub>3</sub> (не осадок)
- жёлтый S, AgI, Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, BaCrO<sub>4</sub>, PbI<sub>2</sub>, AgBr (бледно-жёлтый)
- зелёный Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Ni(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub> (серо-зелёный)
- голубой Cu(OH)<sub>2</sub>

в момент выделения Fe(OH)<sub>2</sub> имеет белый цвет, но буквально через несколько мгновений приобретает серо-зелёный цвет (окисление)

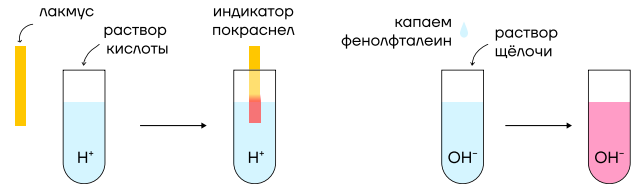
кристаллы иода могут делать так: возгонка — твёрдое → газ



## ИНДИКАТОРЫ 🧪

Среда / Индикатор	Лакмус	Метилоранж	Фенолфталеин
Кислая среда	красный	розовый	бесцветный
Нейтральная среда	фиолетовый	оранжевый	бесцветный
Щелочная среда	синий	жёлтый	малиновый

Как это работает:



Растворы с разными концентрациями вещества могут иметь сильно отличающуюся окраску. В некоторых случаях окраска растворов веществ, в составе которых находятся данные ионы, может быть иная. Если же здесь это не указано, значит, для ЕГЭ по химии такие случаи значения не имеют.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ. №2

- электроотрицательность
- неметаллические, окислительные свойства
- энергия ионизации
- средство к электрону
- кислотные свойства оксидов и гидроксидов

• металлические, восстановительные свойства

• радиус атома

• основные свойства оксидов и гидроксидов

		Группы																			
		I	II	III	IV	V	VI	VII	(H)								VIII				
1	H 1,008 Водород																			2 He 4,00 Гелий	
п	2	Li 6,94 Литий	Be 9,01 Бериллий	B 10,81 Бор	C 12,01 Углерод	N 14,00 Азот	O 16,00 Кислород	F 19,00 Фтор	Ne 20,18 Неон									Ar 39,95 Аргон			
	3	Na 22,99 Натрий	Mg 24,31 Магний	Al 26,98 Алюминий	Si 28,09 Кремний	P 30,97 Фосфор	S 32,06 Сера	Cl 35,45 Хлор	Ar 39,95 Аргон									Kr 83,80 Криптон			
р	4	K 39,10 Калий	Ca 40,08 Кальций	Sc 44,96 Скандий	Ti 47,88 Титан	V 50,94 Ванадий	Cr 52,00 Хром	Mn 54,94 Марганец	Fe 55,85 Железо	Ni 58,69 Никель									Zn 65,38 Цинк		
	5	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	Y 88,91 Иттрий	Zr 91,22 Цирконий	Nb 92,91 Нобий	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,91 Технеций	Ru 101,07 Рутений	Rh 102,91 Родий									Pd 106,42 Палладий		
д	6	Ag 107,87 Серебро	Cd 112,41 Кадмий	In 114,82 Индий	Sn 118,71 Свинец	Sb 121,76 Сурьма	Te 127,60 Телур	I 126,91 Йод	Xe 131,29 Ксенон									Ba 137,33 Барий			
	7	Cs 132,91 Цезий	Sr 137,33 Стронций	La 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,95 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Рений	Os 190,23 Осмиум	Ir 192,22 Иридий									Pt 195,08 Платина		
ы	8	Au 196,97 Золото	Hg 200,59 Ртуть	Tl 204,38 Таллий	Pb 207,2 Свинец	Bi 208,98 Висмут	Po 209 Полоний	At 210 Астат	Rn 222 Радон									Th 232,04 Торий			
	9	Rf 261 Рифмий	Ra 226 Радий	Ac 227 Актиний	Th 232 Торий	Pa 231 Протактиний	U 238 Уран	Np 237 Нептуний	Pu 244 Плутоний	Am 243 Америций									Cm 247 Кюриум		
и	10	Rg 288 Ренгений	Cn 285 Коперниций	Nh 284 Нихоний	Fl 289 Флеровий	Mc 288 Масковий	Lv 293 Ливерморий	Ts 294 Теннессий	Og 294 Оганесон									Fr 223 Франций			
	11																	Uu 289 Унунвений			

• электроотрицательность

• неметаллические, окислительные свойства

• энергия ионизации

• средство к электрону

• кислотные свойства оксидов и гидроксидов

- металлические, восстановительные свойства
- радиус атома
- основные свойства оксидов и гидроксидов

\* направление стрелок указывает на увеличение соответствующих свойств

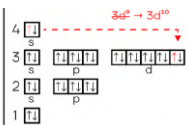
## ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ. №1

1. Атом = ядро (p + n) + e, p + e = O, n = Ar – число p

- p – протоны; n – нейтроны; e – электроны
- число e = число p = порядковый номер
- число e на внешнем уровне = номер группы (для A-подгрупп)
- число электронных слоёв = номер периода

2. Возбуждённое состояние: спаренные e распариваются и один из них переходит в пустую орбиталь на ТОМ ЖЕ уровне (может быть у атомов большинства элементов)

3. Провал/проскок электрона: Cu, Cr, Ag, Au, Nb, Mo, Ru, Pt, Pd, так как  $nd^5$  и  $nd^{10}$  более энергетически выгодно, чем  $nd^4$  и  $nd^9$   
NB: конфигурация внешнего слоя  $ns^1$ :



Cu:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$  – верно ✓

Cu:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$  – не верно ✗  
Cu  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$   
d-элемент

4. Электронные конфигурации первых четырёх периодов:

- I период – 1s
- II период – 1s 2s 2p
- III период – 1s 2s 2p 3s 3p
- IV период – 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p

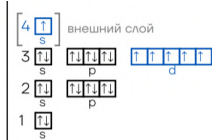
5. Валентные электроны = электроны внешнего слоя у элементов главных подгрупп, у элементов побочных подгрупп = электроны внешнего слоя + предвнешнего d-подуровня

Na – элемент IA группы, поэтому имеет 1 валентный электрон.



Na  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Cr – элемент VIB группы, поэтому имеет 6 валентных электронов (1 на внешнем и 5 на предвнешнем).



Cr  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1 3d^5$

6. Атом всегда стремится приобрести эл. конфигурацию ближайшего благородного газа (Me отдают электроны, неMe принимают), поэтому самые устойчивые ионы имеют подобную конфигурацию:

$Al^0 - 3e = Al^{3+}$  – конфигурация Ne  
 $S^0 + 2e = S^{2-}$  – конфигурация Ar

## ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ. №1

7. Разница между одинаковыми и схожими электронными конфигурациями: рассмотрим K, Cr и Rb.

У Калия – 1 электрон на 4s-подуровне, у хрома происходит проскок электрона с 4s-подуровня на 3d и получается, что на внешнем (4s) уровне у него остается 1 электрон – одинаковые электронные конфигурации внешнего уровня.

Рубидий имеет электронную конфигурацию внешнего уровня  $5s^1$ , у него будет сходная конфигурация с калием и хромом, но не одинаковая.

## СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ И ВАЛЕНТНОСТЬ. №3

1. Разновидности степеней окисления (с.о.):

- Высшая = номеру группы (исключения:  $F^0$ ,  $O^{-2}$ , элементы побочных подгрупп I и VIII групп)
- Низшая = «номер группы - 8» (исключения: металлы<sup>0</sup>)
- Промежуточная

2. Постоянные с.о.

- H: +1 гидриды -1 (NaH, BaH<sub>2</sub>)
- O: -2 пероксиды -1 (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, BaO<sub>2</sub>)
- фториды +1, +2 (OF<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)

- F: -1
- IA: +1
- II: +2 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
- Al: +3 кроме ртути (Hg)
- Zn: +2

NB: O есть у всех!

3. Непостоянные с.о.

- Cl: -1, 0, +1, +3, +4, +5, +7
- P: -3, 0, +1, +3, +5
- Si: -4, 0, +2, +4
- S: -2, -1, 0, +1, +2, +4, +6
- N: -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5
- C: -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4
- Fe: 0, +2, +3, +6
- Cr: 0, +2, +3, +6
- Cu: 0, +1, +2
- Mn: 0, +2, +3, +4, +5, +6, +7

4. Определение с.о.: расставьте известные с.о., неизвестную обозначьте за "x", решите и составьте уравнение с учетом того, что сумма всех степеней окисления, умноженных на коэффициенты, равна нулю.  
NaNO<sub>3</sub> – у натрия всегда +1; у кислорода в данном случае -2, тогда:

$$1 + x + 3 \times (-2) = 0; \quad 1 + x - 6 = 0; \quad x = +5.$$

5. Составление формул: при знании зарядов или степеней окисления, можно расставить их в виде нижних индексов по методу "крест-накрест", сокращая при необходимости получившиеся индексы.

6. Валентность – число связей, которыми атом элемента связан с другими атомами, чаще всего численно равна степени окисления, но:

- N имеет максимальную валентность IV, а высшую с.о. +5
- O имеет максимальную валентность III (в CO), а высшую с.о. +2 (OF<sub>2</sub>) – искл
- C в органике всегда IV-валентен
- в простых веществах не равна O (например, N<sub>2</sub> – валентность азота III)
- в-вах с ДА-механизмом (NH<sub>2</sub>Cl – у азота валентность IV)

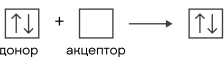
## ХИМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ И ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК. №4

1. Механизмы образования связей

– Обменный: почти все вещества

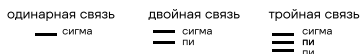


– Донорно-акцепторный: связи NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (не NH<sub>3</sub>), PH<sub>4</sub><sup>+</sup>, O<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, CO, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, комплексы, соли аминов



2. Виды связей:

- Сигма: любая одинарная связь
- Пи: 1 в двойной связи, 2 в тройной



3. Разновидности связей:

– Металлическая: металлы – Na, Ca, K

– Ковалентная неполярная: простые вещества-неметаллы, органические соединения (C-C), пероксиды (O-O)

Cl<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, S, P, F<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, CaC<sub>2</sub>, FeS<sub>2</sub>

– Ковалентная полярная: между двумя разными неМе – HCl, HNO<sub>2</sub>

– Ионная: между Me и неМе, в солях аммония и алкиламмониев – соли, основания, оксиды Me, NaCl, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe(OH)<sub>2</sub>, [CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>]<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

– Водородная (межмолекулярная): между H и F/O/N –

p-ры H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, HF, спирты (CH<sub>3</sub>OH), фенолы (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH), карбоновые кислоты (CH<sub>3</sub>COOH), первичные (CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>) и вторичные (CH<sub>3</sub>-NH-CH<sub>3</sub>) амины, аминокислоты (H<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>COOH)

4. Характеристики связей:

- Длина: растёт с увеличением атомного радиуса атомов
- Прочность: уменьшается с увеличением длины связи
- Полярность: увеличивается с увеличением разницы ЭО
- Энергия: увеличивается с увеличением прочности

5. Типы кристаллических решёток:

– Ионная:

вещества твёрдые, тугоплавкие, нелетучие, часто хорошо растворимые в воде; характерна для в-в с ионными связями: солей, в том числе солей органических кислот (CH<sub>3</sub>COOK) и солей аминов (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>Br), оксидов и гидроксидов металлов (Me + неМе)

– Атомная:

вещества твёрдые, нелетучие, тугоплавкие, чаще всего нерастворимые в воде: C (алмаз и графит), SiO<sub>2</sub> (песок, кварц, кремнезём), SiC (карборунд), Si, B, Ge, P (красный и чёрный)

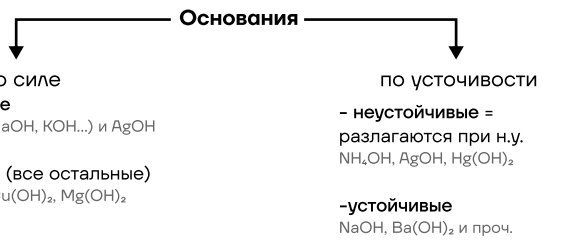
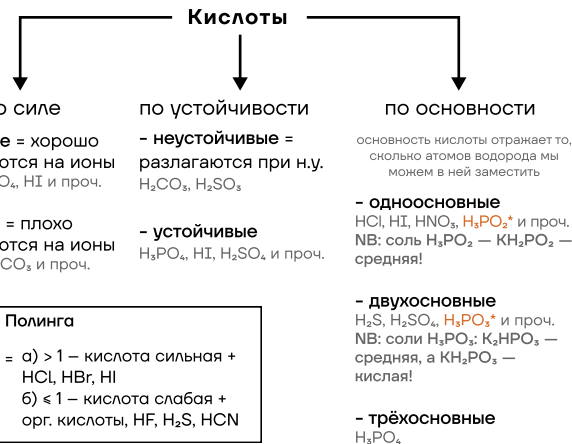
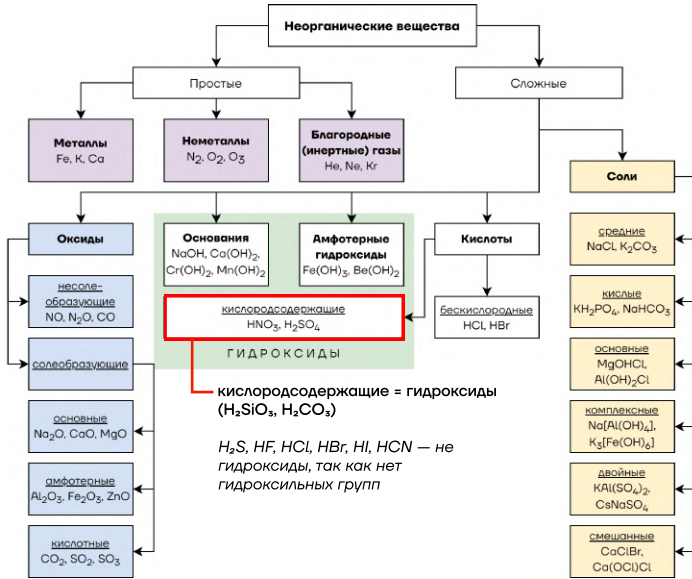
– Металлическая:

в-ва ковкие, пластичные, с металлическим блеском, обладают хорошими тепло- и электропроводностью: Me (Na, Ca, K)

– Молекулярная:

в основном жидкости или газы, хрупкие, легкоплавкие в-ва: все остальные в-в (неМе, кислоты, многих оксидов и т.д.), белый фосфор (P<sub>4</sub>) в твёрдом агрегатном состоянии, фуллерен C<sub>60</sub>

## КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. №5



## КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ В НЕОРГАНИКЕ. №17

- По характеру процесса: *соединения, разложения, замещения* ( $A + BC = AB + C$ ), *обмена* ( $AB + CD = AC + BD$ )
- По изменению степеней окисления: *окислительно-восстановительные (ОВР) и неОВР*
- По обратимости: *обратимые и необратимые*  
 Список обратимых реакций:  
 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$   
 $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$   
 $2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$   
 $H_2 + S \rightleftharpoons H_2S$   
 $CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$   
 $SO_2 + Cl_2 \rightleftharpoons SO_2Cl_2$  (ан. с  $SO_2Br_2$ )  
 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$   
 $CaO + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3$   
 $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$   
 $C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$   
 + реакции обратимого гидролиза
- По смешиваемости реагентов: *гомогенные* (газ + газ, жидкость + жидкость) и *гетерогенные* (жидкость/газ + твёрдое в-во, тв + тв)
- По тепловому эффекту: *экзотермические* (почти все реакции замещения, обмена, соединения, **кроме синтеза NO, CO, HI**) и *эндотермические* (реакции разложения, **кроме разложения HI, CO, NO, (NH4)2Cr2O7**)
- По наличию катализатора: *каталитические* (синтез  $NH_3$ ,  $H_2SO_4$ , многие органические реакции) и *некаталитические*

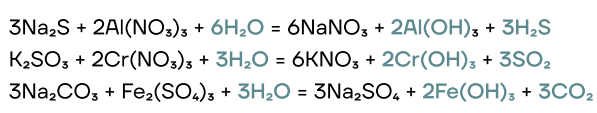
- Список каталитических реакций:
- $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
- кат. Fe (рубч.), CuO (ZnO)
- 
- $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$
- Pt
- 
- $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$
- MnO2
- 
- $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$
- V2O5
- 
- $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$
- MnO2
- 
- $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$

## ГИДРОЛИЗ И СРЕДА РАСТВОРА. №21

	сильное основание	слабое основание
<b>слабая кислота</b>	<b>ГИДРОЛИЗ ПО АНИОНУ</b> соль образована сильным основанием и слабой кислотой среда — щелочная (pH > 7) $NaHS, NaHCO_3, NaHSO_3$ — слабощелочная $K_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons KHCO_3 + KOH$ (реакция обратима!)	<b>ГИДРОЛИЗ ПО КАТИОНУ И АНИОНУ</b> соль образована слабым основанием и слабой кислотой среда — нейтральная (pH = 7) $Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2S$ (полный гидролиз!)
<b>сильная кислота</b>	<b>ГИДРОЛИЗ НЕ ПОДВЕРГАЕТСЯ</b> соль образована сильным основанием и сильной кислотой среда — нейтральная (pH = 7) NaCl - гидролиз не идёт	<b>ГИДРОЛИЗ ПО КАТИОНУ</b> соль образована слабым основанием и сильной кислотой среда — кислая (pH < 7) $NaH_2PO_4, NaHSO_4$ — кислая среда $Al_2(SO_4)_3 + 2H_2O = 2AlOHSO_4 + H_2SO_4$ (реакция обратима!)

слаб. анион / слаб. катион	$S^{2-}$	$CO_3^{2-}$	$SO_3^{2-}$
$Al^{3+}$	$Al_2S_3$	$Al_2(CO_3)_3$	$Al_2(SO_3)_3$
$Fe^{3+}$	—	$Fe_2(CO_3)_3$	—
$Cr^{3+}$	$Cr_2S_3$	$Cr_2(CO_3)_3$	$Cr_2(SO_3)_3$

Проверк в случае сульфидов/сульфита  $Fe^{3+}$  будет намекать на ОВР!



- Гидролиз бинарных соединений:**
- Щелочной:  $Ca_3N_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2NH_3$
  - Кислотный:  $Ca_3N_2 + 8HCl = 3CaCl_2 + 2NH_4Cl$

**Правило Полинга**  
 $nO - mH = a > 1$  — кислота сильная + HCl, HBr, HI, HSCN  
 $b \leq 1$  — кислота слабая + орг. кислоты, HF,  $H_2S$ , HCN

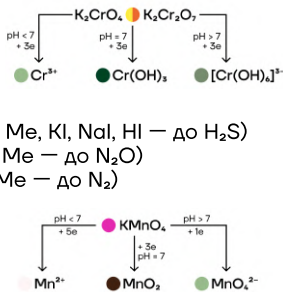
**NB:** Ca(OH)<sub>2</sub>, Sr(OH)<sub>2</sub>, AgOH\* — сильные основания

## ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ. №19 И №29

1. Окислитель: +e, восстанавливается  
Восстановитель: -e, окисляется

### 2. Типичные окислители:

- галогены:  $Cl_2 \rightarrow 2Cl^-$
- озон:  $O_3 \rightarrow O_2$
- кислород:  $O_2 \rightarrow 2O^{-2}$
- конц.  $H_2SO_4$ : чаще всего до  $SO_2$  (с акт Me, KI, NaI, HI — до  $H_2S$ )
- конц.  $HNO_3$ : чаще всего до  $NO_2$  (с акт Me — до  $N_2O$ )
- разб.  $HNO_3$ : чаще всего до  $NO$  (с акт Me — до  $N_2$ )
- оч. разб.  $HNO_3$ : с акт Me до  $NH_4NO_3$
- $H_2O_2$ : до  $H_2O$
- $Fe^{+3}$ : до  $Fe^{+2}$
- $HClO/HClO_2/HClO_3/HClO_4$ : до  $HCl$
- $HIO_3$ : до  $I_2$
- $Me(акт)NO_3$ : до  $MeNO_2$  (с [H] — до  $NH_3$ )
- оксиды азота: до  $N_2$

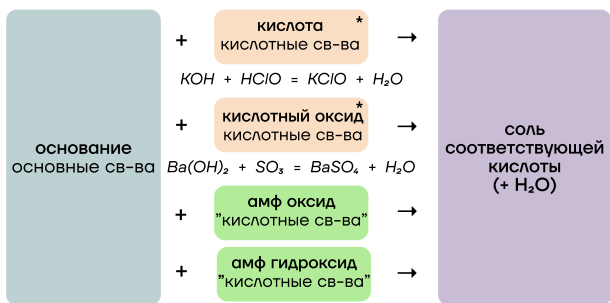


### 3. Типичные восстановители:

- металлы: до  $Me^{n+}$
- $H_2O_2$ : до  $O_2$
- сульфиты и нитриты: до сульфатов и нитратов
- $P/PCl_3/PH_3/P_2O_5$ : до  $P_2O_5$  (в расплаве) или  $H_3PO_4$  (в растворе)
- $H_2S$ : до S (с сильными окислителями или при сжигании в нед.  $O_2$ ) или до  $SO_2$  (при сжигании в изб.  $O_2$ )
- иодиды/бромиды и HI/HBr: до  $I_2/Br_2$
- $NH_3$ : до  $N_2$  (с сильными окислителями и при сжигании) или до  $NO$  (при каталитическом окислении)
- $H_2, CO, C$ : до  $H_2O, CO_2, CO$  (с оксидами Me и неMe)
- $Fe^{+2}$ : до +3
- $Cr^{+2}, Mn^{+2}$ : см. две схемы выше

## ОСНОВАНИЯ

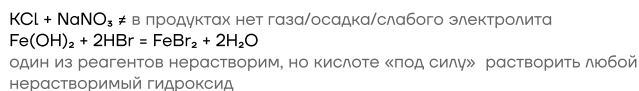
ОКВ:



реакция протекает в растворе → образуется комплексная соль  
 $3KOH(конц) + Cr(OH)_3 = K_3[Cr(OH)_6]$   
реакция протекает в расплаве → образуется средняя соль  
 $KOH + Fe(OH)_3(t) = KFeO_2 + 2H_2O$

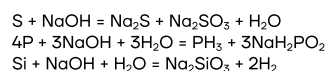
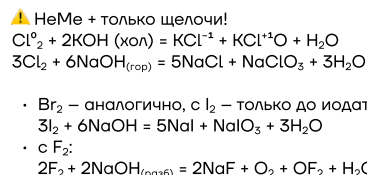
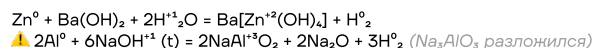
РИО:

1. реагенты должны быть растворимы (искл: реакции с растворимыми кислотами);
2. в продуктах должен быть газ, осадок, вода или другой слабый электролит.



- ⚠ Если в продуктах образуется  $AgOH$  или  $Hg(OH)_2$ , сразу раскладываем их на оксид и воду, а  $NH_4OH$  — на  $NH_3$  и  $H_2O$ .
- ⚠ Не забывайте смотреть, не реагируют ли у вас продукты с реагентами.

ОВР с простыми веществами — **Li P S Si Na**, Al, Zn, Be

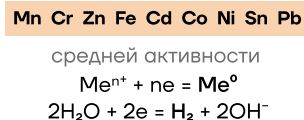
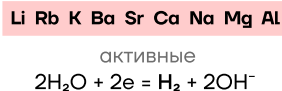


## ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСПЛАВОВ И РАСТВОРОВ. №20

1. Электролиз расплава: из чего состоит, то и получается  
 $2NaBr$  (расплав, эл. ток) =  $2Na + Br_2$

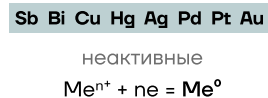
### 2. Электролиз раствора:

Катодные процессы:



Анодные процессы:

- При нахождении на аноде кислородсодержащего аниона (или  $F^-!$ ) происходит окисление воды и выделяется кислород:  
 $2H_2O - 4e = O_2^0 + 4H^+$ .
- Если на аноде — бескислородный анион (например,  $Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}$ ), то на аноде выделяется сам неметалл:  
 $неMe^{n-} - ne = неMe^0$ .
- Если анион органических кислот, то радикал удваивается R-R и выделяется углекислый газ  $CO_2$



Примеры:

- $K_2S + 2H_2O(р-р, эл. ток) = H_2 + S + 2KOH$
- $2Cu(NO_3)_2 + 2H_2O(р-р, эл. ток) = 2Cu + O_2 + 4HNO_3$
- $2CH_3CH_2COOK + 2H_2O(р-р, эл. ток) = CH_3CH_2CH_2CH_3 + 2CO_2 + H_2 + 2KOH$
- $K_2SO_4(р-р, эл. ток) + 2H_2O(эл. ток) = 2H_2 + O_2$

## ОКСИДЫ

несолеобразующие  
 $NO, N_2O, CO, SiO, S_2O$

- CO — хороший восстановитель  
 $CO + P_2O_5 = CO_2 + P$ ,  
 $CO + CuO = Cu + CO_2$   
**NB:** CO не сможет вытеснить восстановить из оксидов очень активные металлы

- $N_2O, NO$  — хорошие ок-ли  
 $NO + Cu = N_2 + CuO$   
**ПОЧТИ НИ С КЕМ НЕ РЕАГИРУЮТ**

### ОСНОВНЫЙ ОКСИД

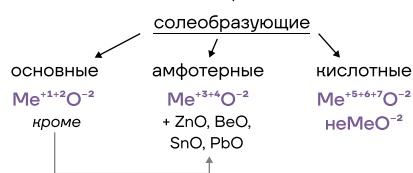
+ ВОДА = ЩЁЛОЧЬ:  
**NB:** С водой реагируют только оксиды щел и ш/з МЕ  
 $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$   
 $CuO + H_2O =$  не идёт

**ОНВ**  
+ КИСЛОТА = СОЛЬ + ВОДА  
\*Если в избытке вещество с кислотными свойствами в продуктах — кислая соль  
 $CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$   
+ КИСЛОТНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ  
**NB:** нерастворимые оксиды МЕ не реагируют с газообразными HO  
 $CuO + SO_2 =$  не идёт  
 $BaO + CO_2 = BaCO_3$   
+ АМФОТЕРНЫЙ ГИДРОКСИД = СОЛЬ  
В расплаве — средняя соль, а в растворе — комплекс.  
 $ZnO + Na_2O = Na_2ZnO_2$   
 $K_2O + Zn(OH)_2 + H_2O = K_2[Zn(OH)_4]$   
**NB:** с амфотерной взаимодействуют только соединения активных щел и ш/з МЕ

**ОВР**  
— Сильные восстановители восстанавливают элементы из их оксидов  
 $3Fe_2O_3 + C(нагр) = 2Fe_3O_4 + CO$   
 $2Fe_2O_3 + 3C(нагр) = 4Fe + 3CO_2$   
— Оксиды благородных МЕ и ртути при нагревании разлагаются до чистых веществ  
 $2Ag_2O(t) = 4Ag + O_2$   
— Кислород окисляет низшие оксиды в высшие  
 $2MnO + O_2(t) = 2MnO_2$

### АМФОТЕРНЫЙ ОКСИД

+ ВОДА = РЕАКЦИЯ НЕ ИДЁТ  
+ ЩЁЛОЧЬ/ОСНОВНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ (+ ВОДА) см. "основный оксид"  
+ КИСЛОТА/КИСЛОТНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ (+ ВОДА) см. "кислотный оксид"  
**NB:** с нерастворимыми оксидами МЕ не реагируют газообразные кислотные:  
 $ZnO + SO_3 = ZnSO_4$



### КИСЛОТНЫЙ ОКСИД

+ ВОДА = КИСЛОТА  
•  $NO_2$  и  $ClO_2$  диспропорционируют  
 $2NO_2 + H_2O = HNO_2 + HNO_3$   
•  $P_2O_5$  — образует три кислоты  
 $P_2O_5 + H_2O = HPO_3$   
 $P_2O_5 + 2H_2O = H_4P_2O_7$   
 $P_2O_5 + 3H_2O = H_3PO_4$   
•  $CrO_3$  — две кислоты  
 $CrO_3 + H_2O = H_2CrO_4$   
 $2CrO_3 + H_2O = H_2Cr_2O_7$   
•  $CO_2$  и  $SO_2$  — реакции обратимые  
•  $SiO_2$  — не реагирует с водой

**ОКВ**  
+ ОСНОВАНИЕ = СОЛЬ + ВОДА  
**NB:** помните про избыток и недостаток  
•  $NO_2$  и  $ClO_2$  диспропорционируют  
 $2NO_2 + 2NaOH = NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$   
**NB:**  $CO_2$  реагирует с нерастворимыми  $Cu(OH)_2, Be(OH)_2, Zn(OH)_2, Pb(OH)_2$  образованием основной соли и воды  
С другими нерастворимыми гидроксидами не реагирует!  
 $2Cu(OH)_2 + CO_2 = (CuOH)_2CO_3 + H_2O$   
+ АМФОТЕРНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ  
 $Al_2O_3 + 3SO_3 = Al_2(SO_4)_3$   
 $Al_2O_3 + SO_2 =$  не идёт  
**ОСОБОЕ СВОЙСТВО  $P_2O_5$**   
Отнимает воду у безводных летучих кислот  
 $P_2O_5 + 2HClO_4(безводн) = Cl_2O_7 + 2HPO_3$

**ОВР**  
 $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$   
 $CO + Cl_2 + KOH = KCl + K_2CO_3$   
 $CO + Cl_2 = COCl_2$

**ОБЩИЕ СВОЙСТВА**  
**ВЫТЕСНЕНИЕ (ОБЩЕЕ)**  
• Более активные металлы при сплавлении (t) вытесняют менее активные из оксидов:  
 $Fe_2O_3 + 2Al(t) = 2Fe + Al_2O_3$   
 $CuO + Ca(t) = Cu + CaO$   
• Условно «сильные» оксиды при сплавлении (t) вытесняют условно «слабые» из солей:  
 $SiO_2 + CaCO_3(t) = CaSiO_3 + CO_2$   
 $Al_2O_3 + Na_2CO_3(t) = 2NaAlO_2 + CO_2$   
 $P_2O_5 + 3K_2SO_3(t) = 2K_2PO_4 + 3SO_2$

**ОСОБЫЕ СВ-ВА ОКСИДОВ**  
• Растворение  $SiO_2$  в плавиковой кислоте HF:  
 $SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O$

## ОСНОВАНИЯ

### ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВАНИЙ:

гидроксид → гидро + оксид  
(H<sub>2</sub>O) соответствующий

▲ Единственным растворимым основанием, которое может разлагаться при нагревании, является LiOH  
Cu<sup>2+</sup>(OH)<sub>2</sub> (t) = Cu<sup>2+</sup>O + H<sub>2</sub>O  
2LiOH (t) = Li<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O  
▲ AgOH и Hg(OH)<sub>2</sub> являются крайне неустойчивыми соединениями и разлагаются БЕЗ НАГРЕВАНИЯ!

### ОСОБЫЕ РЕАКЦИИ:

– окисление Fe(OH)<sub>2</sub> (ржавление, коррозия):  
4Fe<sup>2+</sup>(OH)<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O = 4Fe<sup>3+</sup>(O<sup>2-</sup>H)<sub>3</sub>  
– CO + NaOH (t) = HCOONa

### ОКРАШИВАНИЕ ИНДИКАТОРОВ

Только растворимые основания окрашивают индикаторы:  
фф – малиновый, лакмус – синий, метилоранж – жёлтый

## КИСЛОТЫ

### ОКВ:

+ ЩЕЛОЧЬ/ОСНОВНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ + ВОДА  
KOH + H<sub>2</sub>S<sub>(изб)</sub> = KHS + H<sub>2</sub>O

+ АМФ. ГИДРОКСИД/ОСНОВНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ + ВОДА

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6HCl = 2FeCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O  
▲ SiO<sub>2</sub> + 4HF = SiF<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O

### РИО:

Кислоты способны растворять нерастворимые вещества, НО НЕ ВСЕ!

– из нерастворимых веществ они могут растворять любые гидроксиды и некоторые соли: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, S<sup>2-</sup>

▲ HgS, PbS, CuS, Ag<sub>2</sub>S, CdS не растворяются в кислотах

### РЕАКЦИИ ВЫТЕСНЕНИЯ:

- Металлы, стоящие до водорода в ряду активности, вытесняют водород из кислот-неокислителей  
Zn + 2HCl = ZnCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>  
Cu + HCl ≠
- Более сильные кислоты вытесняют менее сильные из их солей  
CH<sub>3</sub>COOK + HBr = CH<sub>3</sub>COOH + KBr  
▲ Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>
- Более активные галогены вытесняют менее активные и серу из кислот  
Br<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S = 2HBr + S  
I<sub>2</sub> + HBr ≠

### «РАЗРУШЕНИЕ» КИСЛОТАМИ СОЛЕЙ С «АМФОТЕРНЫМИ» МЕТАЛЛАМИ В АНИОНЕ

Na[Al(OH)<sub>4</sub>] + HCl<sub>(изб)</sub> = NaCl + Al(OH)<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O (при избытке кислоты будет образовываться хлорид алюминия)  
Na<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4(изб)</sub> = Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + ZnSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O

### ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КИСЛОТ

H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (t) = H<sub>2</sub>O + SiO<sub>2</sub>  
Угльная H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и сернистая H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – крайне неустойчивые кислоты, они разлагаются БЕЗ НАГРЕВАНИЯ!

## АМФОТЕРНЫЕ ГИДРОКСИДЫ

### ОКВ:

+ КИСЛОТА = СОЛЬ + ВОДА  
Al(OH)<sub>3</sub> + 3HCl = AlCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O

+ КИСЛОТНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ + ВОДА

▲ только с CO<sub>2</sub>, напоминая: CO<sub>2</sub> реагирует с нерастворимыми Cu(OH)<sub>2</sub>, Be(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>, Pb(OH)<sub>2</sub> с образованием основной соли и воды  
С другими нерастворимыми гидроксидами не реагирует!

+ ЩЕЛОЧЬ/ОСНОВНЫЙ ОКСИД = СОЛЬ (+ ВОДА)

▲ Только с соединениями щел и щ/з Me.  
В расплаве – средняя соль, в растворе – комплекс.  
Al(OH)<sub>3</sub> + NaOH = Na[Al(OH)<sub>4</sub>]  
2Al(OH)<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O = 2Na[Al(OH)<sub>4</sub>]

▲ слабое + слабое = реакция не идёт чаще всего

Cr(OH)<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>S ≠

### ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВАНИЙ:

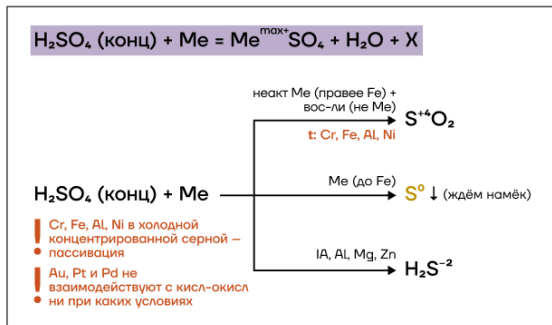
гидроксид → гидро + оксид: Zn(OH)<sub>2</sub> (t) = ZnO + H<sub>2</sub>O  
(H<sub>2</sub>O) соответствующий

### РИО:

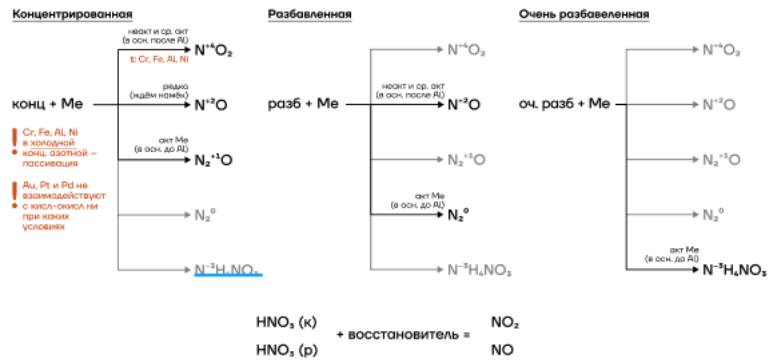
Нерастворимые гидроксиды могут растворяться в кислотах:

Zn(OH)<sub>2</sub> + 2HNO<sub>3</sub> = Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O

Zn(OH)<sub>2</sub> нерастворим, но кислоте «под силу» его растворить!



### HNO<sub>3</sub> + Me = Me<sup>max+</sup>NO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O + X



## СОЛИ

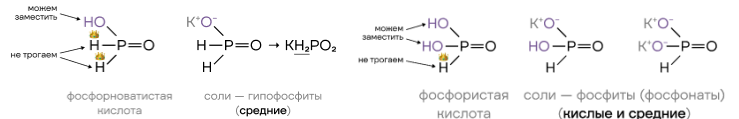
средние кислые основные комплексные двойные смешанные  
Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Ca(HS)<sub>2</sub> CaOHBr Na<sub>2</sub><sup>-</sup>[Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> «ДвойКА» Co<sup>2+</sup>Cl<sup>-</sup>Br<sup>-</sup>  
▲ KN<sub>2</sub>PO<sub>2</sub> K<sup>+</sup>Na<sup>+</sup>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>  
▲ K<sub>2</sub>HPO<sub>3</sub>

### РЕАКЦИИ ВЫТЕСНЕНИЯ:

- Более активные металлы вытесняют менее активные из растворов их солей  
Zn + MnCl<sub>2</sub> ≠ цинк «слабее» марганца, не вытесняет его из соли  
Fe + Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + Cu железо «сильнее» меди, вытесняет её из соли
- Условно «сильные» оксиды вытесняют «слабые» из солей при сплавлении (t)  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (t) = 2KFeO<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub>
- Более сильные кислоты вытесняют менее сильные из их солей  
Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>S = 2NaHS + H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>

▲ Особое свойство H<sub>2</sub>S: несмотря на то, что сероводородная кислота слабая, она способна вытеснять даже сильные кислоты из растворов солей Ag<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>:

▲ HgS, PbS, CuS, Ag<sub>2</sub>S, CdS не растворяются в кислотах



### РИО:

Реагенты должны быть растворимы!

За исключением реакции растворения нерастворимой соли в растворимой кислоте (помни про 5 сульфидов, см. выше)

CH<sub>3</sub>COONa + HNO<sub>3</sub> = CH<sub>3</sub>COOH + NaNO<sub>3</sub>

▲ 4NaOH(изб) + Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> = 3NaNO<sub>3</sub> + Na[Al(OH)<sub>4</sub>]

щёлочь в избытке → образующийся амф. гидроксид растворяется в ней:

Al(OH)<sub>3</sub> + NaOH = Na[Al(OH)<sub>4</sub>]

▲ NH<sub>4</sub>Cl + KNO<sub>2</sub> (t) = N<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O + KCl

в продуктах образуется неустойчивое соединение, разлагающееся при лёгком нагревании:  
NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub> (t) = N<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O

• кислая соль + щелочь = средняя соль (при изб. щелочи в продуктах увидим щелочь с другим катионом!)

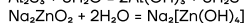
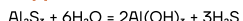
2NaHCO<sub>3</sub> + 2KOH = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O

KHCO<sub>3</sub> + Ba(OH)<sub>2(изб)</sub> = BaCO<sub>3</sub> + KOH + H<sub>2</sub>O

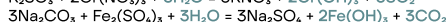
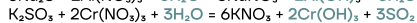
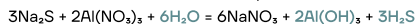
• основная соль + кислота = средняя соль (при изб. кислоты может быть кислая)  
(CuOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + 4HNO<sub>3</sub> = 2Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O

## СОЛИ

### ГИДРОЛИЗ

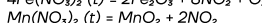
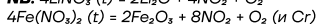
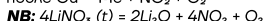


**NB:** может быть совместный гидролиз!



### РАЗЛОЖЕНИЕ СОЛЕЙ

нитраты: до Mg – нитрит + кислород, от Mg до Cu – оксид Me + NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>, после Cu – Me + NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>



карбонат (t) = оксид Me + CO<sub>2</sub>

гидрокарбонат (t) = карбонат Me + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

**NB:** Карбонаты щел. Me не разлагаются, кроме лития!

Карбонаты серебра и ртути – до простых веществ

сульфат (t) = оксид Me + SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>

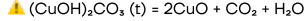
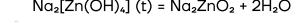
**NB:** Сульфаты щел. Me не разлагаются

Сульфаты серебра и ртути – до простых веществ

сульфит (t) = MeS + MeSO<sub>4</sub>

гидросульфит (t) = MeSO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>

комплекс (t) = средняя соль + вода



## НЕМЕТАЛЛЫ

### + ME = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

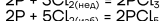
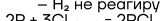


### + НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Окислителем здесь выступает (т.е. понижает с.о.) тот НЕМЕ, ЭО которого выше.

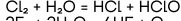
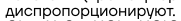
**NB:** – NaI не взаимодействуют с кислородом, кроме фтора

– H<sub>2</sub> не реагирует с Si и P

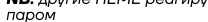


### НЕМЕ + ВОДА

Галогены (кроме фтора) в воде диспропорционируют.

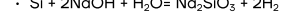
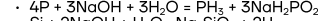
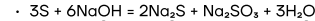
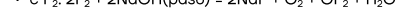
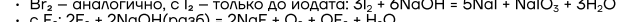
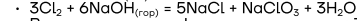
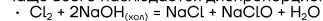


**NB:** другие НЕМЕ реагируют с водяным паром



### НЕМЕ + ЩЁЛОЧЬ

Чаще всего наблюдается диспропорционирование.

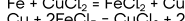


## МЕТАЛЛЫ

### ME + СОЛЬ БОЛЕЕ СЛАБОГО ME = НОВАЯ СОЛЬ + НОВЫЙ ME

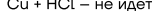
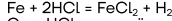
**NB:** – с участием щел и ш/з металлов такие реакции протекают только в расплаве

– не забудьте о возможности протекания более сложной ОВР



### ME ДО H<sub>2</sub> + КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = СОЛЬ ME В НИЗШЕЙ С.О. + ВОДОРОД

**NB:** щел и ш/з Me – только в расплаве.

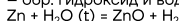


### ME + ВОДА

С щел и ш/з Me – гидроксид и водород; с металлами от Al до H<sub>2</sub> – оксид и вода (t), после водорода – не реагируют с водой

**NB:** Fe – железная окалина, Al (только при снятии оксидной плёнки), при нагревании

– обр. гидроксид и водород, Mg – только при кипячении, Be – не реагирует

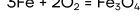


### ME + НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

С кислород металлы образуют оксид.

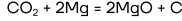
**NB:** Li – оксид, Na – пероксид, K и остальные щел Me – надпероксиды (супероксиды),

Fe – железная окалина



### ME + ОКСИД = ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛА ИЗ ОКСИДА

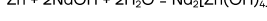
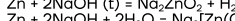
Восстановители: Al, Mg, Ca.



### АМФ ME + ЩЁЛОЧЬ = СОЛЬ + ВОДОРОД

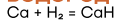
В растворе – комплексная соль, в расплаве – средняя

**NB:** в ЕГЭ эти реакции идут только с участием цинка и алюминия



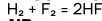
## ВОДОРОД

### ВОДОРОД + МЕТАЛЛ = ГИДРИД



**NB:** только с щел и ш/з Me

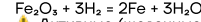
### ВОДОРОД + НЕМЕТАЛЛ



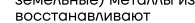
**NB:** не реагирует с P и Si

### ВОДОРОД + ОКСИД

восстановление из оксида

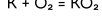
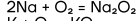
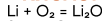


▲ Активные (щелочные и щелочно-земельные) металлы из оксидов не восстанавливают



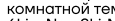
## ЩЕЛОЧНЫЕ ME

### + КИСЛОРОД

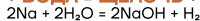


### + НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

**NB:** литий реагирует с азотом при комнатной температуре.



### + ВОДА = ЩЁЛОЧЬ + ВОДОРОД



### + КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = СОЛЬ + ВОДОРОД

**NB:** реакция идёт только в расплаве.

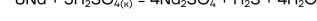


### + КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ

**NB:** – с серной конц – H<sub>2</sub>S

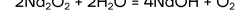
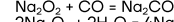
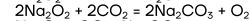
– с азотной конц – N<sub>2</sub>O

– с азотной разб – NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>



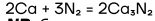
### ПЕРОКСИДЫ ЩЕЛОЧНЫХ ME

в уме можно представить их как «оксид + кислород»

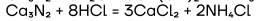
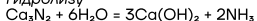


## ЩЕЛОЧНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ, Be, Mg

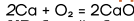
### + НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ



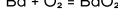
**NB:** бинарное соединение подвергается гидролизу



### + КИСЛОРОД = ОКСИД



**NB:** барий образует пероксид



### + КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = СОЛЬ + H<sub>2</sub>

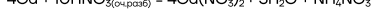


### + КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ

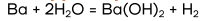
**NB:** – с серной конц – H<sub>2</sub>S

– с азотной конц – N<sub>2</sub>O

– с азотной разб – NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

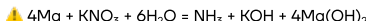
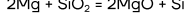


### + ВОДА = ЩЁЛОЧЬ + H<sub>2</sub>



### + ОКСИД = ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗ ОКСИДА

**NB:** этим занимаются Mg и Ca



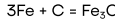
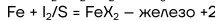
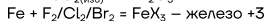
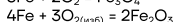
## ЖЕЛЕЗО

● FeO (H)  
чёрный

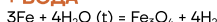
● Fe(OH)<sub>2</sub> (H)  
зелёный

● соли Fe<sup>3+</sup>  
жёлто-бурый

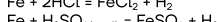
### + НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ



### + ВОДА



### + КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = +2



### + КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ = +3

**NB:** – с серной конц – SO<sub>2</sub>

– с азотной конц – NO<sub>2</sub>

– с азотной разб – NO

▲ пассивирует в конц кислотах, для реакции нужна t:



### + ОВР С ЖЕЛЕЗОМ



### + СОЛЬ МЕНЕЕ АКТИВНОГО МЕТАЛЛА



## АЛЮМИНИЙ

**ПОЛУЧЕНИЕ:** электролизом Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в расплавленном криолите Na<sub>3</sub>[AlF<sub>6</sub>].

### + НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ



### + КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = СОЛЬ + H<sub>2</sub>



### + КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ

**NB:** – с серной конц – H<sub>2</sub>S

– с азотной конц – NO<sub>2</sub>

– с азотной разб – NO

▲ пассивирует в конц кислотах, для реакции нужна t:

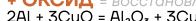


### + ВОДА = ГИДРОКСИД + ВОДОРОД

**NB:** только при нагревании (при снятии оксидной плёнки):



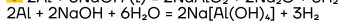
### + ОКСИД = ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА



### + СОЛЬ = НОВАЯ СОЛЬ + НОВЫЙ ME

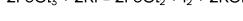
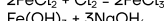
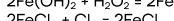
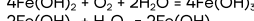
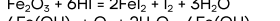
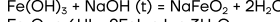
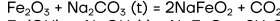
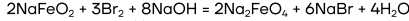
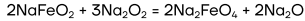
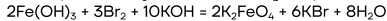
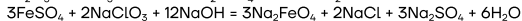
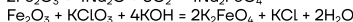
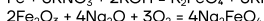


### + ЩЁЛОЧЬ = СОЛЬ + ВОДОРОД



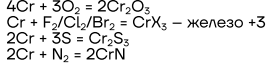
### ОВР и ОБРАЗОВАНИЕ ФЕРРАТОВ

+ хлорат/нитрат/пероксид/галоген + щёлочь = феррат



### ХРОМ

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**



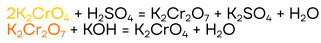
**+ КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = +2**  
 $Cr + 2HCl = CrCl_2 + H_2$

**+ КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ = +3**  
**NB:** — с серной конц —  $SO_2$   
 — с азотной конц —  $NO_2$   
 — с азотной разб —  $NO$

**▲** пассивирует в конц кислотах, для реакции нужна т:  
 $Cr + 6HNO_{3(конц)}(t) = Cr(NO_3)_3 + 3H_2O + 3NO_2$

**+ ВОДА = ОКСИД ХРОМА + ВОДОРОД**  
 $2Cr + 3H_2O(t) = Cr_2O_3 + 3H_2$

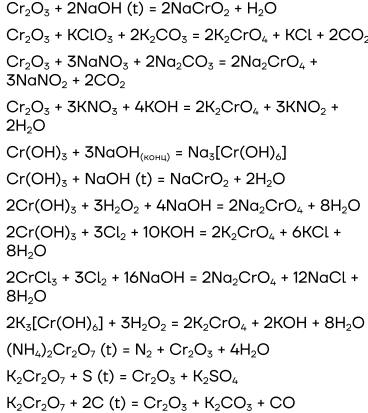
*Переходы из хроматов в дихроматы — это НЕОВР!* Хроматы — **жёлтые** — устойчивы в щелочной среде. Дихроматы — **оранжевые** — устойчивы в кислой среде



**● Cr<sup>3+</sup> соли хрома (III)**

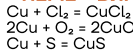
синий → зелёный

**+ ОВР и ОБРАЗОВАНИЕ ХРОМАТОВ:**  
 + хлорат/нитрат/пероксид/галоген + щёлочь = хромат



### МЕДЬ

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**



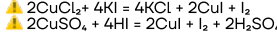
**+ КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = РЕАКЦИЯ НЕ ИДЁТ**

**+ КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ**  
**NB:** — с серной конц —  $SO_2$   
 — с азотной конц —  $NO_2$   
 — с азотной разб —  $NO$

**+ СОЛЬ МЕНЕЕ КРУТОГО МЕ = НОВАЯ СОЛЬ + НОВЫЙ МЕ**  
 $Cu + HgCl_2 = CuCl_2 + Hg$

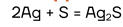
**+ ОКИСЛИТЕЛЬ = ОВР**  
 $Cu + N_2O = N_2 + CuO$   
 $2Cu + 2NO = N_2 + 2CuO$   
 $4Cu + 2NO_2 = N_2 + 4CuO$   
 $Cu + 2FeCl_3 = CuCl_2 + 2FeCl_2$

**+ ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ**  
 $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O = [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$



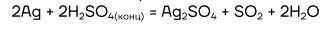
### СЕРЕБРО

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**



**+ КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ = РЕАКЦИЯ НЕ ИДЁТ**

**+ КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ**  
**NB:** — с серной конц —  $SO_2$   
 — с азотной конц —  $NO_2$   
 — с азотной разб —  $NO$



**+ ОВР С СЕРЕБРОМ**  
 $4Ag + 2H_2S + O_2 = 2Ag_2S + 2H_2O$   
 (допустимо также образование серы, но лучше писать так, т.к. это легче уравнивать)

**+ ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ**  
 $AgCl + 2NH_3 \cdot H_2O = [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$   
 $Ag_2O + 4NH_3 \cdot H_2O = 2[Ag(NH_3)_2]OH + 4H_2O$

### ЦИНК

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**  
 $2Zn + O_2 = 2ZnO$   
 $Zn + S = ZnS$

**+ ВОДА = ОКСИД + ВОДОРОД**  
 $Zn + H_2O = ZnO + H_2$

**+ КИСЛОТА-НЕОКИСЛИТЕЛЬ**  
 $Zn + H_2SO_{4(разб)} = ZnSO_4 + H_2$

**+ КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ**  
**NB:** — с серной конц —  $H_2S$   
 — с азотной конц —  $NO_2$   
 — с азотной разб —  $NO$  или  $N_2O$   
 $3Zn + 4H_2SO_{4(конц)} = 3ZnSO_4 + S + 4H_2O$

**+ ЩЁЛОЧЬ = СОЛЬ + ВОДОРОД**  
 $Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$   
 $Zn + 2NaOH(t) = Na_2ZnO_2 + H_2$

**+ СОЛЬ МЕНЕЕ КРУТОГО МЕ = НОВАЯ СОЛЬ + НОВЫЙ МЕ**  
 $Zn + CuCl_2 = ZnCl_2 + Cu$

**+ ОВР С ЦИНКОМ**  
 $Zn + CO_2(t) = ZnO + CO$

### УГЛЕРОД

*Аллотропные модификации:* графит, алмаз, феллерен, карбин.

**+ МЕ = КАРБИД МЕТАЛЛА**  
 $Ca + 2C = CaC_2$   
 $4Al + 3C = Al_4C_3$   
 $3Fe + C = Fe_3C$

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**  
 $C + 2S = CS_2$   
 $2C + O_2(неб) = 2CO$   
 $C + O_2(вызв) = CO_2$   
 $C + 2F_2 = CF_4$

**+ ОКСИД = ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗ ОКСИДА**  
 $C + CuO(t) = CO + Cu$   
 $5C + P_2O_5(t) = 5CO + 2P$

**+ ОВР С УГЛЕРОДОМ**  
 $C + CO_2 = 2CO$   
 $C + H_2O(t) = CO + H_2$   
 $3C + 2K_2Cr_2O_7 = 3CO_2 + 4KCrO_4$   
 $C + 2KNO_3 = CO_2 + 2KNO_2$

### КРЕМНИЙ

**+ МЕ = СИЛИЦИД МЕТАЛЛА**  
 $2Mg + Si = Mg_2Si$   
 $Mg_3Si + 4H_2O = 2Mg(OH)_2 + SiH_4$   
 $Mg_2Si + 4HCl = 2MgCl_2 + SiH_4$   
 $SiH_4 + 2O_2 = SiO_2 + 2H_2O$

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**  
 $Si + 2Cl_2 = SiCl_4$   
 $Si + 2F_2 = SiF_4$   
 $Si + C = SiC$   
 $Si + O_2 = SiO_2$   
 $3Si + 2N_2 = Si_3N_4$

**+ ПЛАВИКОВАЯ КИСЛОТА**  
 $Si + 4HF_{(раз)} = SiF_4 + 2H_2$   
 $Si + 6HF_{(раз)} = H_2[SiF_6] + 2H_2$   
 $3Si + 18HF + 4HNO_3 = 3H_2[SiF_6] + 4NO + 8H_2O$

**+ ЩЁЛОЧЬ**  
 $Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2$

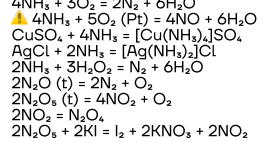
**▲** Кремний растворяется либо в плавиковой кислоте, либо в смеси конц. азотной и плавиковой кислот

### АЗОТ

**+ МЕ = НИТРИД МЕТАЛЛА**  
 $6Li + N_2 = 2Li_3N$  (комнатная т!)  
 $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$   
 $Ca_3N_2 + 8HCl = 3CaCl_2 + 2NH_4Cl$

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**  
**▲** реагирует только с  $F_2, O_2, H_2$   
 $N_2 + O_2 = 2NO$

**ОВР**  
**▲**  $2NH_3 + 3CuO = 3Cu + N_2 + 3H_2O$   
 $2NH_3 + 2Na = 2NaNH_2 + H_2$   
 $NaNH_2 + H_2O = NaOH + NH_3$   
 $2NH_3 \cdot H_2O + 2KMnO_4 = 2MnO_2 + N_2 + 2KOH + 4H_2O$   
 $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$   
**▲**  $4NH_3 + 5O_2(Pt) = 4NO + 6H_2O$



### ФОСФОР

**Получение:**  
 $Ca_3(PO_4)_2 + 5C + 3SiO_2(t) = 2P + 5CO + 3CaSiO_3$

**+ МЕ = ФОСФИД МЕТАЛЛА**  
 $3Ca + 2P = Ca_3P_2$   
 $Ca_3P_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2PH_3$   
 $Ca_3P_2 + 6HCl = 3CaCl_2 + 2PH_3$

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**  
 $2P + 3Cl_2(неб) = 2PCl_3$   
 $2P + 5Cl_2(вызв) = 2PCl_5$   
 $4P + 3O_2(неб) = 2P_2O_3$   
 $4P + 5O_2(вызв) = 2P_2O_5$   
 Аналогично с серой, бромом и фтором (только до +5)  
**▲**  $2P + 3I_2 = 2PI_3$

**+ ЩЁЛОЧЬ**  
 $4P + 3KOH + 3H_2O = PH_3 + 3KH_2PO_2$

**+ КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ**  
 $3P + 5HNO_{3(раз)} + 2H_2O = 3H_3PO_4 + 5NO$   
 $P + 5HNO_{3(раз)} = H_3PO_4 + 5NO + H_2O$   
 $2P + 5H_2SO_{4(конц)} = 2H_3PO_4 + 5SO_2 + 2H_2O$

**+ ОВР С ФОСФОРОМ**  
 $PH_3 + 2O_2 = H_3PO_4$   
**▲**  $PH_3 + 8AgNO_3 + 4H_2O = H_3PO_4 + 8Ag + 8HNO_3$

### СЕРА

**+ МЕ = СУЛЬФИД МЕТАЛЛА**  
 $S + Zn = ZnS$   
 $ZnS + O_2 = ZnO + SO_2$

**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**  
 $H_2 + S = H_2S$   
 $C + 2S = CS_2$   
 $2S + Cl_2 = S_2Cl_2$   
 $2P + 3S = P_2S_3$  (или  $P_2S_5$ )

**+ КИСЛОТА-ОКИСЛИТЕЛЬ**  
 $S + 2H_2SO_{4(раз)} = 3SO_2 + 2H_2O$   
 $S + 6HNO_{3(раз)} = H_2SO_4 + 6NO + 2H_2O$   
 $S + 2HNO_{3(раз)} = H_2SO_4 + 2NO$

**+ ЩЁЛОЧЬ**  
 $3S + 6NaOH = 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$

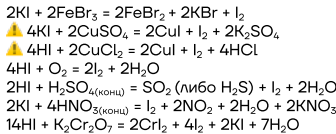
**+ ОВР С СЕРОЙ**  
**▲**  $SO_2 + 2H_2S = 3S + 2H_2O$   
 $S + O_2 = SO_2$  (до +6 только с катализатором —  $V_2O_5$ )

### ГАЛОГЕНЫ

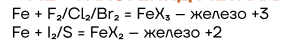
**+ ЩЁЛОЧЬ**

Чаше всего наблюдается диспропорционирование  
 $Cl_2 + 2KOH_{(конц)} = KCl + KClO + H_2O$   
 $3Cl_2 + 6NaOH_{(раз)} = 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$   
 —  $Br_2$  — аналогично  
 —  $I_2$  — только до иодата:  
 $3I_2 + 6NaOH = 5NaI + NaIO_3 + 3H_2O$   
 — с  $F_2$ :  
 $2F_2 + 2NaOH_{(разб)} = 2NaF + O_2 + OF_2 + H_2O$

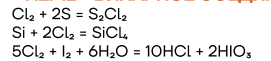
**+ ОВР С ГАЛОГЕНАМИ**



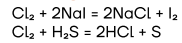
**+ МЕ = ГАЛОГЕНИД МЕТАЛЛА**



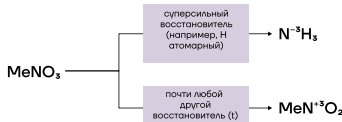
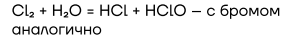
**+ НЕМЕ = БИНАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**



**+ ГАЛОГЕНИД ИЛИ СУЛЬФИД = ВЫТЕСНЕНИЕ**



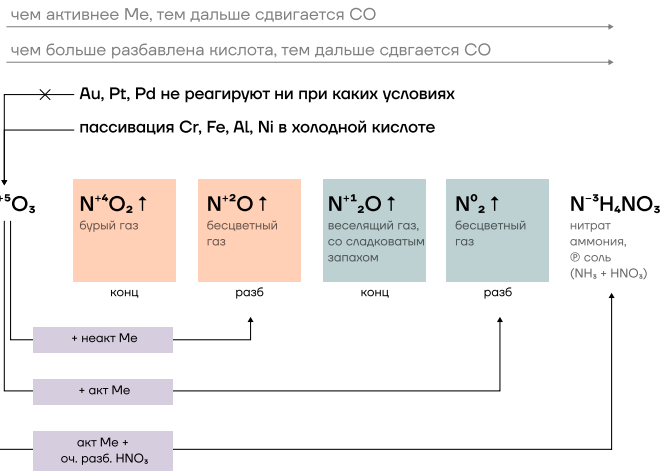
**+ ВОДА**



Если в задании подразумеваются другие продукты, то об этом обязательно скажут



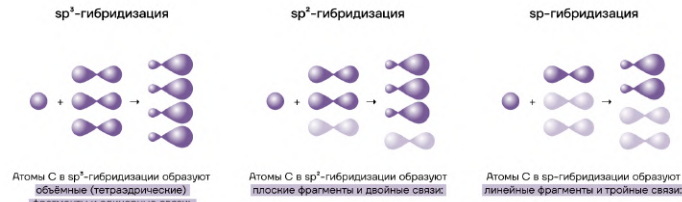
$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$	$N^+ \rightarrow N^0 \rightarrow N^-$ + $Cl_2$ (окисл.) → $Cl_2$ (окислитель) + $N^+$ → окислитель → $N^+$
$Hal_2 + 2e \rightarrow 2Hal^-$	
$2O_2 \rightarrow O_3$	
$Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$	$Cu^{2+} + e \rightarrow Cu^+$
$Fe^{3+} + 3e \rightarrow Fe^0$	
$Ag^+ + e \rightarrow Ag^0$	
$HCl^{+}O_4$ $HCl^{+}O_3$ + восстановитель → $HCl^{+}O_2$ $HCl^{+}O_2$ $HCl^{+}O$	



1 - мет-  
2 - эт-  
3 - проп-  
4 - бут-  
5 - пент-  
6 - гекс-  
7 - гепт-  
8 - окт-  
9 - нон-  
10 - дек-

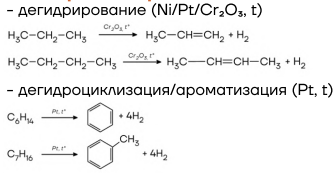
CH -  
CH -  
CH -  
CH -

Алканы	$C_nH_{2n+2}$	Альдегиды	$C_nH_{2n+2}CO$
Циклоалканы	$C_nH_{2n}$	Кетоны	$C_nH_{2n}CO$
Алкены	$C_nH_{2n}$	Карбоновые кислоты	$C_nH_{2n}O_2$
Алкадиены	$C_nH_{2n-2}$	Простые эфиры	$C_nH_{2n+2}O$
Алкины	$C_nH_{2n-2}$	Сложные эфиры	$C_nH_{2n}O_2$
Арены	$C_nH_{2n-6}$	Амины	$C_nH_{2n+3}N$
Спирты	$C_nH_{2n+2}O$	Аминокислоты	$C_nH_{2n+1}NO_2$
Фенолы	$C_nH_{2n-6}O$	Нитросоединения	$C_nH_{2n+1}NO_2$

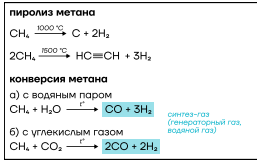
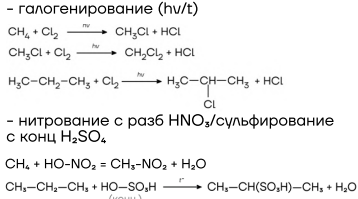


## СВОЙСТВА АЛКАНОВ

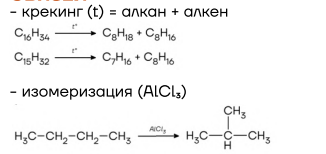
### РЕАКЦИИ ОТЩЕПЛЕНИЯ



### РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ



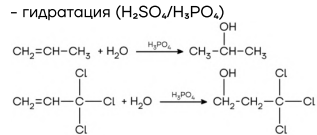
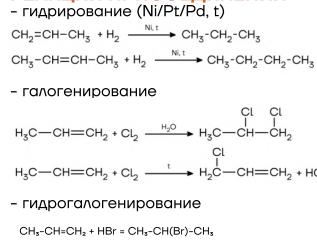
### РЕАКЦИИ С РАЗРЫВОМ C-C СВЯЗЕЙ



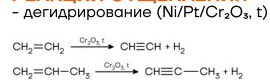
### КАТ ОКИСЛЕНИЕ: метан - до CH<sub>3</sub>OH/НСНО/НСООН, бутан - до 2CH<sub>3</sub>COOH

## СВОЙСТВА АЛКЕНОВ

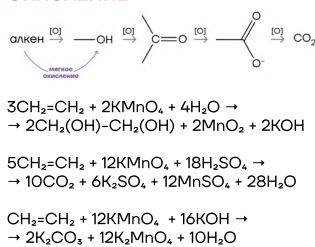
### РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ



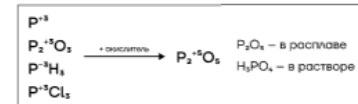
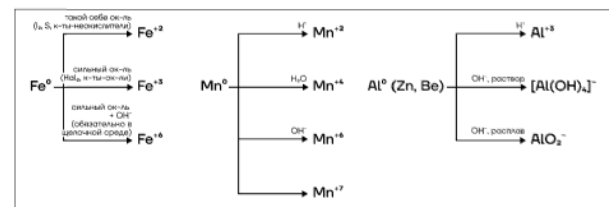
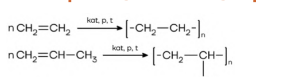
### РЕАКЦИИ ОТЩЕПЛЕНИЯ



### ОКИСЛЕНИЕ



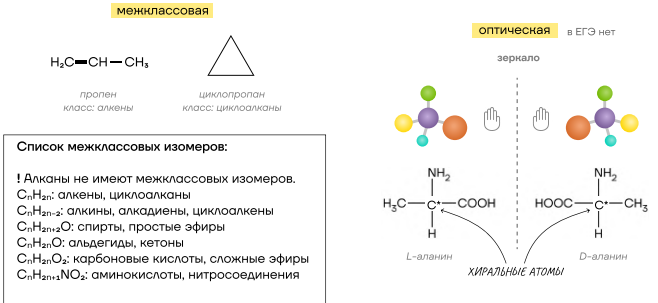
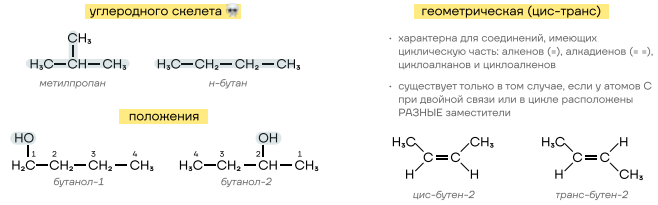
### РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ



## Изомерия

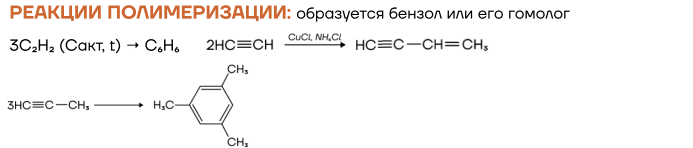
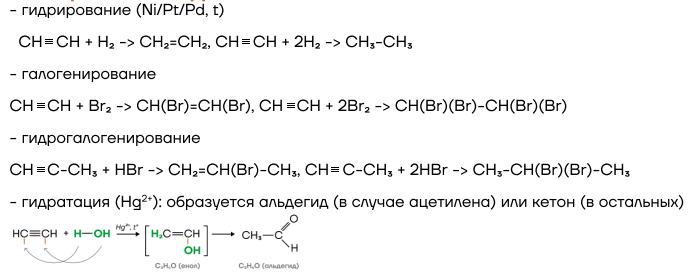
**структурная**  
определяется по структурным формулам в-в

**пространственная**  
определяется по формулам в-в в пространстве

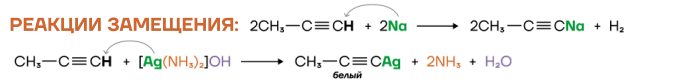


## СВОЙСТВА АЛКИНОВ

### РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

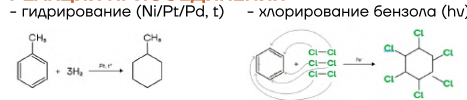


### ОКИСЛЕНИЕ: мягкое у C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (до оксалата калия), жесткое - аналогично алкенам и диенам

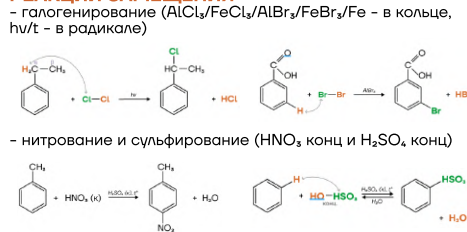


## СВОЙСТВА АРЕНОВ

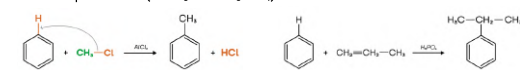
### РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ



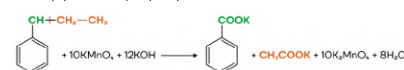
### РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ



### - алкилирование (AlCl<sub>3</sub> или H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)



### ОКИСЛЕНИЕ: C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> не окисляется, атомы C при кольце - до -COOH NB: другие C при разрыве связи - жестко

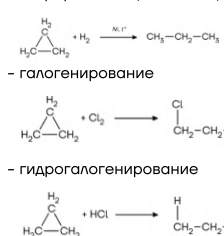


	замещение в положениях 2, 4, 6 (орто- и пара-)	орепары 1 рода (пара-орто-диэлектро)
	замещение в положениях 3, 5 (мета-)	орепары 2 рода (мета-орто-диэлектро)

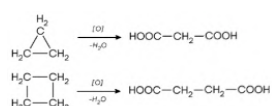


## СВОЙСТВА ЦИКЛОАЛКАНОВ

### РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ У МАЛЫХ Ц.



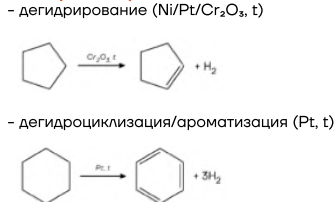
### ОКИСЛЕНИЕ



### РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ У БОЛЬШИХ Ц.

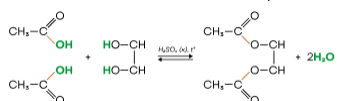


### РЕАКЦИИ ОТШЕПЛЕНИЯ



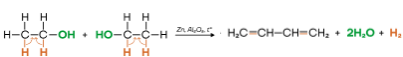
## СВОЙСТВА СПИРТОВ

- ЗАМЕЩЕНИЕ Н НА АКТ МЕ:** 2CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH + 2K = 2CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OK + H<sub>2</sub>
- РЕАКЦИЯ ЭТЕРИФИКАЦИИ:** спирт + кислота = сложный эфир + вода (обратима!)



- ЗАМЕЩЕНИЕ ОН- НА ГАЛОГЕН:**  
 CH<sub>3</sub>-OH + HCl = CH<sub>3</sub>-Cl + H<sub>2</sub>O  
 CH<sub>3</sub>-OH + PCl<sub>5</sub> = CH<sub>3</sub>-Cl + HCl + POCl<sub>3</sub>
- ДЕГИДРАТАЦИЯ (t>140 – внутримолекулярная, t<140 – межмолекулярная; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц.)**  
 CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (t>140, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц.) = CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
 CH<sub>3</sub>-OH + CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (t<140, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц.) = CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O

- РЕАКЦИЯ ЛЕБЕДЕВА (ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, t):** получение дивинила

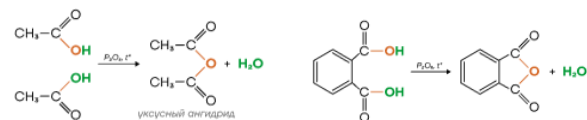
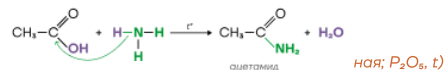
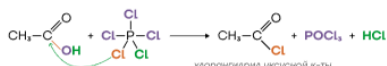


- РЕАКЦИЯ С АММИАКОМ:** CH<sub>3</sub>-OH + NH<sub>2</sub>-H = CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- ОКИСЛЕНИЕ:** мягкое (с помощью CuO или Cu) – до альдегидов/кетонов, жесткое – до карбоновых кислот/их солей/кетонов  
 CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (Cu, t) = CH<sub>3</sub>-CHO + H<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH + CuO (t) = CH<sub>3</sub>-CHO + Cu + H<sub>2</sub>O  
 5CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH + 4KMnO<sub>4</sub> + 6H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 5CH<sub>3</sub>-COOH + 4MnSO<sub>4</sub> + 2K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 11H<sub>2</sub>O
- МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ** также реагируют с Cu(OH)<sub>2</sub> – качественная реакция, с неорганическими кислотами (HNO<sub>3</sub>) – аналогично реакции этерификации

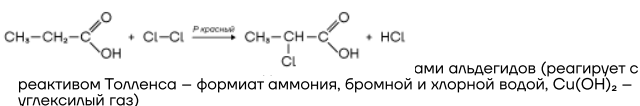
## СВОЙСТВА КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

- ОБЩИЕ СВОЙСТВА КИСЛОТ**  
 2CH<sub>3</sub>COOH + Ba → (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Ba + H<sub>2</sub>  
 CH<sub>3</sub>COOH + Cu → не идет  
 2CH<sub>3</sub>COOH + Na<sub>2</sub>O → 2CH<sub>3</sub>COONa + H<sub>2</sub>O  
 2CH<sub>3</sub>COOH + ZnO → (CH<sub>3</sub>COOH)<sub>2</sub>Zn + H<sub>2</sub>O

- РЕАКЦИИ ЭТЕРИФИКАЦИИ:** см. в "спиртах"
- ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С PCl<sub>5</sub> и NH<sub>3</sub>**

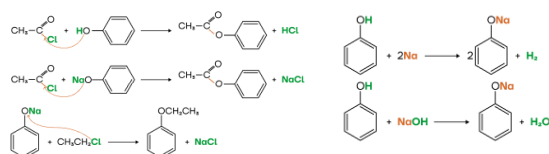


- 1 АТОМ ЭПИМЕТИРОВАНИЯ В АЛЬФА-ПОЛОЖЕНИИ (P красной t)**

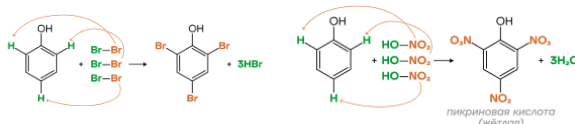


## СВОЙСТВА ФЕНОЛА

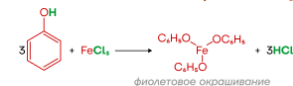
- ▲ легко окисляется, восстанавливается H<sub>2</sub> до циклогексанола
- ОБРАЗОВАНИЕ ЭФИРОВ и ЗАМЕЩЕНИЕ Н НА МЕТАЛЛ:** + Me/MeOH (реакция со щелочью!)



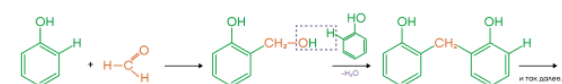
- ЗАМЕЩЕНИЕ В КОЛЬЦЕ:** галогенирование и нитрование



- КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ С FeCl<sub>3</sub>:** фиолетовое окрашивание

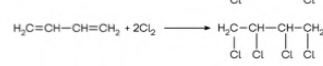
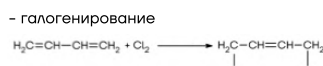
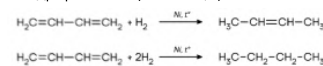


- РЕАКЦИЯ С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ:** получение фенолформальдегидной смолы

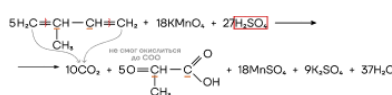
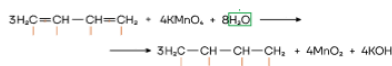


## СВОЙСТВА АЛКАДИЕНОВ

### РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ



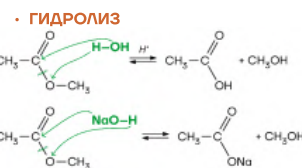
### РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ



### РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ (= каучук)

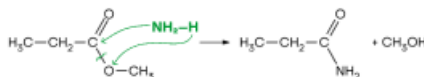


## СВОЙСТВА СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ



- ВОССТАНОВЛЕНИЕ** ▲ Непредельные жиры могут также подвергаться гидрированию!

- ОБРАЗОВАНИЕ АМИДОВ С АММИАКОМ**

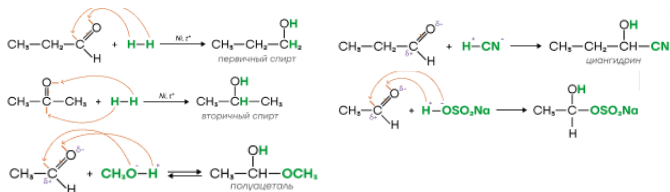


- ЖИРЫ:** сложные эфиры глицерина и высших (жирных) карбоновых кислот. При щелочном гидролизе (омылении жиров) образуются мыла – соли жирных кислот. Соли жирных кислот КАЛИЯ – жидкие мыла, НАТРИЯ – твердые

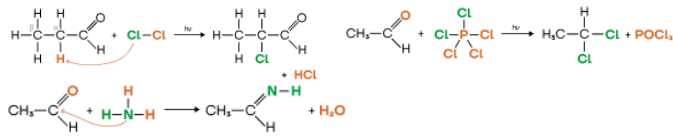
- ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ:**  
**C15 H31 COOH** – пальмитиновая (предельная)  
**C17 H35 COOH** – стеариновая (предельная)  
**C17 H33 COOH** – олеиновая (непредельная, одна двойная связь в радикале)  
**C17 H31 COOH** – линолевая (непредельная, две двойные связи в радикале)  
**C17 H29 COOH** – линоленовая (непредельная, три двойные связи в радикале)

## СВОЙСТВА АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

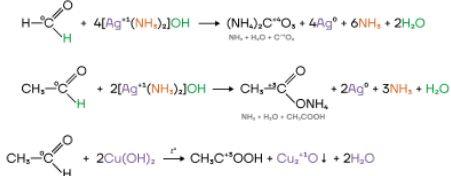
### ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПО ДВОЙНОЙ СВЯЗИ:



### РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ



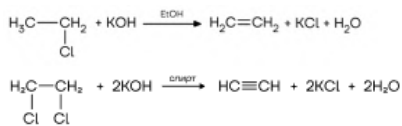
### ОКИСЛЕНИЕ (в том числе РЕАКТИВОМ ТОЛЛЕНСА и $\text{Cu}(\text{OH})_2$ )



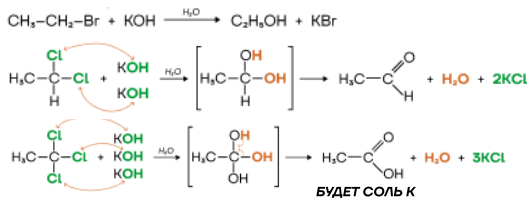
⚠ Кетоны не окисляются и являются гораздо менее активными, чем альдегиды!

## ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

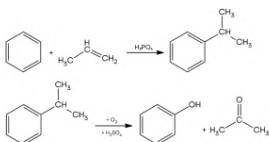
+ СПИРТОВОЙ раствор щёлочи: происходит отщепление воды и галогенида металла



+ ВОДНЫЙ раствор щёлочи: замещение галогена на гидроксигруппу



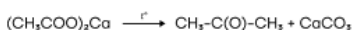
- ФЕНОЛ И АЦЕТОН ПОЛУЧАЮТ КУМОЛЬНЫМ СПОСОБОМ:



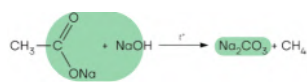
+ КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЭТИЛЕНА



+ ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ СОЛЕЙ КАЛЬЦИЯ И БАРИЯ



+ РЕАКЦИЯ ДЮМА: сплавление солей карбоновых кислот со щелочами



## МОНОМЕРЫ И ПОЛИМЕРЫ

этен (этилен)	полиэтилен
пропен (пропилен)	полипропилен
хлорэтилен (винилхлорид)	поливинилхлорид
бутадиен-1,3	бутадиеновый каучук
изопрен	изопреновый каучук
этиленоксид	полиэтиленгликоль
тетрафторэтилен	тефлон
капролактан	капрон
терефталевая кислота	полиэтилентерефталат

## СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ И БЕЛКОВ

### МОНОСАХАРИДЫ:

- Глюкоза – альдегидоспирт; обладает свойствами альдегидов и многоатомных спиртов, также подвергается брожению  
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (дрожжи) =  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$   
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (ферменты) =  $2\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$   
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (ферменты) =  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + 2\text{H}_2 + 2\text{CO}_2$
- Фруктоза – кетонспирт; обладает свойствами кетонов и многоатомных спиртов, можно отличить от глюкозы с помощью  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при t
- Также из моносахаридов можно назвать галактозу (их изомер) и пентозы (пять С): рибозу и дезоксирибозу

ДИ(ОЛИГО)САХАРИДЫ и ПОЛИСАХАРИДЫ: сахароза (глюкоза + фруктоза), лактоза (глюкоза + галактоза), целлобиоза (глюкоза + глюкоза), мальтоза (глюкоза + глюкоза), крахмал/гликоген/целлюлоза (n'глюкоза).

Свойства: гидролиз до мономеров, свойства многоатомных спиртов, свойства альдегидов (КРОМЕ САХАРОЗЫ!), реакции с органическими и неорганическими кислотами, их ангидридами

Качественная реакция на КРАХМАЛ:  $\text{I}_2$  = синее окрашивание.

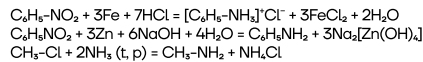
+ БЕЛКИ: способны гидролизоваться до мономеров.

### Качественные реакции:

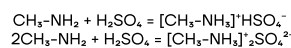


## СВОЙСТВА АМИНОКИСЛОТ

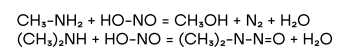
### ПОЛУЧЕНИЕ АМИНОВ



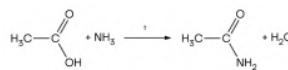
+ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С  $\text{H}^+$



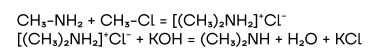
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С  $\text{HNO}_2$  – качественная



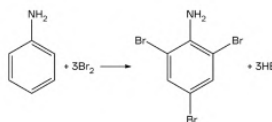
+ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ



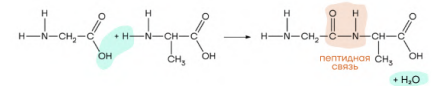
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ГАЛОГЕНАЛКАНАМИ



+ БРОМИРОВАНИЕ АНИЛИНА – качественная (белый осадок)

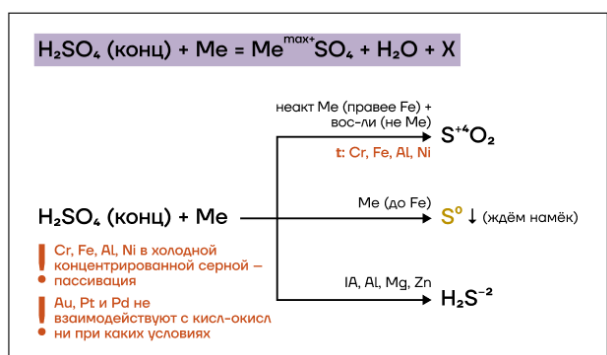


АМИНОКИСЛОТЫ обладают как свойствами аминов, так и свойствами карбоновых к-т, а также способны вступать в реакции поликонденсации друг с другом.



## СПОСОБЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

- Магнит: смесь серы и железа, смесь опилок никеля и меди.
- Делительная воронка: несмешиваемые жидкости.
- Воронка для фильтрования: вода и нерастворимое в ней вещество.
- Обработка водой: растворимое и нерастворимое в воде в-во.
- Выпаривание: вода и растворимое в ней твёрдое вещество.
- Отстаивание: несмешиваемые жидкости, вода и тв нераств в-во.
- Декантация: несмешиваемые жидкости ("сливание" жидкости).
- Фракционная перегонка (дистилляция): хорошо смешиваемые друг в друге жидкости.



## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	- Основной компонент алкогольных напитков - Растворитель (полярный) - Топливо
Глицерин	- Парфюмерия - Пищевая промышленность
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ацетилен), H <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	Сварка и резка металлов
Лимонная кислота	Удаление накипи
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> (в р-рах)	- дезинфектанты H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - отбеливающее средство (осветление волос)
Анилин	Производство красителей
ПВХ (поливинилхлорид)	Оконные панели, трубы
Полистирол	Игрушки, упаковка, одноразовая посуда, контейнеры для пищи
Поликарбонат	Линзы, компакт-диски, фары, компьютеры, очки, светотехнические изделия

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

N-, P-, K-содержащие соединения (в частности селитры – нитраты активных металлов и аммония, а также фосфаты, гидрофосфаты кальция, суперфосфат)	Удобрения
Углеводороды	Топливо
Изопрен, хлоропрен, бутадиен-1,3 S	Каучуки Вулканизация каучука
Этилен, хлор, хлорэтилен, бензол, стирол и проч.	Пластмассы
CO <sub>2</sub> , Al NaHCO <sub>3</sub> (пищевая сода)	- Пищевая промышленность - Разрыхлитель теста + чистящее средство
NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O NH <sub>4</sub>	- Медицина - Сырьё для получения азотной кислоты и азотных удобрений (селитр)
SiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , CaCO <sub>3</sub>	Производство стекла, керамических изделий
Ацетон, бензол, гексан, CCl <sub>4</sub> (неполярный!), спирты	Растворители
CH <sub>3</sub> COOH	- Консервирование - Волокна (ацетилцеллюлоза)
O <sub>2</sub> , C, CO, H <sub>2</sub> , Al, Mg Ca	Металлургия (в том числе получение стали и чугуна)
O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> NaClO, Ca(ClO) <sub>2</sub>	Дезинфекция и очистка воды
Благородные (инертные) газы	Создание инертной атмосферы
Пальмитат натрия или калия Стеарат натрия или калия	Мыла (натриевые соли – твёрдые мыла, калиевые – жидкие)
Активированный уголь	- Адсорбент в фильтрах - Адсорбент в медицине (адсорбирует токсины и проч. при отравлениях) - Катализатор для получения бензола из ацетилена

## ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

	фарфоровая ступка	измельчение твёрдых в-в		прямой холодильник	составная часть прибора для перегонки
	фарфоровый тигель	прокаливание твёрдых в-в		обратный холодильник	конденсирование паров и возврат конденсата
	круглодонная колба	нагревание раствора		химический стакан	смешивание растворов
	аппарат Киппа	получение лёгких газов		пипетка	отбор небольшого кол-ва жидкости
	мерный цилиндр	измерение объемов растворов		бюретка	прибор для титрования, отмеряем точные объемы
	хлор-кальциевая трубка	осушение газов		делительная воронка	разделение несмеш. жидкостей
	колба Вюрца	составная часть прибора для перегонки		капельная воронка	аналог делительной воронки

## ВОЛОКНА

натуральные (природные) создала природа	химические создали учёные
- растительные хлопок, лён, пенька, джут - животные шерсть, шёлк - минеральные стекловолокно, асбест	- искусственные – учёные взяли из природы готовый полимер и немного модифицировали ацетатное, вискозное, полинозное, медно-аммиачное - синтетические – учёные сами создали этот полимер лавсан, капрон, нитрон, энант, хлорин, полиамидное, полиэфирное, полиуретановое, ПАН (полиакрилонитрильное), ПВХ (поливинилхлоридное), поливинилспиртовое, полиолефиновое

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	Ректификация воздуха
CO <sub>2</sub>	Выделение из дымовых газов
F <sub>2</sub>	Электролиз расплавов фторидов
H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Электролиз воды
Cl <sub>2</sub>	Электролиз растворов хлоридов
P, CO	2Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> + 10C + 6SiO <sub>2</sub> = P <sub>4</sub> + 10CO + 6CaSiO <sub>3</sub>
Si	Восстановление коксом из диоксида кремния
Fe	Из гематита Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , пирита FeS <sub>2</sub>
Cu	Из халькопирита CuFeS <sub>2</sub>
Al	Электролиз расплава Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в криолите Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]
Na	Электролиз расплава гидроксида и хлорида натрия
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Спиртовое брожение
бензин	Крекинг нефтепродуктов
Динамит/взрывчатка	Нитрование глицерина/толуола

## АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ

Углерод: графит, алмаз, фуллерен, карбин, графен и проч.  
 Кислород: кислород O<sub>2</sub>, озон O<sub>3</sub>.  
 Фосфор: белый, красный, чёрный.  
 Сера: ромбическая, моноклинная, пластическая.  
 Сурьма: серая, чёрная, жёлтая, взрывчатая.  
 Олово: белое, серое.  
 Мышьяк: жёлтый, серый, чёрный.

### Производство серной кислоты

<b>1 стадия</b> Сырьё: FeS <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, S и некоторые сульфиды. 1) Обжиг пирита в печи для обжига (методом кипящего слоя): 4FeS <sub>2</sub> + 11O <sub>2</sub> = 2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 8SO <sub>2</sub> 2) Очистка SO <sub>2</sub> от Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в циклоне и электрофилтре. 3) Осушка SO <sub>2</sub> («очистка» от воды) в сушильной башне (принцип противотока). В качестве осушителя – конц H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	<b>2 стадия</b> Окисление кислородом в контактом аппарате под действием катализатора V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 2SO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> = 2SO <sub>3</sub>	<b>3 стадия</b> Получившийся SO <sub>3</sub> поглощают в поглотительной башне концентрированной серной кислотой с образованием олеума: nSO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·nSO <sub>3</sub> Впоследствии, чтобы получить серную кислоту определённой концентрации, просто разбавляют олеум водой.
---	---	--

### Производство азотной кислоты

<b>1 стадия</b> Сырьё: аммиак. Окисление аммиака кислородом на платинородиевых катализаторах: 4NH <sub>3</sub> + 5O <sub>2</sub> = 4NO + 6H <sub>2</sub> O	<b>2 стадия</b> Окисление оксида азота (II) в оксид азота (IV): 2NO + O <sub>2</sub> = 2NO <sub>2</sub>	<b>3 стадия</b> Поглощение водой NO <sub>2</sub> при избытке кислорода: 4NO <sub>2</sub> + 2O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O = 4HNO <sub>3</sub>
---	---	---

### Производство аммиака

Синтез из простых веществ:  
 $N_2 + 3H_2 = 2NH_3 + Q$   
 Реакция: обратимая, каталитическая, экзотермическая.  
 Протекает в колонне синтеза, используются высокие температура и давление для увеличения выхода продукта реакции. Также используются принципы циркуляции и теплообмена.

### Производство метанола

Синтез из синтез-газа (смеси водорода и угарного газа):  
 $CO + 2H_2 = CH_3OH + Q$   
 Реакция: обратимая, каталитическая, экзотермическая.  
 Протекает в колонне синтеза, используются высокие температура и давление для увеличения выхода продукта реакции. Также используются принципы циркуляции и теплообмена.

## СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ И ХИМ. РАВНОВЕСИЕ. №18 И №22

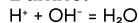
### 1. Факторы, увеличивающие скорость реакции:

- повышение температуры
- повышение концентрации реагентов (не продуктов!)
- увеличение давления (только если в реагентах есть газы!)
- добавление катализатора (если реакция каталитическая!)
- увеличение площади соприкосновения в-в (измельчение тв. в-ва)
- на скорость реакции оказывает влияние *природа реагентов*: чем активнее реагент, тем быстрее с ним протекает реакция
- *добавление твёрдого нерастворимого в-ва НЕ влияет* на скорость реакции

### 2. Факторы, влияющие на сдвиг химического равновесия:

- *концентрация*: при увеличении концентрации реагентов идет смещение в сторону продуктов (и наоборот), при уменьшении концентрации реагентов — смещение в сторону реагентов
- *температура*: при повышении температуры — сдвиг в сторону эндотермической реакции, при понижении температуры — в сторону экзотермической
- *давление* (только если есть газы!): при повышении давления — сдвиг в сторону меньшего объёма, при понижении давления — в сторону большего объёма
- *повышение давления = уменьшение объёма (и наоборот)*
- *при добавлении твёрдого растворимого в-ва, мы увеличиваем концентрацию этого в-ва в растворе*
- *добавленное в реакционный сосуд в-во может реагировать с реагентами или продуктами, тем самым уменьшая их концентрацию в растворе*

#### Важно:



При добавлении твердой щёлочи будет происходить её растворение и увеличение концентрации  $\text{OH}^-$  ионов — они будут связываться с  $\text{H}^+$  с образованием воды — равновесие сместится в обратном направлении (такая же ситуация с добавлением твердой растворимой кислоты!)

**NB:** помните про  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  — единственную нерастворимую кислоту

## РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА. №30

### 1. Между кем протекают РИО: СОК — соли, основания, кислоты

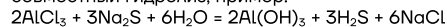
### 2. Правила протекания РИО:

- реагенты растворимы (исключение: растворимые кислоты могут взаимодействовать с нерастворимыми гидроксидами, карбонатами, сульфитами, ортофосфатами и сульфидами (кроме  $\text{CuS}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{HgS}$ ,  $\text{CdS}$ ,  $\text{PbS}$  — практически не растворяются в кислотах))
- в продуктах реакции — осадок, газ, вода или др. слабый электролит, иногда комплекс (например, слабая кислота:  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HF}$ , органические кислоты и т.д.)

### 3. Кого раскладывать на ионы: сильные электролиты (растворимые основания, растворимые соли, сильные кислоты)

#### ⚠ NB:

- если  $N(\text{O}) - N(\text{H}) > 1$ , то кислота сильная (все орг. кислоты — слабые!)
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в реагентах расписываем на ионы, в продуктах — нет
- если образовалось соединение, помеченное “—”, то протекает совместный гидролиз, пример:



*За исключением:* если в растворе одновременно будут находиться ионы  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{S}^{2-}/\text{SO}_3^{2-}$ , то будет протекать ОВР

#### Примеры реакций:

