

Ряд Клеchkовского:



предвнешний подуровень внешний подуровень

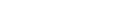
Сходные конфигурации внешнего уровня

У элементов, расположенных в одной подгруппе.



Одинаковые конфигурации внешнего уровня

Совпадает и уровень, и число электронов



Проскок электрона Cr...3d⁵4s¹
У Cu, Ag, Au и Cr, Mo. Cu...3d¹⁰4s¹

Ионы

подгруппы:	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
заряд иона:	1+	2+	3+	4-	3-	2-	1-

Возбужденное состояние

Отсутствует у:

- 1) элементов IA группы, так как на внешнем уровне нет спаренных электронов
- 2) N, O, F, так как отсутствуют свободные орбитали

Донорно-акцепторный механизм:

- o NH₃ и его органические производные, PH₃
- o [Комплексные соединения] o CO
- o HNO₃, N₂O₅, нитраты o H₃O⁺ o O₃

Водородная связь МЕЖДУ молекулами (не в молекулах!)

- 1. Атом водорода
- 2. Сильный ЭО атом (F, O, N)
- 3. Атом водорода должен быть связан с сильным ЭО атомом.

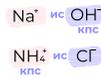
С разными видами связи:

1. КПС + КНПС

H ₂ O ₂	пероксид водорода	N ₂ H ₄	гидразин
H ₂ S ₂	дисульфид водорода	S ₂ Cl ₂	хлорид серы(II)
O ₂ F ₂	диоксидифторид фторид кислорода(I)		многие органические соединения

2. КПС + ИС

Соединения со сложными ионами (+ некоторые органические соли)

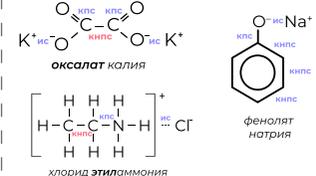


3. КНПС + ИС

- Пероксиды металлов Li₂O₂, Na₂O₂, K₂O₂, CaO₂, SrO₂, BaO₂
- Пирит FeS₂, дисульфиды типа Na₂S₂
- Карбиды Li₂C₂, Na₂C₂, MgC₂, CaC₂, BaC₂

4. КПС + КНПС + ИС

- Тиосульфат натрия Na₂S₂O₃
- Различными органические соли



Атомная решетка:

С (графит, алмаз), Si, SiO₂, SiC, P (красн., черн.), B, BN, Ge

Температуры плавления/кипения

МОЛЕК. < ИОН. < АТОМН.

Степень окисления:

Максимальная СО большинства элементов равна номеру группы (кроме O, F, Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Au).

Минимальная СО металлов: 0.

Минимальная СО неметаллов равна N° группы - 8.

- 1. СО фтора всегда -1, максимальная СО фтора = 0
- 2. СО водорода с неметаллами +1, с металлами -1 (в гидридах)
- 3. Бор проявляет СО +3 с неметаллами и -3 с металлами.

4. СО кислорода почти всегда равна -2, высшая СО = +2

ИСКЛЮЧЕНИЯ:

пероксиды (-1) H₂O₂, Na₂O₂
надпероксиды и озониды (дробные СО) фторид кислорода (СО +2) OF₂
диоксидифторид (СО +1) O₂F₂

Для некоторых элементов стоит запомнить характерные СО:

С -4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4
N -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5
O -2 -1 0 +1 +2 Cr, Fe +2 +3 +6
S -2 -1 0 +1 +2 +4 +6 Mn +2 +4 +6 +7
Cl -1 0 +1 +3 +4 +5 +7 Cu +1 +2

Валентность:

Постоянная: =1 у IA группы, H, F; =2 у IIA группы, O, Zn; =3 у B, Al

Максимальная вал. равна номеру группы (кроме N, O, F, Fe, Cu, Ag, Au)

Максимальная вал. азота = 4!!!!

Высшие оксиды:

группа: IA IIA IIIA IVA VA VIA VIIA
общ. Ф-ла: Э₂O ЭO Э₂O₃ ЭO₂ Э₂O₅ ЭO₃ Э₂O₇

Водородные соединения:

группа: IA IIA IIIA IVA VA VIA VIIA
общ. Ф-ла: ЭH ЭH₂ ЭH₃ ЭH₄ ЭH₅ H₂Э HЭ

это летучие водородные соед.

Основные оксиды – оксиды металлов в степенях окисления +1/+2, кроме ZnO, BeO, PbO, SnO.

Амфотерные оксиды – оксиды металлов в степени окисления +3/+4, а также ZnO, BeO, PbO, SnO

Кислотные оксиды – оксиды металлов в высоких степенях окисления (от +5 и выше). оксиды неметаллов независимо от СО (кроме несолообразующих)

Несолообразующие оксиды: CO, SiO, NO, N₂O

Смешанные (двойные оксиды): Fe₃O₄, NO₂

"сложные" кислоты

НСЮ – хлорноватистая (гипохлорит)

НСЮ₂ – хлористая (хлорит)

НСЮ₃ – хлорноватая (хлорат)

НСЮ₄ – хлорная (перхлорат)

HMnO₄ – марганцовая (перманганат)

H₂MnO₄ – марганцовистая (манганат)

H₂PO₃ – фосфористая (фосфит)

H₃PO₂ – фосфорноватистая (гипофосфит)

H₃BO₃/B(OH)₃ – борная (борат)

сильные основания

щелочи: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂

сильные кислоты

H₂SO₄, HNO₃, HCl, HBr, HI, HClO₄, HClO₃, HBrO₄, HBrO₃, HIO₄, HIO₃, H₂Cr₂O₇, H₂CrO₄, HMnO₄

соли

Средние соли — катион и анион. Например, (NH₄)₂SO₄, NaAlO₂, K₂ZnO₂, Ca(FeO₂)₂ !!!Na₂HPO₃ и NaH₂PO₂

Кислые соли катион, анион и Н. Например, NaHCO₃ (но это средние соли: !!!Na₂HPO₃ и NaH₂PO₂)

Основные соли катион, анион и OH-группа. Например, (CuOH)₂CO₃

Комплексные соли содержат комплексный катион или анион. Например, Na₂[Zn(OH)₄]

Двойные соли два различных катиона. Например, NaKSO₄

Смешанные соли два различных аниона. Например, Ca(ClO)Cl = CaOCl₂

Кислоты и соли фосфора

H₃PO₃ – двухосновная кислота

Na₂HPO₃ – средняя соль (фосфит)

H₃PO₂ – одноосновная кислота

NaH₂PO₂ – средняя соль (гипофосфит)

Периодический закон

вниз по группе увеличиваются:

- радиус атома
- металлические/восстановительные свойства
- основные свойства оксидов/гидроксидов
- кислотные свойства водородных соединений

уменьшаются:

- неметаллические/окислительные свойства
- электроотрицательность
- кислотные свойства оксидов/гидроксидов
- сила притяжения валентных электронов к ядру (энергия ионизации)

направо по периоду увеличиваются:

- неметаллические/окислительные свойства
- электроотрицательность
- кислотные свойства оксидов/гидроксидов
- кислотные свойства водородных соединений
- сила притяжения валентных электронов к ядру (энергия ионизации)

уменьшаются:

- радиус атома
- металлические/восстановительные св-ва
- основные свойства оксидов/гидроксидов

1. Активность (металлические/восстановительные свойства) металлов смотрим только по ряду активности! Чем левее, тем активнее!

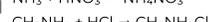
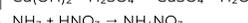
НО это не работает для Li (для него пользуемся таблицей Менделеева)

2. Кислотные/основные свойства оксидов/гидроксидов смотрим по классификации этих оксидов/гидроксидов

3. Самые маленькие атомы (от большего к меньшему): F - Ne - H - He

Классификация реакций

Реакция НЕЙТРАЛИЗАЦИИ – реакция между любым основанием (но НЕ амфотерным гидроксидом) и кислотой.



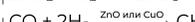
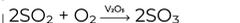
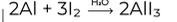
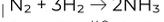
• Экзотермические реакции протекают с выделением теплоты (+Q)

- реакции соединения (кроме N₂ + O₂ → 2NO; H₂ + I₂ → 2HI; CO₂ + C → 2CO)
- реакции присоединения в органике
- реакции горения, обжига
- исключения разложения: дихромата аммония, нитрата аммония, нитрита аммония, а также разложение NO, HI, CO (см. реакции ниже)
- растворение кислот и щелочей в воде
- реакции нейтрализации
- металлы с кислотами и щелочами
- щелочные и щ/з металлы с водой
- цепные реакции (например, галогенирование алканов)
- O₃ → O₂

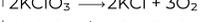
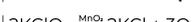
• Эндотермические реакции протекают с поглощением теплоты (-Q)

- реакции разложения (кроме искл)
- реакции отщепления в органике
- реакции-исключения соединения: N₂ + O₂ → 2NO; H₂ + I₂ → 2HI; CO₂ + C → 2CO
- гидролиз - O₂ → O₃

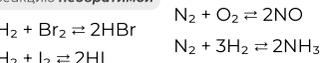
Каталитические реакции



Очень важно различать эти каталитические и НЕКАТАЛИТИЧЕСКИЕ реакции:



Обратимые реакции протекают одновременно в двух противоположных направлениях, но одно из них, как правило, преобладает.



А также это:

- обратимый гидролиз солей
- гидрирование/дегидрирование
- спирты с аммиаком и аминами
- спирты с галогенводородами
- этерификация
- кислотный гидролиз сложных эфиров и жиров

Скорость реакций

ТОЛЬКО РЕАГЕНТЫ ВЛИЯЮТ

природа веществ

можно сравнивать

- активность металлов по ряду активности (кроме Li)
- силу кислот

давление (если газ в реагентах)

концентрация (если газ/жидкость в реагентах)

измельчение/площадь (если твёрдое в реагентах)

катализатор/ингибитор (только на каталитических реакциях)

температура (всегда)

Химическое равновесие

влияют и РЕАГЕНТЫ, и ПРОДУКТЫ

- 1. Концентрация** (жидкости, газы)
 - Увеличение – от этого вещества
 - Уменьшение – к этому веществу

2. Давление (газы)

- Увеличение – туда, где меньше газов
- Уменьшение – туда, где больше газов

ВАЖНО!

- **Увеличение сосуда** = уменьшение давления
- **Уменьшение сосуда** = увеличение давления
- Введение инертного газа при постоянном объёме = увеличение давления

3. Температура

• **Экзотермические +Q**

нагревание - обратное охлаждение - прямо

• **Эндотермические -Q**

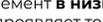
нагревание - прямо охлаждение - обратно

4. Добавление различных веществ

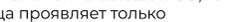
- проверяем растворимость
- проверяем диссоциацию
- проверяем, реагирует ли с чем-либо

ОВР (окислительно-восстановительные реакции)

1. Если элемент в **нижней СО**, то частица проявляет только **восстановительные** свойства.



2. Если элемент в **высшей СО**, то частица проявляет только **окислительные** свойства.

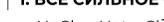


3. Если элемент в **промежуточной СО** или содержит элементы в **разных степенях окисления**, то частица может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.



Гидролиз

1. ВСЕ СИЛЬНОЕ - НЕЙТРАЛЬНАЯ



2. СЛАБЫЙ АНИОН - СЛАБОЩЕЛОЧНАЯ



3. СЛАБЫЙ КАТИОН - СЛАБОКИСЛАЯ



4. ВСЕ СЛАБОЕ - НЕЙТРАЛЬНАЯ



кислые соли

у кислых солей среда менее щелочная, чем у средних: **Na₂CO₃ щелочнее, чем NaHCO₃**

существуют исключения!

получение электролизом:

- Если можно получить в растворе, то раствор (Cu, Cl₂, S, O₂ и тд)
- Если нельзя получить в растворе, то расплав (Na, K, F₂ и др)
- НЕЛЬЗЯ БРАТЬ РАСПЛАВЫ НИТРАТОВ!!!
- Алюминий получают электролизом раствора оксида в расплаве криолита

НЕОРГАНИКА

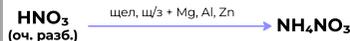
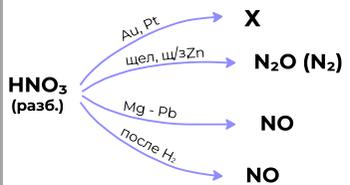
Для взаимодействия один из реагентов должен соответствовать сильной/средней силы кислоте или сильному/средней силы основанию.

Если оба реагента слабые – реакция невозможна.

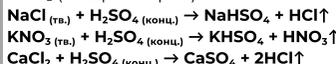
Например, ZnO + CO₂ ≠ Fe(OH)₂ + H₂S ≠

1. Основные оксиды

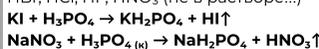
- с водой (оксиды ЩМ/ЩЗМ + MgO)
- с кислотными оксидами
- с кислотами
- с кислотными оксидами
- с амфотерными оксидами/гидроксидами (оксиды ЩМ/ЩЗМ)



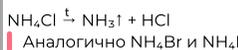
- концентрированная серная кислота вытесняет из твердых солей HCl, HF, HNO₃ (не в растворе!!!)



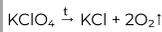
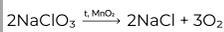
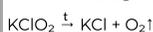
- концентрированная фосфорная кислота вытесняет из твердых солей HI, HBr, HCl, HF, HNO₃ (не в растворе!!!)



o He ОБВ

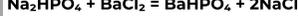


• НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ СОЛИ



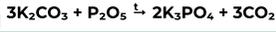
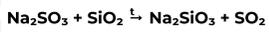
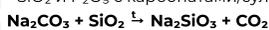
6. Кислые соли

- обмен с другими солями



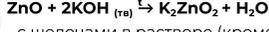
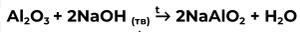
2. Кислотные оксиды

- с водой (кроме SiO₂)
- с основными оксидами
- с основаниями
- с амфотерными оксидами/гидроксидами
- SiO₂ и P₂O₅ с карбонатами/сульфатами

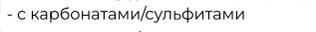
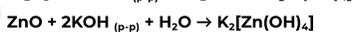


3. Амфотерные оксиды

- с кислотными оксидами / с кислотами
- с основными оксидами ЩМ/ЩЗМ
- с щелочами при сплавлении



- с щелочами в растворе (кроме Fe₂O₃)



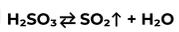
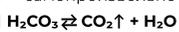
- с карбонатами/сульфатами



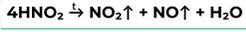
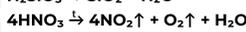
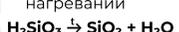
- с основными солями
 2(Ca(OH)₂)NO₃ + 2HCl = CaCl₂ + Ca(NO₃)₂ + 2H₂O

- разложение кислот

■ H₂CO₃ и H₂SO₃ разлагаются самопроизвольно



■ H₂SiO₃, HNO₃, HNO₂ разлагаются при нагревании

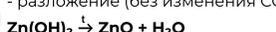


4. Амфотерные гидроксиды

- с кислотами и кислотными оксидами
- с щелочами при сплавлении



- с щелочами в растворе (кроме Fe(OH)₃)

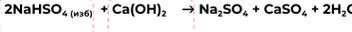


- разложение (без изменения СО!!!)



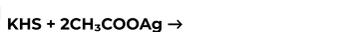
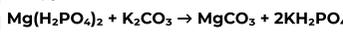
o He ОБВ

- с щелочами



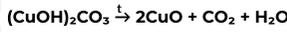
HSO₄⁻, HSO₃⁻, HCO₃⁻, HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻

- с другими солями



7. Основные соли

- с кислотами
- разложение малахита

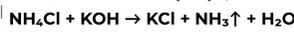
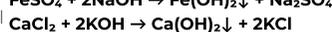


1. Щелочи

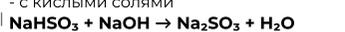
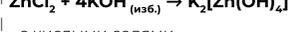
- с кислотами и кислотными оксидами
 2NaOH + CO₂ = Na₂CO₃ + H₂O
 NaOH + CO₂(изб.) = NaHCO₃
 в избытке кислотного оксида получается кислая соль

- с амфотерными оксидами и гидрокс.

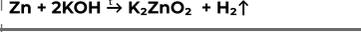
- с солями
 исходная соль растворима должен образоваться осадок или газ



- с солями амфотерных металлов



- с кислыми солями



- с амфотерными металлами (сплавление)

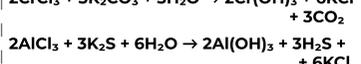
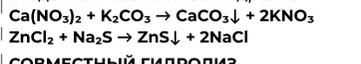


5. Соли

- с щелочами
- с кислотами
- вытеснение конц. серной кислотой (хлориды, фториды, нитраты)
- вытеснение конц. фосфорной кислотой (иодиды, бромиды, хлориды, фториды, нитраты)

- с солями
 осадок или совместный гидролиз
 Ca(NO₃)₂ + K₂CO₃ \rightarrow CaCO₃↓ + 2KNO₃
 ZnCl₂ + Na₂S \rightarrow ZnS↓ + 2NaCl

совместный гидролиз



8. Комплексные соли

- с кислотами
 K₂[Zn(OH)₄] + 2HCl (нед.) \rightarrow 2KCl + Zn(OH)₂ + 2H₂O

K₂[Zn(OH)₄] + 4HCl (изб.) \rightarrow 2KCl + ZnCl₂ + 4H₂O

- с H₂S
 Na₂[Zn(OH)₄] + 2H₂S (нед.) \rightarrow 2NaHS + Zn(OH)₂ + 2H₂O

Na₂[Zn(OH)₄] + 3H₂S (изб.) \rightarrow 2NaHS + ZnS + 4H₂O

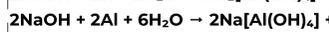
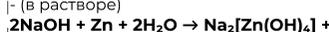
- с CO₂, SO₂
 K₂[Be(OH)₄] + 2CO₂ \rightarrow 2KHCO₃ + Be(OH)₂
 Na[Al(OH)₄] + SO₂ \rightarrow NaHSO₃ + Al(OH)₃

- с солями амфотерных металлов
 K₂[Zn(OH)₄] + ZnCl₂ \rightarrow 2Zn(OH)₂ + 2KCl

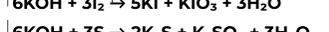
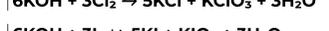
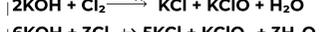
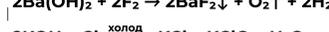
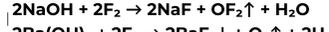
- разложение при нагревании
 Na[Al(OH)₄] \xrightarrow{t} NaAlO₂ + 2H₂O



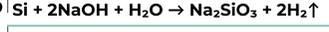
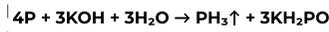
- (в растворе)



- с неметаллами



Также возможен вариант:



2. Основания (нерастворимые и аммиак)

- с кислотами

■ металл должен стоять в ряду активности ЛЕВБЕЕ металла соли

■ металл не должен реагировать с водой при ну.

■ исходная и образующаяся соль должны быть растворимы (или малорастворимы)
 соль + металл = новая соль + новый металл



внимание!

Соли железа III могут взаимодействовать с металлами стоящими после железа.
 Fe₂(SO₄)₃ + Cu \rightarrow CuSO₄ + 2FeSO₄
 Fe₂(SO₄)₃ + Fe \rightarrow 3FeSO₄

ВАЖНОЕ!

- диоксид азота
 2NO₂ + H₂O = HNO₂ + HNO₃
 2NO₂ + Na₂O = NaNO₂ + NaNO₃
 2NO₂ + 2NaOH = NaNO₂ + NaNO₃ + H₂O
- диоксид хлора
 2ClO₂ + H₂O = HClO₂ + HClO₃
 • медь 2+ с карбонатами
 2CuCl₂ + 2K₂CO₃ + H₂O = (CuOH)₂CO₃ + CO₂ + 4KCl

АНИОНЫ АМФОТЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

- AlO₂⁻ – алюминат
- ZnO₂²⁻ – цинкат
- BeO₂²⁻ – бериллат
- PbO₂²⁻ – плюмбит
- CrO₂⁻ – хромит
- FeO₂⁻ – феррит

КОМПЛЕКСЫ

- [Al(OH)₄]⁻ – тетрагидроксиалюминат
- [Zn(OH)₄]²⁻ – тетрагидроксицинкат
- [Be(OH)₄]²⁻ – тетрагидроксобериллат
- [Cr(OH)₄]³⁻ – гексагидроксохромат(III)

- с некоторыми кислотными оксидами (SO₃, P₂O₅, N₂O₅, Cl₂O₇)
- разложение (без изменения СО!!!)
 Zn(OH)₂ \rightarrow ZnO + H₂O

3. Кислоты

- с осн./амф. оксидами/гидроксидами

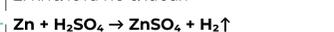
- с солями – более сильная кислота вытесняет слабую
 2KF + H₂SO₄ \rightarrow K₂SO₄ + 2HF
 CH₃COONa + HBr \rightarrow NaBr + CH₃COOH

сильная вытесняет сильную, если образуется осадок
 BaCl₂ + H₂SO₄ \rightarrow BaSO₄↓ + 2HCl

сероводород может вытеснить сильные кислоты, если образуется сульфид
 сульфид: PbS, CuS, HgS, Ag₂S, CdS.
 CuCl₂ + H₂S \rightarrow CuS↓ + 2HCl

- с металлами

- металл до водорода
- кислота не слабая



K₂Cr₂O₇ (и с другими катионами) – оранжевые кристаллы и раствор

K₂CrO₄ (и с другими катионами) – желтые кристаллы и раствор

Cr³⁺ (соли) – темно-зеленые или серо-фиолетовые растворы

Cr(OH)₃ – серо-зеленый порошок/осадок

K₃[Cr(OH)₆] (Na) – зеленый раствор

Cr²⁺ (соли) – серо-голубые растворы

Cr(OH)₂ – желтый осадок

CrO – черный порошок

Cr₂O₃ – тугоплавкий темно-зеленый порошок

CrO₃ – красные, сильно гигроскопичные кристаллы, оплывающие на воздухе

KMnO₄ (и с другими катионами) – фиолетовые, почти черные кристаллы, раствор от розового до насыщенно-фиолетового

K₂MnO₄ (и с другими катионами) – темно-зеленый раствор и кристаллы

MnO₂ – бурый (черно-коричневый) осадок

Mn²⁺ (соли) – бесцветные растворы (иногда слегка розовые)

Mn(OH)₂ – белый, слегка розовый студенистый осадок

Cu²⁺ (соли) – голубые растворы (редко зеленые)

[Cu(NH₃)₄]²⁺ – темно-синие растворы

Cu(OH)₂ – голубой осадок

(CuOH)₂CO₃ – зеленый осадок (малахит)

CuO – черный порошок

Cu₂O – красно-рыжий осадок (цвета бешеной морковки)

CuCl, CuBr, CuI – белые осадки

CuS, PbS, Ag₂S, HgS – чёрные осадки, нерастворимые, почти черные кристаллы, растворяются только в горячей концентрированной HNO₃ и H₂SO₄.

CdS – ярко-желтый осадок

AgCl – белый осадок, нерастворимый в кислотах

AgBr – бледно-желтый (кремовый) осадок, нерастворимый в кислотах

AgI – желтый осадок, нерастворимый в кислотах

Ag₂CO₃ – белый осадок, растворимый в кислотах

Ag₃PO₄ – желтый осадок, растворимый в кислотах

Ag₂CrO₄, Ag₂Cr₂O₇ – красный осадок

Ag₂O – темно-серый/бурый осадок, коричневый порошок

PbSO₄ – белый осадок, нерастворимый в кислотах

Cu₂O – красно-рыжий осадок (цвета бешеной морковки)

PbCl₂ – белый осадок, нерастворимый в кислотах

PbI₂ – желтый кристаллический осадок

Cu – красный осадок, металл красноватого цвета

Ag – серебристый осадок, осаждается, образуя "серебряное зеркало"

S – желтый осадок, образуется в виде мути (равномерной взвеси в воде), которая со временем слипается и оседает

H₂ – газ без цвета и запаха, сгорает со взрывом

F₂ – желто-зеленый газ с резким удушающим запахом

Cl₂ – светло-зеленый (желто-зеленый) газ с резким удушающим запахом

Br₂ – красно-коричневая (бурая) парящая жидкость, НЕ ОСАДОК, с резким запахом

I₂ – темно-коричневый осадок, пары имеют фиолетовый цвет

O₂ – газ без цвета и запаха, поддерживающий горение

O₃ – слегка фиолетовый газ с резким запахом «после грозы»

N₂ – газ без цвета и запаха, не поддерживает горение, является основным компонентом атмосферы (воздуха)

HF, HCl, HBr, HI – бесцветные газы с резким удушливым запахом, крайне токсичны

SO₂ – бесцветный газ с резким запахом "жаренной спички"

H₂S – бесцветный газ с неприятным запахом "тухлых яиц"

NO₂ – бурый газ с резким, удушающим запахом

NO – газ без цвета и запаха, на воздухе быстро буреет (переходит в NO₂)

N₂O – бесцветный газ со сладковатым запахом, способен вызывать наркотическое опьянение

NH₃ – бесцветный газ с резким характерным запахом, в водных растворах проявляет основные свойства

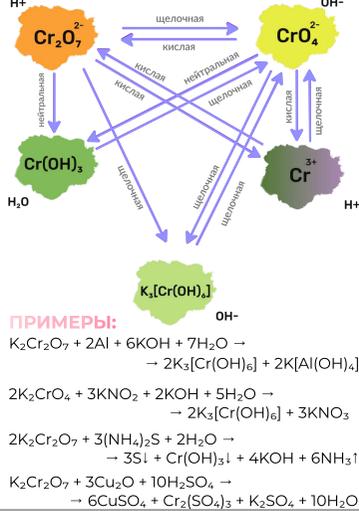
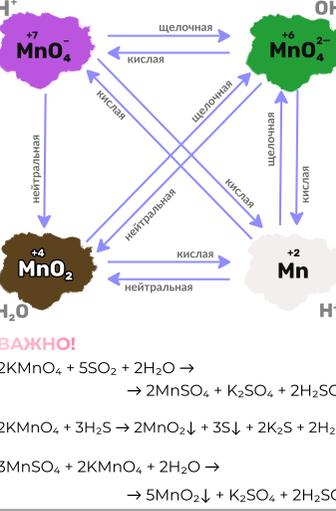
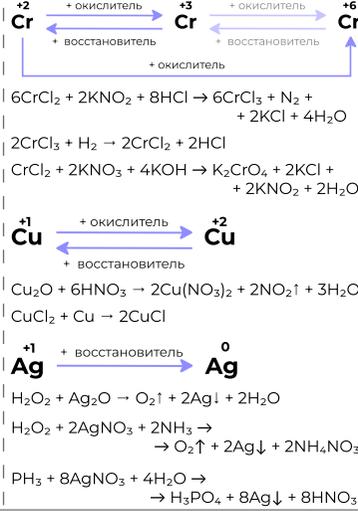
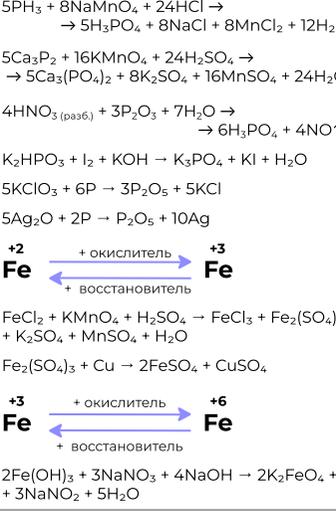
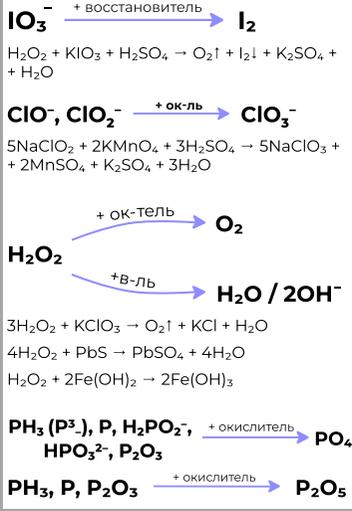
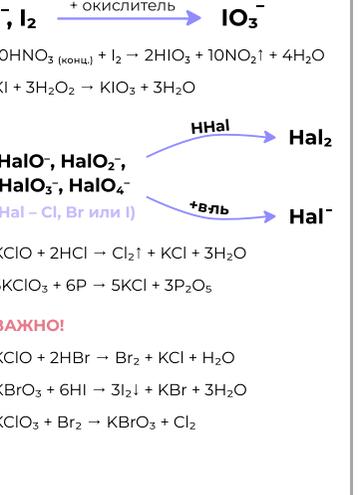
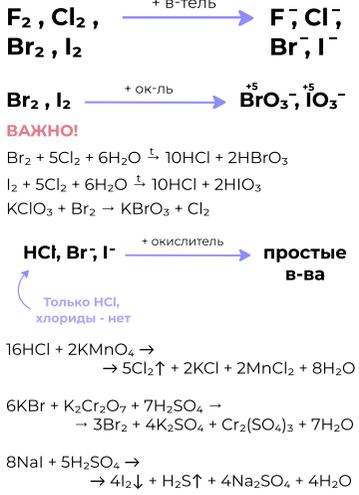
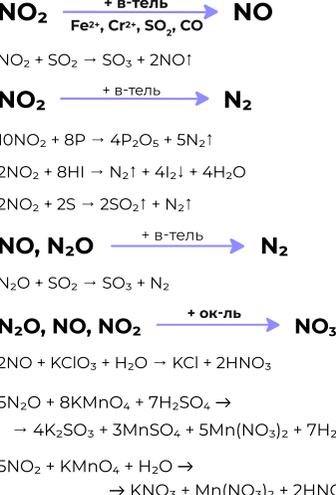
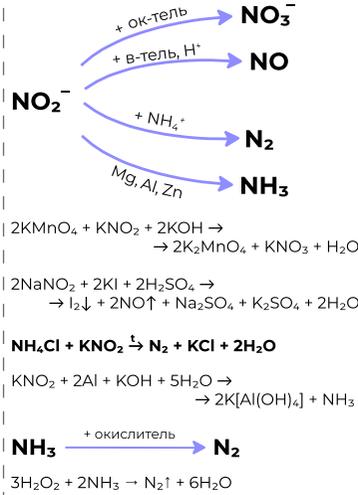
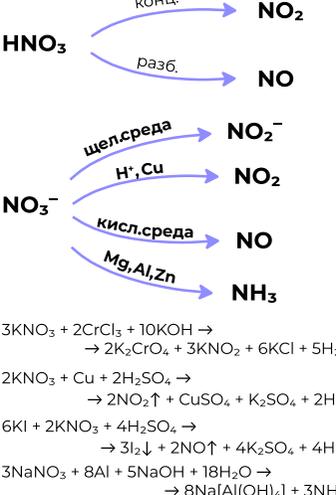
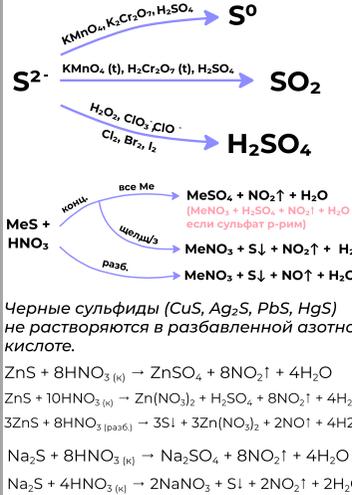
CO₂ – газ без цвета и запаха, не поддерживает горение, вызывает помутнение известковой воды

Закономерности ОВР

PbO₂ $\xrightarrow{+ \text{восстановитель}}$ **Pb⁺²**
PbO₂ + 4HCl → Cl₂ + PbCl₂ + 2H₂O

SO₃²⁻ $\xrightarrow{+ \text{окислитель}}$ **SO₄²⁻**
K₂SO₃ + Cl₂ + H₂O → K₂SO₄ + 2HCl

SO₂ $\xrightarrow{+ \text{В-ль}}$ **S**
 $\xrightarrow{+ \text{ОК-ль}}$ **SO₃ / SO₄²⁻**



Реакции металлов

	ЩМ, ЩЗМ + Mg	Al	Zn	Fe, Cr	Cu, Ag
F ₂ , Cl ₂ , Br ₂	✓	✓	✓	✓	✓
I ₂	✓	✓	✓	✓	Cu
H ₂	✓				
O ₂	✓	✓	✓	✓	Cu
S	✓	✓	✓	✓	✓
N ₂	✓				
P	✓	✓	✓	✓	
C	✓	✓	✓	✓	
Si	✓				✓
H ₂ O	✓	✓	✓	✓	✓
щелочи		✓	✓	✓	Cr сплав

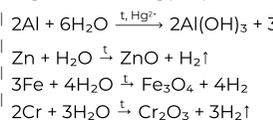
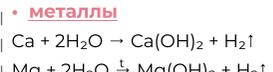
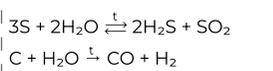
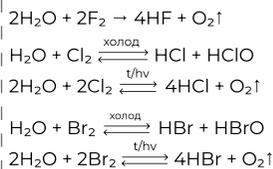
Cr₂O₃ + KClO₃ + 4KOH → 2K₂CrO₄ + KCl + 2H₂O

Реакции неметаллов

	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂	H ₂	O ₂	S	N ₂	P	C	Si
F ₂	X	ClF _n	BrF _n	IF _n	HF	OF ₂ O ₂ F ₂	SF ₆	X	PF ₅	CF ₄	SiF ₄
Cl ₂	ClF _n	X	BrCl	ICl _n	HCl	X	SCl ₂ S ₂ Cl ₂	X	PCl ₅ PCl ₃	?	SiCl ₄
Br ₂	BrF _n	BrCl	X	IBr _n	HBr	X	S ₂ Br ₂	X	PBr ₅ PBr ₃	X	SiBr ₄
I ₂	IF _n	ICl _n	IBr _n	X	HI	X	X	X	PI ₃	X	X
H ₂	HF	HCl	HBr	HI	X	H ₂ O	H ₂ S	NH ₃	X	CH ₄	X
O ₂	OF ₂ O ₂ F ₂	X	X	X	H ₂ O	X	SO ₂	NO	P ₂ O ₅ P ₂ O ₃	CO ₂	SiO ₂
S	SF ₆	SCl ₂ S ₂ Cl ₂	S ₂ Br ₂	X	H ₂ S	SO ₂	X	X	P ₂ S ₅ P ₂ S ₃	CS ₂	SiS ₂
N ₂	X	X	X	X	NH ₃	NO	X	X	X	C ₂ N ₂	Si ₃ N ₄
P	PF ₅	PCl ₅ PCl ₃	PBr ₅ PBr ₃	PI ₃	X	P ₂ O ₅ P ₂ O ₃	P ₂ S ₅ P ₂ S ₃	X	X	X	X
C	CF ₄	?	X	X	CH ₄	CO ₂	CS ₂	C ₂ N ₂	X	X	SiC
Si	SiF ₄	SiCl ₄	SiBr ₄	X	X	SiO ₂	SiS ₂	Si ₃ N ₄	X	SiC	X

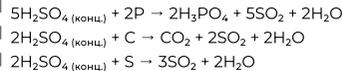
Реакции с водой

• неметаллы

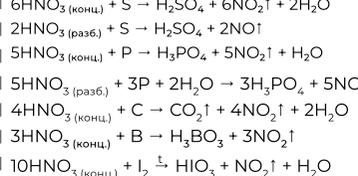


Неметаллы с кислотами

- серная конц.

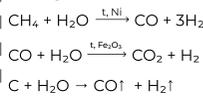


- азотная кислота



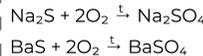
ВАЖНОЕ ПО ЭЛЕМЕНТАМ

водород

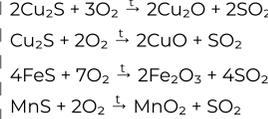


обжиг сульфидов

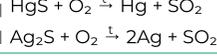
■ щелочных и щ/з металлов



■ остальные сульфиды



■ ртуть и серебра



разложение сульфитов

■ щелочных металлов

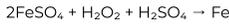
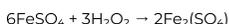
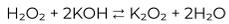
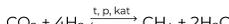
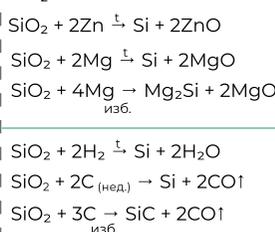


■ нерастворимые сульфиты

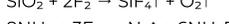


кремний

SiO₂ с ЩМ, ШЗМ, Mg, Al, Zn



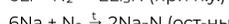
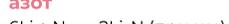
галогены



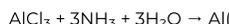
сульфаты ЩМ и ЩЗМ можно восстановить коксом и водородом



азот

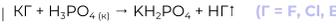
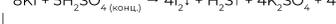
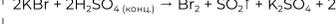
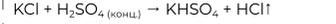
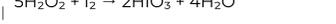
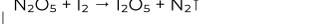
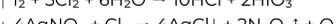
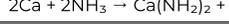
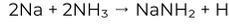


аммиак с солями

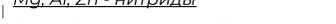
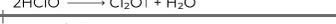


аммиак с металлами

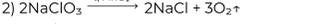
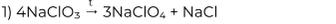
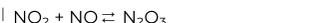
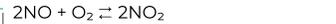
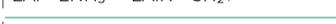
ЩМ, ЩЗМ - амиды



Мg, Al, Zn - нитриды

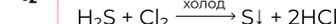
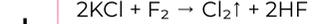
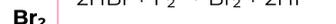


с оксидами металлов (CuO, ZnO и др.)



F₂

Замещающая способность возрастает



кислород

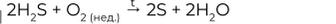
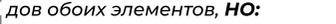


коррозия металлов на воздухе



горение/обжиг

бинарные соединения – до оксидов обоих элементов, НО:



<p>с оксидами неметаллов пероксиды: если высшая CO_2, то выделяется O_2, если нет — только соль</p> <p>надпероксиды: всегда O_2</p> $2Na_2O_2 + 2CO_2 \rightarrow 2Na_2CO_3 + O_2 \uparrow$ $Na_2O_2 + CO \rightarrow Na_2CO_3$ $Na_2O_2 + SO_2 \rightarrow Na_2SO_4$ $4KO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2K_2CO_3 + 3O_2$ $2KO_2 + CO \rightarrow K_2CO_3 + O_2$ $2KO_2 + SO_2 \rightarrow K_2SO_4 + O_2$	$4CaO + 2Al \xrightarrow{\uparrow} 3Ca + Ca(AlO_2)_2$ $4SrO + 2Al \xrightarrow{\uparrow} 3Sr + Sr(AlO_2)_2$ $4BaO + 2Al \xrightarrow{\uparrow} 3Ba + Ba(AlO_2)_2$ $Ca(OH)_2 \xrightarrow{\uparrow} CaO + H_2O$ $Mg(OH)_2 \xrightarrow{\uparrow} MgO + H_2O$ $Be(OH)_2 \xrightarrow{\uparrow} BeO + H_2O$	<p>железо</p> $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\uparrow} 2FeCl_3 \text{ (аналогично } F_2 \text{ и } Br_2)$ $Fe + I_2 \xrightarrow{\uparrow} FeI_2$ <p>$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\uparrow} Fe_3O_4$</p> $Fe + S \xrightarrow{\uparrow} FeS / FeS_2$ $3Fe + 4H_2O \xrightarrow{\uparrow} Fe_3O_4 + 4H_2$ <p>железо никак не реагирует с щелочами</p>	<p>восстановление железа из оксидов происходит стадийно:</p> <p>$Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$</p> <p>но стадии можно пропускать</p> $Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{\uparrow} 2FeO + H_2O$ $Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{\uparrow} 2Fe + 3H_2O$ <p>соединения Fe+2 легко окисляются</p> $FeO + H_2SO_4(p) \rightarrow FeSO_4 + 4H_2O$ $Fe(OH)_2 + H_2SO_4(p) \rightarrow FeSO_4 + 2H_2O$ $2FeO + 4H_2SO_4(к) \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 \uparrow + 4H_2O$ $3FeO + 10HNO_3(p) \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 5H_2O$ $2Fe(OH)_2 + 4H_2SO_4(к) \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 \uparrow + 6H_2O$ $Fe(OH)_2 + 4HNO_3(к) \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 \uparrow + 3H_2O$ $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$	$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$ $2Fe(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3$ $Fe(OH)_2 \xrightarrow{\uparrow} FeO + H_2O$ <p>БЕЗ изменения CO!</p> <p>Fe+3 амфотерно (но только при сплавлении)</p> $Fe_2O_3 + Na_2O \xrightarrow{\uparrow} 2NaFeO_2$ $Fe_2O_3 + 2KOH \xrightarrow{\uparrow} 2KFeO_2 + H_2O$ $Fe_2O_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2NaFeO_2 + CO_2 \uparrow$ $Fe_2O_3 + KOH_{(p-p)} \nrightarrow$ $Fe_2O_3 + Fe \xrightarrow{\uparrow} 3FeO$ $Fe_2O_3 + Cu \xrightarrow{\uparrow} 2FeO + CuO$ $2Fe(OH)_3 \xrightarrow{\uparrow} Fe_2O_3 + 3H_2O$	<p>железная окалина Fe_3O_4 ($FeO \cdot Fe_2O_3$)</p> <p>+ кислота = соль+3 + соль+2 + вода</p> $Fe_3O_4 + 8HCl \rightarrow FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$ <p>+ кислота-ок-ль. = соль+3 + ...</p> $3Fe_3O_4 + 28HNO_3(разб.) \rightarrow 9Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 14H_2O$ <p>+ HI = соль+2 + иод + ...</p> $Fe_3O_4 + 8HI \rightarrow 3FeI_2 + I_2 \uparrow + 4H_2O$ $Fe_3O_4 + Fe \xrightarrow{\uparrow} 4FeO$ $2Fe_3O_4 \xrightarrow{\uparrow} 6FeO + O_2$ <p>окисление до +6</p> $Fe + KClO_3 + 2KOH \xrightarrow{\uparrow} K_2FeO_4 + KCl + H_2O$ $Fe_2O_3 + KBrO_3 + 4KOH \xrightarrow{\uparrow} 2K_2FeO_4 + KBr + H_2O$																					
<p>ЩЗМ + Mg</p> <p>магние- и кальциетермия</p> $V_2O_5 + 5Ca \xrightarrow{\uparrow} 5CaO + 2V$ $WO_3 + 3Mg \xrightarrow{\uparrow} 3MgO + W$ <p>бериллий и его соед. амфотерны</p> $Be + 2NaOH + 2H_2O \xrightarrow{\uparrow} Na_2[Be(OH)_4] + H_2 \uparrow$	<p>Al, Zn</p> $2Al + 6NaOH \xrightarrow{\uparrow} 2Na_3AlO_3 + 3H_2 \uparrow$ <p>орто-алюминат</p> $2Al + 6NaOH \xrightarrow{\uparrow} 2NaAlO_2 + 2Na_2O + 3H_2 \uparrow$ <p>мета-алюминат</p> $Zn + 2NaOH \xrightarrow{\uparrow} Na_2ZnO_2 + H_2 \uparrow$ $2Al + 2NaOH + 6H_2O \xrightarrow{\uparrow} 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2 \uparrow$ $Zn + 2NaOH + 2H_2O \xrightarrow{\uparrow} Na_2[Zn(OH)_4] + H_2 \uparrow$ $Cr_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\uparrow} Al_2O_3 + 2Cr$ $Fe_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\uparrow} Al_2O_3 + 2Fe$ <p>$2Al_2O_3 \xrightarrow{950^\circ C, \text{ криолит, эл.ток}} 4Al + 3O_2 \uparrow$</p>	<p>с кислотами-неокисл. — +2</p> $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$ $Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$ <p>с кислотами-окисл. — +3</p> $Fe + 4HNO_3(разб.) \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 2H_2O$ $Fe + 6HNO_3(конц.) \xrightarrow{\uparrow} Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 \uparrow + 3H_2O$ $2Fe + 6H_2SO_4(конц.) \xrightarrow{\uparrow} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 \uparrow + 6H_2O$ <p>Концентрированные азотная и серная кислоты пассивируют железо. Реакция идет только при нагревании.</p>	<p>разлагается при нагревании</p> $4CrO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2Cr_2O_3 + 3O_2 \uparrow$ <p>оксид хрома VI окисляет I₂, S, P, C</p> $CrO_3 + I_2 \xrightarrow{\uparrow} I_2O_5 + Cr_2O_3$ $4CrO_3 + 3S \xrightarrow{\uparrow} 3SO_2 + 2Cr_2O_3$ $10CrO_3 + 6P \xrightarrow{\uparrow} 3P_2O_5 + 5Cr_2O_3$ $4CrO_3 + 3C \xrightarrow{\uparrow} 3CO_2 + 2Cr_2O_3$ <p>хроматы/дихроматы</p> <p>разложение:</p> $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\uparrow} N_2 \uparrow + Cr_2O_3 + 4H_2O$ $4K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\uparrow} 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + O_2 \uparrow$ <p>хроматы в дихроматы — в кислой среде, а дихроматы в хроматы — в щелочной</p> $K_2Cr_2O_7 + 2KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$ $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$	<p>окисление до +6</p> $Cr + KClO_3 + 2KOH \xrightarrow{\uparrow} K_2CrO_4 + KCl + H_2O$ $Cr_2O_3 + KClO_3 + 4KOH \xrightarrow{\uparrow} 2K_2CrO_4 + KCl + 2H_2O$ $Cr_2O_3 + 3KNO_3 + 2Na_2CO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2Na_2CrO_4 + 3KNO_2 + 2CO_2 \uparrow$ $Cr_2O_3 + 3Cl_2 + 10KOH \xrightarrow{\uparrow} 2K_2CrO_4 + 6KCl + 5H_2O$ $2Cr(OH)_3 + 3H_2O_2 + 4KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + 8H_2O$ $2Cr(OH)_3 + 3KNO_3 + 4KOH \rightarrow 3KNO_2 + 2K_2CrO_4 + 5H_2O$ <p>медь</p> $Cu + F_2 \xrightarrow{\uparrow} CuF_2 \text{ (F - F, Cl, Br)}$ $2Cu + I_2 \xrightarrow{\uparrow} 2CuI$ $4Cu + O_2(нед.) \xrightarrow{\uparrow} 2Cu_2O$ $2Cu + O_2(изб.) \xrightarrow{\uparrow} 2CuO$ $CuO + Cu \xrightarrow{\uparrow} Cu_2O$ $2Cu + S(нед.) \xrightarrow{\uparrow} Cu_2S$ $Cu_2S + S \xrightarrow{\uparrow} 2CuS$ $Cu + S(изб.) \xrightarrow{\uparrow} CuS$ $CuS + Cu \xrightarrow{\uparrow} Cu_2S$	<p>коррозия</p> $2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow (CuOH)_2CO_3$ $Cu + N_2O \xrightarrow{\uparrow} CuO + N_2 \uparrow$ $2Cu + 2NO \xrightarrow{\uparrow} 2CuO + N_2 \uparrow$ $4Cu + 2NO_2 \xrightarrow{\uparrow} 4CuO + N_2 \uparrow$ $4Cu + SO_2 \xrightarrow{\uparrow} Cu_2S + 2CuO$ $2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\uparrow} 6Cu + SO_2 \uparrow$ <p>разложение оксидов</p> $Cu_2O \xrightarrow{\uparrow} CuO + Cu$ $4CuO \xrightarrow{\uparrow} 2Cu_2O + O_2$ <p>медь +1</p> $CuCl_2 + Cu \rightarrow 2CuCl$ $CuCl + 3HNO_3(к.) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 \uparrow + HCl + H_2O$																					
<p>овр с железом +3</p> <p>1. С иодоводородом и иодидами</p> $Fe^{+3} + I^- \rightarrow Fe^{+2} + I_2 \downarrow$ $Fe_2O_3 + 6HI \rightarrow 2FeI_2 + I_2 \uparrow + 3H_2O$ $Fe_2O_3 + 2KI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 \uparrow + 2FeSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$ $2Fe(OH)_3 + 6HI \rightarrow I_2 \uparrow + 2FeI_2 + 6H_2O$ $2FeCl_3 + 2KI \rightarrow 2FeCl_2 + 2KCl + I_2 \uparrow$ <p>Железо может остаться со своими ионами, а может поменять на иодиды</p> <p>2. Железо +3 способно окислять металлы, стоящие правее него в ряду активности.</p> $2FeCl_3 + Cu \rightarrow 2FeCl_2 + CuCl_2$ <p>3. С сульфидами и сероводородом</p> $Fe^{+3} + S^{2-} \rightarrow Fe^{+2} + S \downarrow$ $2FeCl_3 + 3Na_2S \rightarrow 2FeS \downarrow + S \downarrow + 6NaCl$ $2FeCl_3 + H_2S \rightarrow 2FeCl_2 + S \downarrow + 2HCl$	<p>4. С сульфатами и сернистым газом</p> $Fe^{+3} + SO_3^{2-} \rightarrow Fe^{+2} + SO_4^{2-}$ $2FeCl_3 + K_2SO_3 + H_2O \rightarrow 2FeCl_2 + K_2SO_4 + 2HCl$ $2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeCl_2 + H_2SO_4 + 2HCl$ <p>хром</p> $2Cr + 3F_2 \xrightarrow{\uparrow} 2CrF_3 \text{ (F - F, Cl, Br)}$ $Cr + I_2 \xrightarrow{\uparrow} CrI_2$ $4Cr + 3O_2 \xrightarrow{\uparrow} 2Cr_2O_3$ $Cr + S \xrightarrow{\uparrow} CrS \quad 2Cr + 3S \xrightarrow{\uparrow} Cr_2S_3$ $2Cr + 3H_2O \xrightarrow{\uparrow} Cr_2O_3 + 3H_2 \uparrow$ $2Cr + 6KOH(расплав) \xrightarrow{\uparrow} 2KCrO_2 + 2K_2O + 3H_2 \uparrow$ <p><i>с щелочью только в расплаве</i></p> <p>- хром взаимодействует с кислотами аналогично железу</p> <p>- оксид и гидроксид хрома +2 ведут себя так же, как и оксид/гидроксид железа +2</p>	$3CrO \xrightarrow{\uparrow} Cr + Cr_2O_3$ <p>оксид и гидроксид хрома +3 амфотерны</p> $Cr_2O_3 + Na_2O \xrightarrow{\uparrow} 2NaCrO_2$ $Cr_2O_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2NaCrO_2 + CO_2$ $Cr_2O_3 + 2KOH \xrightarrow{\uparrow} 2KCrO_2 + H_2O$ $Cr_2O_3 + 6KOH + 3H_2O \rightarrow 2K_3[Cr(OH)_6]$ $Cr(OH)_3 + NaOH \xrightarrow{\text{сплавление}} NaCrO_2 + 2H_2O$ $Cr(OH)_3 + 3NaOH \xrightarrow{\text{раствор}} Na_3[Cr(OH)_6]$ <p>оксид хрома +6 – кислотный</p> $K_2Cr_2O_7(тв.) + H_2SO_4(конц.) \rightarrow 2CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O$ <p>■ С водой:</p> $2CrO_3 + H_2O(нед.) \rightarrow H_2Cr_2O_7$ $CrO_3 + H_2O(изб.) \rightarrow H_2CrO_4$ <p>■ С щелочью:</p> $CrO_3 + 2KOH \rightarrow K_2CrO_4 + H_2O$ $2CrO_3(изб.) + 2KOH \rightarrow K_2Cr_2O_7 + H_2O$	<p>разлагается при нагревании</p> $4CrO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2Cr_2O_3 + 3O_2 \uparrow$ <p>оксид хрома VI окисляет I₂, S, P, C</p> $CrO_3 + I_2 \xrightarrow{\uparrow} I_2O_5 + Cr_2O_3$ $4CrO_3 + 3S \xrightarrow{\uparrow} 3SO_2 + 2Cr_2O_3$ $10CrO_3 + 6P \xrightarrow{\uparrow} 3P_2O_5 + 5Cr_2O_3$ $4CrO_3 + 3C \xrightarrow{\uparrow} 3CO_2 + 2Cr_2O_3$ <p>хроматы/дихроматы</p> <p>разложение:</p> $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\uparrow} N_2 \uparrow + Cr_2O_3 + 4H_2O$ $4K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\uparrow} 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + O_2 \uparrow$ <p>хроматы в дихроматы — в кислой среде, а дихроматы в хроматы — в щелочной</p> $K_2Cr_2O_7 + 2KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$ $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$	<p>окисление до +6</p> $Cr + KClO_3 + 2KOH \xrightarrow{\uparrow} K_2CrO_4 + KCl + H_2O$ $Cr_2O_3 + KClO_3 + 4KOH \xrightarrow{\uparrow} 2K_2CrO_4 + KCl + 2H_2O$ $Cr_2O_3 + 3KNO_3 + 2Na_2CO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2Na_2CrO_4 + 3KNO_2 + 2CO_2 \uparrow$ $Cr_2O_3 + 3Cl_2 + 10KOH \xrightarrow{\uparrow} 2K_2CrO_4 + 6KCl + 5H_2O$ $2Cr(OH)_3 + 3H_2O_2 + 4KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + 8H_2O$ $2Cr(OH)_3 + 3KNO_3 + 4KOH \rightarrow 3KNO_2 + 2K_2CrO_4 + 5H_2O$ <p>медь</p> $Cu + F_2 \xrightarrow{\uparrow} CuF_2 \text{ (F - F, Cl, Br)}$ $2Cu + I_2 \xrightarrow{\uparrow} 2CuI$ $4Cu + O_2(нед.) \xrightarrow{\uparrow} 2Cu_2O$ $2Cu + O_2(изб.) \xrightarrow{\uparrow} 2CuO$ $CuO + Cu \xrightarrow{\uparrow} Cu_2O$ $2Cu + S(нед.) \xrightarrow{\uparrow} Cu_2S$ $Cu_2S + S \xrightarrow{\uparrow} 2CuS$ $Cu + S(изб.) \xrightarrow{\uparrow} CuS$ $CuS + Cu \xrightarrow{\uparrow} Cu_2S$	<p>коррозия</p> $2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow (CuOH)_2CO_3$ $Cu + N_2O \xrightarrow{\uparrow} CuO + N_2 \uparrow$ $2Cu + 2NO \xrightarrow{\uparrow} 2CuO + N_2 \uparrow$ $4Cu + 2NO_2 \xrightarrow{\uparrow} 4CuO + N_2 \uparrow$ $4Cu + SO_2 \xrightarrow{\uparrow} Cu_2S + 2CuO$ $2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\uparrow} 6Cu + SO_2 \uparrow$ <p>разложение оксидов</p> $Cu_2O \xrightarrow{\uparrow} CuO + Cu$ $4CuO \xrightarrow{\uparrow} 2Cu_2O + O_2$ <p>медь +1</p> $CuCl_2 + Cu \rightarrow 2CuCl$ $CuCl + 3HNO_3(к.) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 \uparrow + HCl + H_2O$																					
<p>с бескислород. кислотами — соль+1 с кислородсод. кислотами — соль+2 + Cu с кислотами-окисл. — соль+2</p> $Cu_2O + 2HCl \rightarrow 2CuCl + H_2O$ $Cu_2O + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + Cu \downarrow + H_2O$ $Cu_2O + 3H_2SO_4(конц.) \rightarrow CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 3H_2O$ <p>медь +2</p> <p>Cu+2 с иодидами</p> $Cu^{+2} + I^- \rightarrow Cu^{+1} + I_2 \downarrow$ $2CuO + 4HI \xrightarrow{\uparrow} 2CuI + I_2 \uparrow + 2H_2O$ $2Cu(OH)_2 + 4HI \xrightarrow{\uparrow} 2CuI + I_2 \uparrow + 4H_2O$ $2CuSO_4 + 4KI \rightarrow 2CuI + 2K_2SO_4 + I_2 \uparrow$ <p>Медь +1 может перейти в иодид, а может остаться со своими ионами, если они бескислородные. Если кислородсод., то обязательно меняет на иодид</p>	<p>медь +2 с карбонатами (частичный гидролиз)</p> $2CuSO_4 + 2Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow (CuOH)_2CO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + 2Na_2SO_4$ <p>МАЛАХИТ:</p> $(CuOH)_2CO_3 \xrightarrow{\uparrow} 2CuO + CO_2 \uparrow + H_2O$ $(CuOH)_2CO_3 + 4HCl \rightarrow 2CuCl_2 + CO_2 \uparrow + 3H_2O$ <p>аммиачные комплексы у меди +1 — 2 аммиака у меди +2 — 4 аммиака</p> $Cu_2O + 4NH_3 + H_2O \rightarrow 2[Cu(NH_3)_2]OH$ $CuCl + 2NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_2]Cl$ $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$ $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$ <p>серебро</p> <p>аммиачные комплексы (2 аммиака)</p> $Ag_2O + 4NH_3 + H_2O \rightarrow 2[Ag(NH_3)_2]OH$ $AgCl + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$	<p>серебро +1 с щелочами</p> $2AgNO_3 + 2NaOH \rightarrow Ag_2O \downarrow + 2NaNO_3 + H_2O$ <p>хлорид, бромид, иодид - разлагаются</p> $2AgCl \xrightarrow{hv} 2Ag + Cl_2$ <p>осадки</p> $Ag^+ + SO_4^{2-} \rightarrow Ag_2SO_4 \downarrow \text{ — белый осадок}$ $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow \text{ — белый осадок}$ $Ag^+ + Br^- \rightarrow AgBr \downarrow \text{ — бледно-жёлтый осадок}$ $Ag^+ + I^- \rightarrow AgI \downarrow \text{ — жёлтый осадок}$ $3Ag^+ + PO_4^{3-} \rightarrow Ag_3PO_4 \downarrow \text{ — жёлтый осадок}$ $2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow \text{ — красный осадок}$ <p>марганец</p> <p>марганец +4 амфотерен</p> $MnO_2 + 2KOH \xrightarrow{\uparrow} K_2MnO_3 + H_2O$ $MnO_2 + H_2SO_4 \xrightarrow{\uparrow} MnSO_4 + O_2 + H_2O$ <p>Mn(OH)2 + H2O2 → MnO2 + 2H2O</p>	<p>оксид марганца +7</p> $2KMnO_4(тв.) + H_2SO_4(конц.) \rightarrow Mn_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$ $2Mn_2O_7 \rightarrow 4MnO_2 + 3O_2 \uparrow$ <p>марганцовистая кислота и манганаты</p> $3H_2MnO_4 \rightarrow MnO_2 \downarrow + 2HMnO_4 + 2H_2O$ $3K_2MnO_4 + 2H_2O \rightarrow 2KMnO_4 + MnO_2 \downarrow + 4KOH$ $2K_2MnO_4 + Cl_2 \rightarrow 2KMnO_4 + 2KCl$ <p>марганцевая кислота и перманганаты</p> $4HMnO_4 \rightarrow 4MnO_2 + 3O_2 \uparrow + 2H_2O$ $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 \downarrow + O_2 \uparrow$ <p>гидролиз бинарных соединений</p> <p>ВАЖНО! Гидролиз бинарных соединений протекает без изменения СО.</p> <p>кроме гидридов: $KH + H_2O \rightarrow KOH + H_2$</p> <p>мет.немет. = гидроксид/соль металла + ЛВС</p> $Na_3N + 3H_2O \rightarrow 3NaOH + NH_3$ $Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S$	$Ca_3P_2 + 6HCl \rightarrow 3CaCl_2 + 2PH_3$ <p>бинарные соединения амфотерных металлов можно гидролизовать щелочами</p> $Zn_3P_2 + 6NaOH + 6H_2O \rightarrow 3Na_2[Zn(OH)_4] + 2PH_3$ <p>карбиды</p> <p>• ЩМ, ЩЗМ и магния = ацетилен</p> $Na_2C_2 + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + C_2H_2$ $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ $MgC_2 + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + C_2H_2$ <p>• остальных металлов = метан</p> $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$ <p>внимание на кислотный г-з нитридов</p> $Na_3N + 4HCl \rightarrow 3NaCl + NH_4Cl$ <p>немет.немет. = кислород. к-та + бескисл. к-та</p> $PCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$ $PBr_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HBr$ $SiCl_4 + 3H_2O \rightarrow H_2SiO_3 + 4HCl$ $PCl_3 + 5NaOH(изб.) \rightarrow Na_2HPO_3 + 3NaCl + 2H_2O$ $PBr_5 + 8NaOH(изб.) \rightarrow Na_3PO_4 + 5NaBr + 4H_2O$ $SiCl_4 + 6NaOH(изб.) \rightarrow Na_2SiO_3 + 4NaCl + 3H_2O$	<p>овр с двумя восстановителями</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CuI</th> <th>FeI₂</th> <th>+ HNO₃ (конц.)</th> </tr> <tr> <th>Cu₂S</th> <th>FeS</th> <th>+ H₂SO₄ (конц.)</th> </tr> <tr> <th>Cu₂S</th> <th>FeS₂</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$2CuI + 8HNO_3 \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + I_2 + 4NO_2 + 4H_2O$</td> <td>$Cu_2S + 14HNO_3 \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 10NO_2 + 6H_2O$</td> <td>$FeI_2 + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + I_2 + 3NO_2 + 3H_2O$</td> </tr> <tr> <td>$FeS + 12HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 9NO_2 + H_2SO_4 + 5H_2O$</td> <td>$FeS_2 + 18HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 15NO_2 + 2H_2SO_4 + 7H_2O$</td> <td>$2CuI + 4H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + I_2 + 2SO_2 + 4H_2O$</td> </tr> <tr> <td>$Cu_2S + 6H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + 5SO_2 + 6H_2O$</td> <td>$2FeI_2 + 6H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2I_2 + 3SO_2 + 6H_2O$</td> <td>$2FeS + 10H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 9SO_2 + 10H_2O$</td> </tr> <tr> <td>$2FeS_2 + 14H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 15SO_2 + 14H_2O$</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CuI	FeI ₂	+ HNO ₃ (конц.)	Cu ₂ S	FeS	+ H ₂ SO ₄ (конц.)	Cu ₂ S	FeS ₂		$2CuI + 8HNO_3 \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + I_2 + 4NO_2 + 4H_2O$	$Cu_2S + 14HNO_3 \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 10NO_2 + 6H_2O$	$FeI_2 + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + I_2 + 3NO_2 + 3H_2O$	$FeS + 12HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 9NO_2 + H_2SO_4 + 5H_2O$	$FeS_2 + 18HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 15NO_2 + 2H_2SO_4 + 7H_2O$	$2CuI + 4H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + I_2 + 2SO_2 + 4H_2O$	$Cu_2S + 6H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + 5SO_2 + 6H_2O$	$2FeI_2 + 6H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2I_2 + 3SO_2 + 6H_2O$	$2FeS + 10H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 9SO_2 + 10H_2O$	$2FeS_2 + 14H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 15SO_2 + 14H_2O$		
CuI	FeI ₂	+ HNO ₃ (конц.)																								
Cu ₂ S	FeS	+ H ₂ SO ₄ (конц.)																								
Cu ₂ S	FeS ₂																									
$2CuI + 8HNO_3 \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + I_2 + 4NO_2 + 4H_2O$	$Cu_2S + 14HNO_3 \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 10NO_2 + 6H_2O$	$FeI_2 + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + I_2 + 3NO_2 + 3H_2O$																								
$FeS + 12HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 9NO_2 + H_2SO_4 + 5H_2O$	$FeS_2 + 18HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 15NO_2 + 2H_2SO_4 + 7H_2O$	$2CuI + 4H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + I_2 + 2SO_2 + 4H_2O$																								
$Cu_2S + 6H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + 5SO_2 + 6H_2O$	$2FeI_2 + 6H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2I_2 + 3SO_2 + 6H_2O$	$2FeS + 10H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 9SO_2 + 10H_2O$																								
$2FeS_2 + 14H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 15SO_2 + 14H_2O$																										

ОРГАНИКА

Физические свойства

Углеводороды:
до 4 углеродов - газы
от 5 углеродов - жидкости
от 16-17 углеродов - твердые

Галогенпроизводные: жидкости
(но хлорметан, винилхлорид - газы)

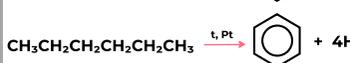
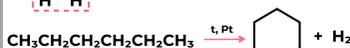
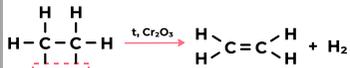
Кислородсодержащие: жидкости
от 10-12 углеродов - твердые
(но формальдегид - газ,
фенолы - твердые)

Азотсодержащие: жидкости
(но метиламин, диметиламин,
триметиламин - газы)

важное

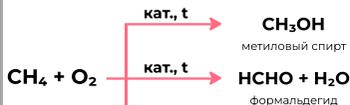
1. гидрирование (гидрогенизация) +H₂
дегидрирование -H₂
2. гидратация +H₂O
дегидратация -H₂O

- дегидрирование/ароматизация

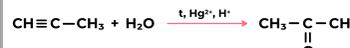
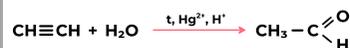


3. окисление

- только каталитическое окисление



- гидратация (вода)
ацетилен до альдегида
остальные до кетонов



2. полимеризация

- димеризация



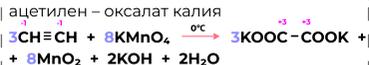
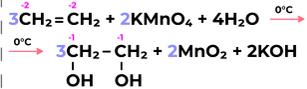
- тримеризация



окисление перманганатом/дихроматом

1. кратные связи (двойные и тройные)

- **мягкое окисление**
двойные связи - в гликоли



- жесткое окисление

ПРОДУКТ ОКИСЛЕНИЯ
В РАЗНЫХ СРЕДАХ

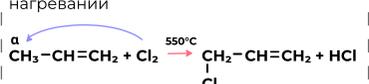
Положение	Кислая среда	Нейтральная/щелочная
CH_2 - первичный	CO_2	K_2CO_3
$\text{R}-\text{CH}=\text{CH}-$ вторичный	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}^-\text{Me}^+$
$\text{R}-\text{C}=\text{C}-$ третичный	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}$	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}$

алкены

1. присоединение
- галогенирование при н.у. (хлор, бром, иод, хлорная и бромная вода)
- гидрирование (водород)
- гидрогалогенирование (HCl, HBr, HI)
- гидратация (вода)

2. замещение

- хлор/бром по альфа-атому при нагревании



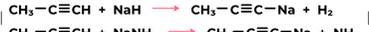
3. окисление
- перманганатом/дихроматом
- каталитическое окисление

этилен до альдегида
остальные до кетонов

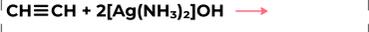


3. кислотные свойства

- с ЩМ

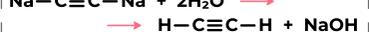
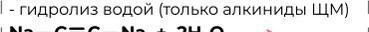


- с гидридами и амидами

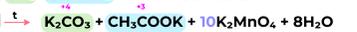
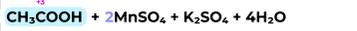
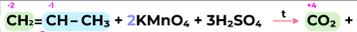
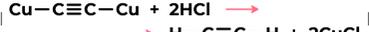


3.2. свойства алкинидов

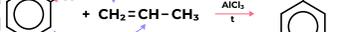
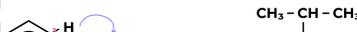
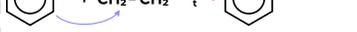
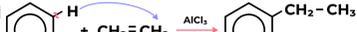
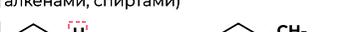
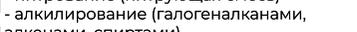
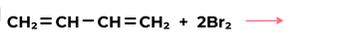
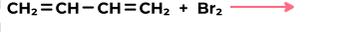
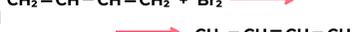
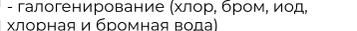
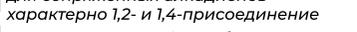
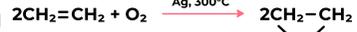
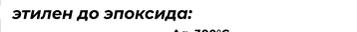
алкиниды не соли!
- гидролиз водой (только алкиниды ЩМ)



- алкилирование



2. гомологи бензола



- алкоголаты необратимо реагируют с водой:

$$C_2H_5ONa + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + NaOH$$

- с органическими и неорганическими кислотами (этерификация)

$$CH_3-C(=O)OH + HOC_2H_5 \xrightleftharpoons[t]{H_2SO_4(кат)} CH_3-C(=O)O-C_2H_5 + H_2O$$

$$C_2H_5OH + HO-NO_2 \rightleftharpoons C_2H_5-O-NO_2 + H_2O$$

2. по OH-группе

- с газообразными галогенводородами
- с газообразными аммиаком и аминами
- с альдегидами и кетонами
- с $PCl_5, PCl_3, SOCl_2$

$$3C_2H_5-OH + PCl_3 \rightarrow 3C_2H_5Cl + H_3PO_3$$

$$C_2H_5-OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

$$C_2H_5-OH + SOCl_2 \rightarrow C_2H_5Cl + SO_2 + HCl$$

- с другими спиртами (межмолекулярная дегидратация — меньше 140°)

- внутримолекулярная дегидратация (Выше 140°)

$$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow[180^\circ C]{H_2SO_4(кат)} CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O$$

окисление (первичные - в альдегиды, вторичные - в кетоны)

$$CH_3-CH_2-CH_2-OH + CuO \xrightarrow{t} CH_3-CH_2-C(=O)H + Cu + H_2O$$

$$CH_3-CH(OH)-CH_3 + CuO \xrightarrow{t} CH_3-C(=O)-CH_3 + Cu + H_2O$$

- каталитическое дегидрирование

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{Cu, t} CH_3-C(=O)H + H_2$$

$$CH_3-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow{Cu, t} CH_3-C(=O)-CH_3 + H_2$$

- каталитическое окисление кислородом (в присутствии Cu или Ag)

$$2CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow{Ag, t} 2CH_3-C(=O)H + 2H_2O$$

$$2CH_3-CH(OH)-CH_3 + O_2 \xrightarrow{Ag, t} 2CH_3-C(=O)-CH_3 + 2H_2O$$

- с перманганатом и дихроматом

- метанол окислится до CO_2 !!
- первичные - до альдегидов или кислот
- вторичные - до кетонов
- третичные только перманганатом в жестких условиях

Только многоатомные

- со свежесажженным гидроксидом меди(II)

при этом происходит растворение осадка и образование темно-синего раствора комплексного соединения меди 2+ и многоатомного спирта

это качественная реакция на гликоли (на 2 OH-группы у соседних углеродов)

$$CH_2-CH_2 \xrightarrow{H_2SO_4(кат)} CH_2=C=O + H_2O$$

$$CH_2-CH(OH)-CH_2 \xrightarrow{H_2SO_4(кат)} CH_2=CH-C(=O)H + 2H_2O$$

акролеин

$$CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \xrightarrow{H_2SO_4(кат)} CH_2=CH-CH_2-CH_2 + H_2O$$

бутен-3-ол-1

Фенолы

1. кислотные свойства

- с ШМ и ЩЗМ
- с щелочами
- с карбонатами до гидрокарбонатов

$$C_6H_5OH + Na_2CO_3 \rightarrow C_6H_5ONa + NaHCO_3$$

2. замещение

- галогенирование при н.у. (хлор, бром, хлорная и бромная вода)
- замещается сразу в три положения

$$C_6H_5OH + 3Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3OH + 3HBr$$

- нитрование
- можно заместить в орто- или пара-положение, а можно сразу в три
- поликонденсация с формальдегидом
- получение фенол-формальдегидной смолы

3. присоединение

- гидрирование

4. качественные реакции

- обесцвечивание перманганата калия
- с бромной водой (обесцвечивание + белый осадок)
- $FeCl_3$ (фиолетовое окрашивание)

альдегиды

1. присоединение

- гидратация (обратима)
- со спиртам (до полуацеталей и ацеталей)
- с гидросульфитом, с циановодородом
- гидрирование (до первичных спиртов)

2. окисление

- формальдегид - до CO_2
- остальные - до кислот
- с бромной и хлорной водой

$$CH_3-C(=O)H + Br_2 + H_2O \rightarrow CH_3-C(=O)OH + 2HBr$$

2. декарбосилирование

$$CH_3-C(=O)ONa + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + CH_4$$

3. пиролиз (разложение) солей Ca, Sr, Ba

$$(RCOO)_2Ca \xrightarrow{t} CaCO_3 + R-C(=O)-R$$

4. пиролиз солей Ca, Sr, Ba дикарбоновых кислот

$$H_2C-CH_2-C(=O)O-Ca^{2+} \xrightarrow{t} CaCO_3 + \text{циклопропанон}$$

5. алкилирование галогеналканами

$$CH_3-C(=O)ONa + CH_3Cl \rightarrow NaCl + CH_3-C(=O)O-CH_3$$

- с гидроксидом диаминсеребра ($Ag_2O, NH_3(p-p)$)

$$CH_3-C(=O)H + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{t} CH_3-C(=O)ONH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$$

- со свежесажженным гидроксидом меди(II) при t

$$CH_3-C(=O)H + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CH_3-C(=O)OH + Cu_2O + 2H_2O$$

- с перманганатами/дихроматами

3. полимеризация (формальдегид, ацетальдегид)

4. поликонденсация формальдегида с фенолом

получение фенол-формальдегидной смолы

кетоны

1. присоединение

- со спиртам
- с гидросульфитом, с циановодородом
- гидрирование (до вторичных спиртов)

2. окисление

только в очень жестких условиях (кипячение под давлением)

- с перманганатами/дихроматами

карбоновые кислоты

1. кислотные свойства

- кислотная окраска индикаторов
- с металлами
- с основными и амфотерными оксидами и гидроксидами
- обмен с солями

2. реакции по связи C—O

- этерификация (со спиртами)
- с $PCl_5, PCl_3, SOCl_2$ подобно спиртам (по OH-группе)

3. замещение

- галогенирование (хлор, бром) по альфа-атому в присутствии красного фосфора

муравьиная кислота

муравьиная кислота проявляет свойства альдегидов

- с бромной, хлорной водой

$$HCOOH + Br_2 \xrightarrow{t} CO_2 + 2HBr$$

- с гидроксидом диаминсеребра ($Ag_2O, NH_3(p-p)$)

$$HCOOH + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{t} (NH_4)_2CO_3 + 2Ag \downarrow + 2NH_3 + H_2O$$

- со свежесажженным гидроксидом меди(II) при t

$$HCOOH + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CO_2 + Cu_2O \downarrow + 3H_2O$$

- с перманганатами/дихроматами

$$5HCOOH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

- с конц. серной кислотой

$$HCOOH \xrightarrow{t, H_2SO_4(конц)} CO + H_2O$$

$$2HCOONa + H_2SO_4(кат) \rightarrow Na_2SO_4 + 2CO + 2H_2O$$

непредельные кислоты

1. все свойства кислот

2. реакции непредельных соединений

- гидрирование
- галогенирование (обесцвечивание бромной воды)
- гидрогалогенирование против правила Марковникова! (реакции с акриловой)
- окисление перманганатом/дихроматом
- полимеризация

ароматические кислоты

1. все свойства кислот

2. разложение бензойной кислоты

$$C_6H_5COOH \xrightarrow{t, kat} C_6H_6 + CO_2$$

3. реакции по бензольному кольцу

$$C_6H_5COOH + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_4(NO_2)COOH + H_2O$$

соли карбоновых кислот

1. электролиз растворов солей

при этом карбоксильная группа переходит в CO_2 , а радикал удваивается по той связи, которой был связан с карбоксильной группой.

$$(C_2H_5COO)_2Ca + 2H_2O \rightarrow H_2 + Ca(OH)_2 + 2CO_2 + C_2H_5-C_2H_5$$

6. формиаты и оксалаты с конц. серной кислотой

$$2HCOONa + H_2SO_4(кат) \rightarrow Na_2SO_4 + 2CO + 2H_2O$$

$$KOOC-COOK + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + CO + CO_2 + H_2O$$

7. разложение формиатов

$$2HCOONa \xrightarrow{t} NaOOC-COONa + H_2 \uparrow$$

сложные эфиры

1. гидролиз

- кислотный (обратим)
- щелочной (необратим)

$$CH_3-C(=O)O-C_2H_5 + NaOH \rightarrow CH_3-C(=O)ONa + C_2H_5OH$$

щелочной гидролиз эфиров фенола приводит к образованию двух солей:

$$CH_3-C(=O)OC_6H_5 + 2NaOH \rightarrow CH_3-C(=O)ONa + C_6H_5ONa + H_2O$$

сложные эфиры муравьиной кислоты

- реакции альдегидов (бромная вода, серебряное зеркало, гидроксид меди(II) при t, перманганат калия)

непредельные сложные эфиры

- реакции непредельных соединений (гидрирование, галогенирование, обесцвечивание бромной воды, полимеризация)

жиры

- сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот
- животные (твёрдые) — предельные
- растительные (жидкие) — непредельные

1. гидролиз

- кислотный (обратим)
- щелочной/омыление (необратим)

2. непредельные жиры (растительные)

все свойства непредельных соединений

- гидрирование
- галогенирование (обесцвечивание бромной воды)
- окисление перманганатом/дихроматом
- полимеризация

углеводы

моносахариды (нет гидролиза)

глюкоза
фруктоза
галактоза
рибоза
дезоксиррибоза

дисахариды (гидролизуются)

мальтоза
сахароза
лактоза

полисахариды (гидролизуются)

крахмал (амилоза, амилопектин)
целлюлоза
гликоген
хитин

все углеводы

1. обугливаются конц. серной кислотой

2. этерификация с карбоновыми и неорганическими кислотами

3. простые эфиры со спиртами

альдозы (глюкоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза, мальтоза, лактоза)

1. свойства альдегидов

- гидрирование
- бромная вода
- с гидроксидом диаминсеребра ($Ag_2O, NH_3(p-p)$)
- со свежесажженным гидроксидом меди(II) при t
- с перманганатами/дихроматами

2. свойства многоатомных спиртов

- со свежесажженным гидроксидом меди(II)

кетозы (фруктоза)

1. свойства кетонов

- гидрирование

2. свойства многоатомных спиртов

полисахариды

1. целлюлоза образует простые и сложные эфиры, вступает в реакции этерификации

2. целлюлозу подвергают пиролизу

3. крахмал дает сине-фиолетовое окрашивание с иодом

амины

1. основные свойства

- с водой (обратимо)
- с кислотами

$$CH_3NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3NH_3HSO_4$$

$$2CH_3NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow (CH_3NH_3)_2SO_4$$

$$2CH_3NH_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow (CH_3NH_3)_2CO_3$$

$$CH_3NH_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow CH_3NH_3HCO_3$$

$$C_4H_9NH_2 + HCl \rightarrow C_4H_9NH_3Cl$$

- с растворами солей

$$FeCl_3 + 3CH_3NH_2 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3CH_3NH_3^+Cl^-$$

2. соли аминов

- с щелочами

$$[CH_3-NH_3]Cl + KOH \rightarrow KCl + CH_3NH_2 + H_2O$$

- реакции ионного обмена с солями и кислотами

$$[CH_3-NH_3]Br + AgNO_3 \rightarrow AgBr \downarrow + [CH_3NH_3]NO_3$$

3. с азотистой кислотой

первичные — в спирты + азот

$$R-NH_2 + HNO_2 \rightarrow R-OH + N_2 + H_2O$$

$$CH_3-NH_2 + KNO_2 + HCl \rightarrow KCl + CH_3-OH + N_2 + H_2O$$

вторичные — желтое окрашивание

4. получение

- восстановление нитросоединений водородом

$$R-NO_2 + 3H_2 \xrightarrow{Ni} R-NH_2 + 2H_2O$$

2. свойства кетонов

- гидрирование

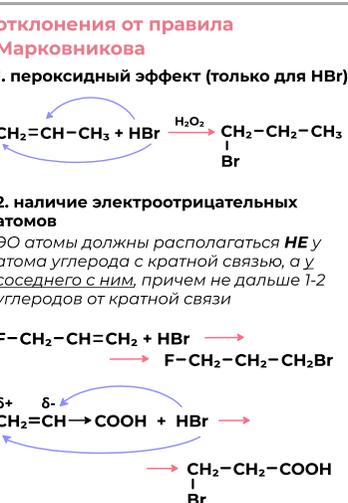
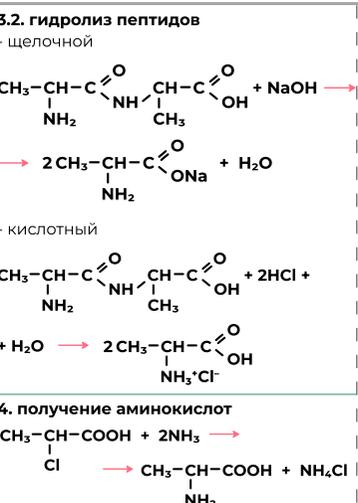
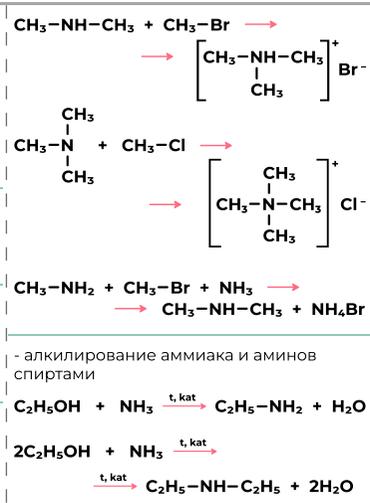
- металлами Fe, Al, Zn, Mg, Sn в кислоте
 $CH_3-NO_2 + 3Fe + 7HCl \rightarrow 3FeCl_2 + [CH_3-NH_3]Cl + 2H_2O$

- металлами Al, Zn в щелочи
 $CH_3-NO_2 + 2Al + 2NaOH + 4H_2O \rightarrow CH_3-NH_2 + 2Na[Al(OH)_4]$

- сульфидом аммония
 $CH_3-NO_2 + 3(NH_4)_2S \rightarrow CH_3-NH_2 + 3S \downarrow + 6NH_3 + 2H_2O$

- алкилирование аммиака галогеналканами
 $CH_3-Cl + NH_3 \rightarrow [CH_3NH_3]Cl$
 $CH_3-Cl + 2NH_3 \rightarrow CH_3-NH_2 + NH_4Cl$

- алкилирование аминов галогеналканами
 $CH_3-NH_2 + CH_3-Br \rightarrow [CH_3-NH_2-CH_3]^+ Br^-$



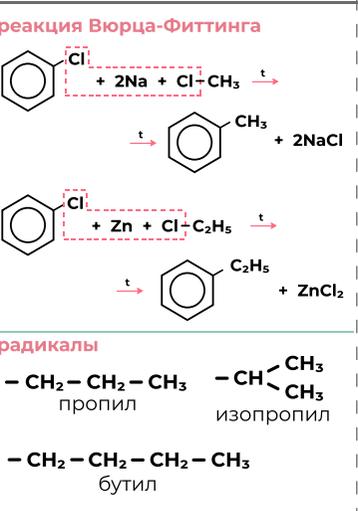
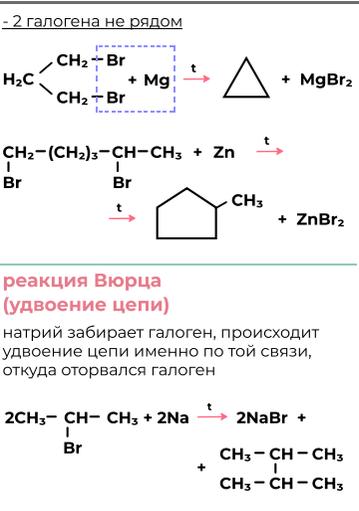
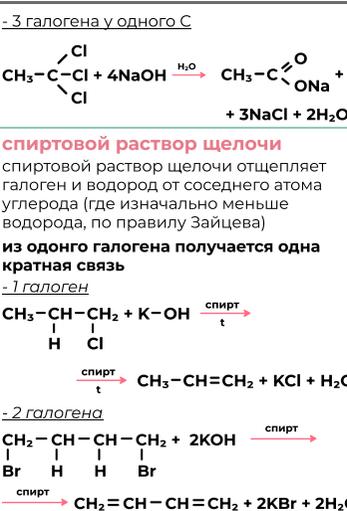
ориентанты
 орто-/пара-
 -R -Hal -OH -NH₂ -NHR -NR₂ -OR

мета-:
 -NO₂ -SO₃H -CHO -COOH -COOR -CCl₃ -CN -NH₃⁺Cl

водный раствор щелочи
 - 1 галоген у одного C
 $C_2H_5Cl + NaOH \xrightarrow{H_2O} NaCl + C_2H_5OH$

- 2 галогена у одного C
 $CH_3-CHCl_2 + 2NaOH \xrightarrow{H_2O} CH_3-C(=O)H + 2NaCl + H_2O$

$CH_3-CCl_2-CH_3 + 2NaOH \xrightarrow{H_2O} CH_3-C(=O)CH_3 + 2NaCl + H_2O$



межклассовые изомеры

C_nH_{2n+2} алканы — нет

C_nH_{2n} алкены — циклоалканы

C_nH_{2n-2} диены — алкины — циклоалкены

$C_nH_{2n+2}O_m$ спирты — простые эфиры

$C_nH_{2n-6}O_m$ фенолы — ароматические спирты

$C_nH_{2n}O$ альдегиды — кетоны (и циклические и неперелые эфиры)

$C_nH_{2n}O_2$ кислоты — сложные эфиры

$C_nH_{2n+3}N$ амины — нет

$C_nH_{2n+1}NO_2$ аминокислоты — нитросоед.

ПОЛИМЕРЫ
Полимеризация

Полимер	Мономер
$\{CH_2-CH_2\}_n$ полиэтилен	$CH_2=CH_2$ этилен
$\{CH_2-CH(CH_3)\}_n$ полипропилен	$CH_2=CH-CH_3$ пропен
$\{CH_2-CH(Cl)\}_n$ поливинилхлорид (ПВХ)	$CH_2=CH-Cl$ винилхлорид (хлорвинил)
$\{CF_2-CF_2\}_n$ политетрафторэтилен (тефлон)	$CF_2=CF_2$ тетрафторэтилен
$\{CH_2-CH(C_6H_5)\}_n$ полистирол	$CH_2=CH-C_6H_5$ стирол

$\{CH_2-CH(CN)\}_n$ полиакрилонитрил (ПАН)	$CH_2=CH-CN$ акрилонитрил
$\{CH_2-CH(COOCH_3)\}_n$ полиметилметакрилат (плексиглас, органическое стекло)	$CH_2=C(COOCH_3)-CH_3$ метилметакрилат (метилловый эфир метакриловой кислоты)
$\{CH_2-CH(O-CO-CH_3)\}_n$ поливинилацетат (ПВА)	$CH_2=CH-O-CO-CH_3$ винилацетат

Каучуки

Полимер	Мономер
$\{CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2\}_n$ изопреновый каучук (натуральный)	$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ изопрен
$\{CH_2-CH=CH-CH_2\}_n$ бутадиеновый каучук	$CH_2=CH-CH=CH_2$ дивинил (бутадиен-1,3)
$\{CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2\}_n$ хлоропреновый каучук	$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ хлоропрен
$\{CH_2-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_2\}_n$ бутадиен-стирольный каучук	$CH_2=CH-CH=CH_2$ бутадиен и стирол

Поликонденсация

Полимер	Мономер
$\{O-(CH_2)_2-O-CO-C_6H_4-CO\}_n$ фенол-формальдегидная смола	фенол и формальдегид
$\{O-(CH_2)_2-O-CO-C_6H_4-CO\}_n$ лавсан (полиэтилентерефталат, ПЭТ)	терефталевая кислота и этиленгликоль
$\{NH-(CH_2)_5-CO\}_n$ капрон (полиамид-6)	6-аминокапроновая кислота капролактам
$\{NH-(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-CO\}_n$ наилон (полиамид-6,6)	1,6-диаминогексан и адипиновая кислота
$\dots-NH-CH(R)-CO-NH-CH(R')-CO\dots$ белок	α -аминокислоты

$[C_6H_{10}O_5]_n$ крахмал	глюкоза
$[C_6H_{10}O_5]_n$ целлюлоза	глюкоза
ПРОИЗВОДНЫЕ:	
$[C_6H_7O_2]_n$ тринитрат целлюлозы (пироксилин)	Получают нитрованием целлюлозы
$[C_6H_7O_2]_n$ триацетат целлюлозы	Получают этерификацией целлюлозы с уксусной кислотой или уксусным ангидридом

Волокна
 1. Синтетические
 • лавсан
 • найлон
 • капрон

2. Искусственные
 • ацетатное волокно
 • вискоза
 • целлулоид

3. Природные

Происхождение	Примеры
растительные • хлопок • лен • пенька	минеральные • стекловолкно • асбест
животные • шерсть • шелк	
ПРИРОДНЫЕ	полисахариды, белки, ДНК, РНК, природный каучук, минеральные алмаз, графит, кварц, асбест
ИСКУССТВЕННЫЕ	{ацетатное волокно, ацетатный шелк, целлулоид, вискоза}
СИНТЕТИЧЕСКИЕ	{лавсан, капрон, найлон и прочие полимеры}

ПОЛУЧЕНИЕ	
Установка/аппарат	Процессы
получение серной кислоты	
Печь для обжига	обжиг серосодержащих руд (чаще всего пирита)
Аппарат «Циклон»	очистка печного газа от крупных частиц
Электрофильтр	очистка печного газа от мелких частиц пыли
Сушильная башня	осушение печного газа от примеси паров воды
Теплообменник	нагревание и охлаждение реакционной смеси
Контактный аппарат	окисление оксида серы(IV) $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$
Поглотительная башня	поглощение SO_3 $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (образуется олеум)
получение аммиака или метанола	
Компрессор	сжатие газовой смеси, нагнетание давления
Колонна синтеза	синтез аммиака или метанола

ПОЛУЧЕНИЕ	
Сепаратор	разделение газовой смеси
Циркуляционный процессор	осуществления циркуляции газовой смеси
другое	
Электролизер	электролиз растворов и расплавов
Печь для коксования	коксование угля
Электропечь	восстановление апатитов (белый фосфор)
Доменная печь	выплавка чугуна
Мартеновская печь	переработка чугуна в сталь
Кислородный конвертер	
органика	
Ректификационная колонна	ректификация/перегонка/ фракционирование нефти
Установка для крекинга	крекинг нефтепродуктов (алканов)

МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ	
Вещество	Способ промышленной переработки
нефть	ректификация/перегонка/ фракционирование
тяжелые нефтяные фракции (мазут, масляная фракция)	1. вакуумная перегонка (вакуумная ректификация) 2. крекинг
бензин	риформинг (ароматизация)
метан	пиролиз (получение сажи или ацетилена)
тяжелые алканы	крекинг (термический или каталитический)
уголь	коксование
древесина	пиролиз (получение древесного угля)
целлюлоза	1. гидролиз (получение глюкозы) 2. обработка уксусной кислотой (получение волокон); азотной кислотой (взрывчатые вещества) 3. брожение

крахмал	гидролиз (получение глюкозы)
жиры	1. Омыление (щелочной гидролиз) 2. Гидролиз (получение глицерина)
жиры жидкие (растительные)	гидрогенизация (гидрирование), получение маргарина
пирит и прочие сульфиды	обжиг
галит (хлорид натрия)	электролиз
оксид алюминия	электролиз в расплаве криолита (получение алюминия)
апатиты, фосфориты	восстановление коксом

смесь	способы разделения
две несмешивающихся жидкости	отстаивание делительная воронка
растворимое тв. вещ-во с нерастворимым	с помощью воды (экстракция)
железо с чем-либо	магнит (магнитная сепарация)
сера с чем-либо	с помощью воды (флотация)
иод с чем-либо	возгонка
жидкая неоднородная смесь нескольких веществ (напр. кровь)	центрифугирование

РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСЕЙ	
смесь	способы разделения
неоднородные	
раствор с осадком (твердое с жидким)	фильтрование отстаивание декантация

однородные	
две смешивающихся жидкости	перегонка (дистилляция, фракционирование, ректификация)
смесь двух газов	фракционная перегонка (фракционирование)
раствор твёрдого вещества	выпаривание охлаждение раствора (кристаллизация)
раствор нескольких веществ (напр., хлорофилл)	хроматография

ТРИВИАЛКИ
Неорганика
 селитры - **нитраты**
 купоросы - **сульфаты**
 галит - **NaCl**
 каустическая сода - **NaOH**
 пищевая (питьевая) сода - **NaHCO₃**
 кальцинированная сода - **Na₂CO₃**
 поташ - **K₂CO₃**
 негашеная известь - **CaO**
 гашеная известь - **Ca(OH)₂**
 известковая вода - **p-p Ca(OH)₂**
 известняк, мрамор, мел - **CaCO₃**
 цинковые белила - **ZnO**
 цинковая обманка - **Zns**
 корунд, бокситы - **Al₂O₃**
 железная окалина - **Fe₃O₄**
 пирит - **FeS₂**
 куприт - **Cu₂O**
 малахит - **(CuOH)₂CO₃**
 хлорная известь - **CaOCl₂ / Ca(ClO)Cl**
 плавиковая кислота - **HF**
 сернистый газ - **SO₂**

серный ангидрид - **SO₃**
 веселящий газ - **N₂O**
 бурый газ (лисий хвост) - **NO₂**
 фосфин - **PH₃**
 апатиты, фосфориты - **Ca₃(PO₄)₂**
 фосфорный ангидрид - **P₂O₅**
 угарный газ - **CO**
 карборунд - **SiC**
 силан - **SiH₄**

Органика

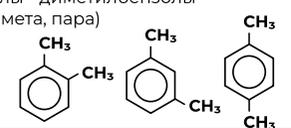
изопрен
 $CH_2=C-CH=CH_2$
 CH_3

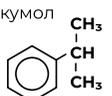
дивинил
 $CH_2=CH-CH=CH_2$

хлоропрен
 $CH_2=C-CH=CH_2$
 Cl

винилацетилен
 $CH_2=CH-C\equiv CH$

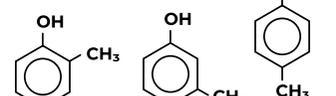
ксилолы - диметилбензолы (орто, мета, пара)



кумол


карболовая кислота (фенол)

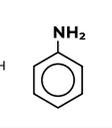

крезолы - метилфенолы (орто, мета, пара)



этиленгликоль
 CH_2-CH_2
 $OH OH$

пропиленгликоль
 $CH_3-CH-CH_2$
 $OH OH$

глицерин
 $CH_2-CH-CH_2$
 $OH OH OH$

анилин


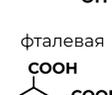
сорбит
 CH_2-OH
 $CH-OH$
 $CH-OH$
 $CH-OH$
 $CH-OH$
 CH_2-OH

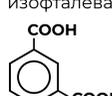
щавелевая (оксалат, этандиоат)
HOOC-COOH

адипиновая (адипинат, гександиоат)
HOOC-(CH₂)₄-COOH

молочная
 $CH_3-CH-C(=O)OH$
 OH

бензойная


фталевая


изофталевая


терефталевая

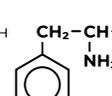

пальмитиновая **C₁₅H₃₁COOH**
 стеариновая **C₁₇H₃₅COOH**
 олеиновая **C₁₇H₃₃COOH**
 линолевая **C₁₇H₃₁COOH**
 линоленовая **C₁₇H₂₉COOH**

акриловая
 $CH_2=CH-COOH$

метакриловая
 $CH_2=C-COOH$
 CH_3

глицин
 H_2N-CH_2-COOH

аланин
 $CH_3-CH-COOH$
 NH_2

фенилаланин


серин
 $CH_2-CH-COOH$
 $OH NH_2$

цистеин
 $CH_2-CH-COOH$
 $SH NH_2$