

## Химические свойства алканов

Типы реакций	Уравнения реакций
<i>Замещение атомов водорода. Протекает по радикальному механизму на свету или при нагревании.</i>	
<b>Хлорирование, бромирование</b>	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ <p>(образуются также <math>\text{CH}_2\text{Cl}_2</math>, <math>\text{CHCl}_3</math>, <math>\text{CCl}_4</math>)</p> $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{HBr}$
<b>Нитрование</b>	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\overset{\text{NO}_2}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>При бромировании и нитровании гомологов метана соблюдается следующий порядок замещения атомов водорода: у третичного атома C → у вторичного атома C → у первичного атома C</p>
<i>Реакции с разрывом связи C-C. Протекают при нагревании и действии катализаторов.</i>	
<b>Крекинг</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{450-600^\circ\text{C}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
<b>Изомеризация</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3, t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$
<i>Дегидрирование и дегидроциклизация. Протекают под действием катализаторов Ni, Pt, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.</i>	
<b>Дегидрирование</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2$
<b>Дегидроциклизация (ароматизация)</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$
<i>Горение и каталитическое окисление.</i>	
<b>Горение</b>	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 882 \text{ кДж/моль}$
<b>Каталитическое окисление</b>	$2\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} 4\text{CH}_3-\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O}$

## Способы получения алканов

Способы получения	Уравнения реакций
<b>Гидролиз карбида алюминия</b> (можно получить только метан).	$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$
<b>Сплавление натриевых и калиевых солей карбоновых кислот со щелочами.</b>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
<b>Реакция Вюрца – взаимодействие галогеналканов с натрием.</b>	$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + 2\text{NaBr}$
<b>Синтез Кольбе – электролиз водных растворов натриевых или калиевых солей карбоновых кислот.</b>	$2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{CH}_3\text{CH}_3 + 2\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

## Химические свойства циклоалканов

Типы реакций	Уравнения реакций
<i>Реакции присоединения с размыканием цикла. Характерны для малых циклов – циклопропана и циклобутана.</i>	
<b>Гидрирование</b>	$\text{Cyclopropane} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}, 80^\circ\text{C}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <p>циклопропан пропан</p>
<b>Галогенирование</b>	$\text{Cyclopropane} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{1,3-dibromopropane}$ <p>циклопропан 1,3-дибромпропан</p>
<b>Гидрогалогенирование</b>	$\text{Cyclobutane} + \text{HBr} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ <p>циклобутан 1-бромбутан.</p>
<i>Замещение атомов водорода. Характерно для циклоалканов с пятью и более атомами углерода в цикле.</i>	
<b>Галогенирование</b>	$\text{Cyclohexane} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{Chlorocyclohexane} + \text{HCl}$ <p>циклогексан хлорциклогексан</p>
<b>Нитрование</b>	$\text{Cyclohexane} + \text{HNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Nitrocyclohexane} + \text{H}_2\text{O}$ <p>циклогексан нитроциклогексан</p>
<i>Ароматизация – дегидрирование с образованием ароматических углеводородов. Характерна для циклогексана и его гомологов.</i>	
<b>Ароматизация</b>	$\text{Cyclohexane} \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ} \text{Benzene} + 3\text{H}_2$ <p>циклогексан бензол</p>

## Способы получения циклоалканов

Способы получения	Уравнения реакций
<b>Действие активных металлов (натрия, лития, магния, цинка) на дигалогенпроизводные алканов</b>	$\text{1,3-dibromopropane} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{Cyclopropane} + 2\text{NaBr}$ <p>циклопропан</p>
	$\text{1,5-dibromopentane} + \text{Mg} \longrightarrow \text{Cyclopentane} + \text{MgBr}_2$ <p>циклопентан</p>
<b>Гидрирование бензола и его гомологов. Можно получить только циклоалканы с шестью атомами углерода в цикле.</b>	$\text{Benzene} + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons{\text{кат.}, t^\circ, \text{P}} \text{Cyclohexane}$ <p>бензол циклогексан</p>

Химические свойства алкенов

Типы реакций	Уравнения реакций
<i>Реакции присоединения</i>	
<b>Гидрирование.</b> Протекает в присутствии металлических катализаторов (никель, платина, палладий).	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni, } t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ пропилен пропан.
<b>Галогенирование.</b> Протекает в обычных условиях. Механизм реакции – ионный.	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$ пропилен 1,2-дибромпропан.
<b>Гидрогалогенирование.</b> Протекает в обычных условиях. Механизм реакции – ионный.	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl}$ этилен хлорэтан.
	При присоединении галогеноводородов к несимметричным алкенам выполняется <b>правило Марковникова</b> : атом водорода преимущественно присоединяется к более гидрированному атому углерода при двойной связи, например: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 2-метилбутен-2 2-метил-2-хлорбутан.
<b>Гидратация.</b> Протекает при нагревании в присутствии кислотных катализаторов. Механизм реакции – ионный.	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_3\text{PO}_4, 300^\circ\text{C}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ этилен этиловый спирт;
	При присоединении галогеноводородов к несимметричным алкенам также выполняется <b>правило Марковникова</b> : $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ бутен-1 бутанол-2.

<i>Окисление</i>	
<b>«Мягкое» окисление</b> – взаимодействие с $\text{KMnO}_4$ в нейтральной или слабощелочной среде без нагревания.	$3 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ пропилен $3 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$ пропандиол-1,2
<b>«Жесткое» окисление</b> – взаимодействие с $\text{KMnO}_4$ в кислой среде при нагревании.	Происходит расщепление молекулы по месту двойной связи, образуются карбоновые кислоты: $5 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$ $5 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + 5 \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ Если двойная связь концевая, то одним из продуктов окисления алкена будет углекислый газ: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$ $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{CO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ Если углеродная цепь алкена имеет разветвление при двойной связи, образуется кетон: $5 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$ $5 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{O} + 5 \text{CO}_2 + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$

<i>Полимеризация</i>	
<b>Полимеризация</b> протекает при воздействии различных факторов (повышении давления, УФ-облучении, действии органических перекисей) или в присутствии катализаторов	$n \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \left[ -\text{CH}_2-\text{CH}_2- \right]_n$ этилен полиэтилен;
	$n \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \left[ -\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2- \right]_n$ пропилен полипропилен.

Способы получения алкенов

Способы получения	Уравнения реакций
<b>Дегидрирование алканов</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2$
<b>Дегалогенирование</b> дигалогензамещенных алканов при действии на них цинка или магния	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 + \text{Zn} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{ZnBr}_2$
<b>Дегидратация спиртов</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}), t^\circ} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Выполняется <b>правило Зайцева</b> : атом водорода отщепляется преимущественно от наименее гидрированного атома углерода: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}), t^\circ}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
	<b>Дегидрогалогенирование</b> при нагревании моногалогензамещенных алканов со спиртовыми растворами щелочей

Химические свойства алкадиенов

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Гидрирование</b>	При взаимодействии с избытком водорода образуется алкан: $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Если реагенты взяты в молярном соотношении 1:1, возможно образование продуктов как 1,2-присоединения, так и 1,4-присоединения: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \begin{cases} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \end{cases}$
<b>Галогенирование</b>	При взаимодействии с избытком брома образуется продукт полного бромирования: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2 \text{Br}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C}(\text{Br})-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2(\text{Br})$ Если реагенты взяты в молярном соотношении 1:1, возможно образование продуктов как 1,2-присоединения, так и 1,4-присоединения: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \begin{cases} \rightarrow \text{H}_2\text{C}(\text{Br})-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \rightarrow \text{H}_2\text{C}(\text{Br})-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2(\text{Br}) \end{cases}$ (основной продукт) В обычных условиях основным является продукт 1,4-присоединения

<b>Полимеризация</b>	Полимеризация протекает в основном по типу 1,4-присоединения: $n \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \left[ -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right]_n$ бутадиен-1,3 (дивинил) бутадиеновый (дивиниловый) каучук
	$n \text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \left[ -\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right]_n$ изопрен изопреновый каучук
<b>Окисление</b>	Диеновые углеводороды окисляются $\text{KMnO}_4$ и другими окислителями.

**Способы получения алкадиенов**

Способы получения	Уравнения реакций
<b>Дегидрирование алканов</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Cr}_2\text{O}_3, t^\circ} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2$ бутан (дивинил)
	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Cr}_2\text{O}_3, t^\circ} \text{H}_2\text{C}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2$ 2-метилбутан 2-метилбутадиен-1,3 (изопрен)
<b>Реакция Лебедева – получение бутадиена из этанола</b>	$2 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{ZnO, Al}_2\text{O}_3, 450^\circ\text{C}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ этанол бутадиен-1,3 (дивинил)

**Химические свойства алкинов**

Типы реакций	Уравнения реакций
	Реакции присоединения
<b>Гидрирование</b> Протекает под действием катализатора	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + 2 \text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$
<b>Галогенирование</b> Протекает в обычных условиях. Механизм реакции – ионный.	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + 2 \text{Br}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Br}}{\underset{\text{Br}}{\text{C}}}-\overset{\text{Br}}{\underset{\text{Br}}{\text{C}}}-\text{H}$ 1,1,2,2-тетрабромпропан
<b>Гидрогалогенирование</b> Протекает в обычных условиях. Механизм реакции – ионный. Присоединение осуществляется по правилу В.В. Марковникова	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}_2$
	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
	суммарно: $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ 2,2-дихлорпропан

<b>Гидратация (реакция Кучерова)</b> Присоединение осуществляется по правилу В.В. Марковникова	$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{HgSO}_4]{\text{H}_2\text{SO}_4} \left[ \text{H}_2\text{C}=\overset{\text{OH}}{\text{C}}\text{H} \right] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ этаналь, уксусный альдегид
	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HgSO}_4} \left[ \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{OH}}{\text{C}}=\text{CH}_2 \right] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ пропин ацетон

<b>Полимеризация</b>	
<b>Тримеризация ацетилена</b>	$3 \text{HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{Сакт.}, 450^\circ\text{C}} \text{C}_6\text{H}_6$ бензол

<b>Реакции замещения</b> в реакции замещения вступают только алкины с концевой тройной связью	
<b>Взаимодействие со щелочными металлами</b>	$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Na} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CNa} + 1/2 \text{H}_2 \uparrow$ ацетиленид натрия
	$\text{HC}\equiv\text{CH} + 2 \text{Na} \rightarrow \text{NaC}\equiv\text{CNa} + \text{H}_2 \uparrow$ диацетиленид натрия
<b>Взаимодействие с галлидами щелочных металлов</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{NaN} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CNa} + \text{H}_2$
<b>Взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CAg} \downarrow + 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ метилацетиленид серебра

<b>Окисление</b>	
<b>Горение</b>	$2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
<b>Жёсткое окисление в зависимости от строения исходного алкина образуются различные продукты</b>	$5 \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + 8 \text{KMnO}_4 + 12 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + 8 \text{MnSO}_4 + 4 \text{K}_2\text{SO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$
	$5 \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 6 \text{KMnO}_4 + 9 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10 \text{CH}_3-\text{COOH} + 6 \text{MnSO}_4 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$
<b>Мягкое окисление ацетилена</b>	$3 \text{C}_2\text{H}_2 + 8 \text{KMnO}_4 \rightarrow 3 \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 8 \text{MnO}_2 + 2 \text{KOH} + 2 \text{H}_2\text{O}$

**Способы получения алкинов**

Способы получения	Уравнения реакций
	Промышленные способы получения
<b>Карбидный метод</b>	$\text{CaO} + 3 \text{C} \xrightarrow{1800^\circ\text{C}} \text{CaC}_2 + \text{CO}$
	$\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$
<b>Крекинг метана и этилена</b>	$2 \text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{HC}\equiv\text{CH} + 3 \text{H}_2$
	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2$
<b>Лабораторные способы получения</b>	
<b>Взаимодействие карбида кальция с кислотами (или водой)</b>	$\text{CaC}_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{CaCl}_2$

<b>Дегидрогалогенирование дигалогенпроизводных алканов протекает при нагревании дигалогензамещенных алканов со спиртовыми растворами щелочей</b>	$\text{CH}_3-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}\text{H}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}\text{H}_2 + 2 \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + 2 \text{KCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$
	$\text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}-\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}_2 + 2 \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + 2 \text{KBr} + 2 \text{H}_2\text{O}$
<b>Дегалогенирование тетрагалогенпроизводных алканов</b>	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}-\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}-\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{\text{Br}}{\text{C}}\text{H}_3 + 2 \text{Zn} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 2 \text{ZnBr}_2$
<b>Взаимодействие металлческих производных алкинов с галогенпроизводными алканами</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{Br} + \text{Na}-\text{C}\equiv\text{CH} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{NaBr}$ $2 \text{H}_3\text{C}-\text{Br} + \text{Na}-\text{C}\equiv\text{CNa} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 2 \text{NaBr}$

**Химические свойства ароматических углеводородов**

Типы реакций	Уравнения реакций
	Реакции замещения
<b>Галогенирование</b> протекает в присутствии катализаторов – хлоридов алюминия и железа  При галогенировании гомологов бензола образуется смесь орто- и пара-изомеров	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$ хлорбензол;
	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{FeBr}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$ бромбензол
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{Cl} + \text{HCl}$ орто-хлортолуол
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{Cl} + \text{HCl}$ пара-хлортолуол
<b>Нитрование</b> При нитровании гомологов бензола образуется смесь орто- и пара-изомеров	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ нитробензол

Типы реакций	Уравнения реакций
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
<b>Алкилирование</b>	<p>а) алкилирование галогеналканами</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{HCl}$ <p>этилбензол</p> <p>б) алкилирование алкенами</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$
<b>Реакции присоединения</b>	
<b>Гидрирование</b>	<p>Протекает в присутствии катализатора. Реакция гидрирования протекает аналогично для бензола и его гомологов</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{I, P, кат.}} \text{C}_6\text{H}_{12}$ <p>бензол → циклогексан.</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{I, P, кат.}} \text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_2\text{CH}_3$ <p>1-метил-4-этилбензол → 1-метил-4-этилциклогексан.</p>

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Присоединение хлора к бензолу.</b> Гомологи бензола в данных условиях вступают в реакцию замещения (см. Особенности химических свойств гомологов бензола)	$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{УФ-облучение}} \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ <p>бензол → гексахлорциклогексан.</p>
<b>Реакции окисления</b>	
<b>Горение</b>	$2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 16\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
<b>Особенности химических свойств гомологов бензола</b>	
<b>Галогенирование</b>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3 + \text{HCl}$ <p>этилбензол → (1-хлорэтил)бензол.</p>
<b>Окисление гомологов бензола (бензол устойчив к окислению с раствором <math>\text{KMnO}_4</math>, не реагирует)</b>	<p>Окислению подвергаются боковые углеводородные цепи. Продуктом окисления является бензойная кислота (в кислой среде) или её соли – бензоаты (в нейтральной или щелочной среде):</p> $5 \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$ <p>этилбензол → бензойная кислота</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + 2\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$ <p>толуол → бензоат калия</p>

## Способы получения бензола и его гомологов

Способы получения	Уравнения реакций
<b>Промышленные способы получения</b>	
<b>Дегидроциклизация алканов</b>	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow{\text{кат., t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$ $\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{CH}_3)_2 \xrightarrow{\text{кат., t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 4\text{H}_2$
<b>Дегидрирование циклоалканов</b>	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{кат., t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 3\text{H}_2$
<b>Лабораторные способы получения</b>	
<b>Тримеризация ацетилена (реакция Зелинского)</b>	$3 \text{C}\equiv\text{C}\text{H} \xrightarrow{\text{Сакт., t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_6$
<b>Сплавление солей бензойной кислоты со щелочью</b>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
<b>Взаимодействие ароматических галогенпроизводных с галогеналканами (реакция Вюрца-Фиттига)</b>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{Br-CH}_2\text{-CH}_3 + 2\text{Na} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + 2\text{NaBr}$ <p>бромбензол + бромэтан → этилбензол</p>
<b>Алкилирование бензола (другие примеры реакций алкилирования см. в табл. 23)</b>	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_2=\text{CH-CH}_3 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ <p>изопропилбензол (кумол)</p>

## Химические свойства одноатомных спиртов

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Кислотные свойства спиртов.</b> <b>Взаимодействие с активными металлами</b> <b>Кислотные свойства у спиртов выражены очень слабо, слабее, чем у воды.</b>	<p>Образующиеся соединения называются <b>алкоголятами</b></p> $2 \text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-O Na} + \text{H}_2 \uparrow$ <p>этилат натрия</p> <p>При действии воды <b>алкоголяты</b> разлагаются:</p> $\text{CH}_3\text{-O}^-\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-OH} + \text{KOH}$ <p>метилат калия</p>
<b>Замещение OH-группы на атом галогена</b>	<p>Протекают при действии на спирты галогеноводородов:</p> $\text{CH}_3\text{-O-H} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-Cl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>Для более полного превращения спиртов в галогеналканы можно использовать галогениды фосфора (<math>\text{PCl}_3</math>, <math>\text{PCl}_5</math>) или хлористый тионил (<math>\text{SOCl}_2</math>):</p> $\text{CH}_3\text{OH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{SOCl}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{Cl} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$
<b>Внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация</b>	$2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[250^\circ\text{C}]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ <p>диэтиловый эфир;</p> $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[350^\circ\text{C}]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>этилен.</p> <p><b>Внутримолекулярная дегидратация</b> протекает при более высокой температуре, чем <b>межмолекулярная</b>:</p> $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[130^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ <p>диэтиловый эфир;</p> $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[130^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ <p>диэтиловый эфир;</p> <p><b>Внутримолекулярная дегидратация</b> спиртов протекает в соответствии с правилом Зайцева:</p> $\text{H}_3\text{C-CH(OH)-CH}_3 \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц.}} \text{H}_3\text{C-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Способы получения предельных многоатомных спиртов

Способы получения	Уравнения реакций
«Мягкое» окисление алкенов	<p>«Мягкое» окисление алкенов <i>водным или слабощелочным раствором KMnO<sub>4</sub></i> приводит к получению <i>двухатомных спиртов</i>:</p> $3 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ <p style="text-align: center;">пропилен</p> $3 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$ <p style="text-align: center;">пропандиол-1,2</p>
Замещение атома галогена на группу -OH	<p>Реакция протекает при действии <i>водных растворов щелочей на галогензамещенные углеводороды</i>:</p> $\text{CH}_2(\text{Cl})-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 2\text{NaOH}(\text{водн.}) \rightarrow$ <p style="text-align: center;">1,2-дихлорбутан</p> $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 2\text{NaCl.}$ <p style="text-align: center;">бутандиол-1,2</p>
Глицерин можно получить гидролизом жиров	

Химические свойства фенолов

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Кислотные свойства</b>	
По своим <i>кислотным свойствам</i> фенолы <i>значительно превосходят алифатические спирты и воду</i> , но уступают органическим и неорганическим кислотам, даже таким слабым, как угольная кислота.	
Взаимодействие с активными металлами	
Взаимодействие со щелочами.	<p>При действии кислот, а также углекислого газа на водные растворы фенолятов происходит разрушение последних и выделение фенола:</p>

Реакции замещения атомов водорода бензольного кольца

<p><b>Бромирование фенола</b> протекает без катализаторов под действием даже <i>бромной воды</i>.</p> <p>Эта реакция используется как <i>качественная реакция на фенол и его гомологи</i></p>	<p>Образовавшийся 2,4,6-трибромфенол представляет собой белое соединение, выделяющееся в виде осадка.</p>
<p><b>Нитрование фенола</b> протекает при действии <i>разбавленной азотной кислоты</i> при комнатной температуре</p>	<p>Если нитрование фенола проводить <i>концентрированной азотной кислотой</i> в присутствии концентрированной серной кислоты то продуктом реакции будет 2,4,6-тринитрофенол:</p>

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Реакции поликонденсации с альдегидами</b>	
Получение фенолформальдегидных смол	
<b>Окисление и восстановление фенола</b>	
Гидрирование фенола (восстановление)	<p>Бензольное кольцо фенолов <i>гидрируется водородом при нагревании в присутствии катализатора</i>:</p>
Окисление фенола	<p>За счет гидроксильной группы фенолы легко окисляются, причем образуется смесь <i>темноокрашенных продуктов</i>. Окисление может протекать даже под действием кислорода воздуха, вследствие чего при длительном хранении кристаллы фенола розовеют.</p>
Реакция с хлоридом железа(III)	<p>В водных растворах фенолы взаимодействуют с FeCl<sub>3</sub> с образованием <i>яркоокрашенных комплексных соединений</i>. Фенол дает <i>фиолетовое окрашивание</i>, его ближайшие гомологи – синее.</p>

Способы получения фенолов

Способы получения	Уравнения реакций
<p><b>Кумольный метод</b></p> <p>Изопропилбензол <i>окисляют кислородом воздуха в присутствии катализатора</i>. Образующееся <i>соединение разлагают под действием серной кислоты</i>.</p>	
<p><b>Действие на хлорбензол гидроксидом натрия</b></p> <p>При проведении этой реакции <i>необходимо нагревание до 300 °C и давление 200 атмосфер</i>.</p>	<p>Образующийся на первой стадии фенолят натрия обрабатывают затем <i>соляной кислотой</i> для выделения фенола:</p>

Химические свойства альдегидов и кетонов

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Реакции присоединения</b>	
<b>Характерны и для альдегидов, и для кетонов</b>	
Из альдегидов образуются <i>первичные спирты</i> :	
Каталитическое гидрирование в присутствии металлических катализаторов – никеля, платины, палладия	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{t}^\circ]{\text{Ni}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH};$ <p style="text-align: center;">уксусный альдегид <span style="margin-left: 100px;">этиловый спирт</span></p>
	<p>из кетонов – вторичные:</p> $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{t}^\circ]{\text{Ni}} \text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">ацетон <span style="margin-left: 100px;">пропанол-2</span></p>
Присоединение воды	<p style="text-align: center;">формальдегид <span style="margin-left: 100px;">гидрат формальдегида</span></p> <p>Гидраты альдегидов <i>неустойчивы, в большинстве случаев их невозможно выделить из растворов в свободном состоянии</i>.</p>

Типы реакций	Уравнения реакций
Присоединение спиртов	Первоначально образуются <b>полуацетали</b> , которые, взаимодействуя еще с одной молекулой спирта, дают <b>ацетали</b> : $\text{H}_3\text{C}-\overset{\delta+}{\text{C}}(\text{H})-\overset{\delta-}{\text{O}} + \text{H}-\overset{\delta+}{\text{O}}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{OH}}{\text{C}}(\text{H})-\text{O}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">ацетальдегид                      полуацеталь</p> $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{OH}}{\text{C}}(\text{H})-\text{O}-\text{CH}_3 + \text{HO}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}-\text{CH}_3}{\text{C}}(\text{H})-\text{O}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">полуацеталь                      ацеталь</p>
	<b>Реакции окисления</b> Альдегиды легко окисляются до карбоновых кислот, кетоны практически не окисляются
Окисление перманганатами и дихроматами	В кислой среде продуктами окисления альдегидов являются <b>карбоновые кислоты</b> , например: $3 \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ} 3 \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">В нейтральной или щелочной средах образуются не карбоновые кислоты, а их соли:</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H} + 2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OK} + 2 \text{K}_2\text{MnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">При окислении формальдегида в качестве продукта окисления образуется углекислый газ</p> $5 \text{H}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H} + 4 \text{KMnO}_4 + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{CO}_2 + 4 \text{MnSO}_4 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 11 \text{H}_2\text{O}$
	<b>Реакция «серебряного зеркала»</b> Это качественная реакция на альдегидную группу

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Реакция с гидроксидом меди(II)</b> Это качественная реакция на альдегидную группу	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H} + 2 \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">пропаналь                      голубой                      пропановая кислота                      кирпично-красный</p> <p style="text-align: center;">Окисление формальдегида</p> $\text{H}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H} + 4 \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + 2 \text{Cu}_2\text{O} + 5 \text{H}_2\text{O}$
<b>Кетоны в реакцию «серебряного зеркала» и реакцию окисления гидроксидом меди(II) не вступают.</b> Кетоны окисляются только под действием сильных окислителей, например, перманганата калия, причем эти реакции всегда сопровождаются разрывом связи C-C в их молекулах	
<b>Горение</b>	Альдегиды и кетоны взаимодействуют с кислородом с образованием углекислого газа и воды
<b>Реакции конденсации</b> Для альдегидов характерны реакции конденсации, примером которых может служить конденсация фенола с формальдегидом (см. табл. 29)	

#### Способы получения альдегидов и кетонов

Способы получения	Уравнения реакций
<b>Дегидрирование и окисление спиртов</b> Из первичных спиртов образуются альдегиды, из вторичных – кетоны.	Чтобы предотвратить дальнейшее окисление альдегида, используют мягкий окислитель – CuO: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Дегидрирование спиртов протекает при пропускании их паров над нагретым металлическим катализатором:</p> $\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{Ag}, t^\circ} \text{HCHO} + \text{H}_2$
<b>Гидратация алкинов (реакция Кучерова).</b>	Альдегид можно получить только из ацетилена: $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{H}_2\text{SO}_4} \left[ \text{H}_2\text{C}=\overset{\text{OH}}{\text{CH}} \right] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H}$ <p style="text-align: center;">Остальные алкины при гидратации образуют кетоны:</p>

	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{H}_2\text{SO}_4} \left[ \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{OH}}{\text{C}}=\text{CH}_2 \right] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">пропин                      ацетон</p>
<b>Пиролиз кальциевых и бариевых солей карбоновых кислот</b>	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-\text{Ca} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{CaCO}_3$ <p style="text-align: center;">ацетон</p>
<b>Гидролиз дигалогеналканов</b> Реакция протекает при действии водных растворов щелочей на дигалогензамещенные углеводороды, содержащие два атома галогена у одного и того же атома углерода.	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Br}}{\text{C}}-\text{H} + 2 \text{NaOH} (\text{водн. р-р}) \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H} + 2 \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">дибромэтан                      этаналь</p> $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}(\text{Cl})-\text{CH}_3 + 2 \text{KOH} (\text{водн. р-р}) \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3 + 2 \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">2,2-дихлорпропан                      ацетон</p>
<b>Каталитическое окисление алкенов</b>	$2 \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{CuCl}_2, \text{PdCl}_2} 2 \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H}$
<b>Кумольный способ получения ацетона</b> приводит к образованию двух ценных продуктов – ацетона и фенола.	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \xrightarrow{1) \text{O}_2; 2) \text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_5-\text{OH} + \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">кумол                      фенол                      ацетон</p>

### Химические свойства карбоновых кислот

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Образование солей при взаимодействии с металлами, основными и амфотерными оксидами, основными и амфотерными оксидами, основаниями, аммиаком.</b>	Взаимодействие с металлами, расположенными в ряду напряжений до водорода: $2 \text{HCOOH} + \text{Mg} \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Mg} + \text{H}_2 \uparrow$ <p style="text-align: center;">Взаимодействие с основными и амфотерными оксидами:  <math display="block">2 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CuO} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}</math> <p style="text-align: center;">Взаимодействие с основаниями и аммиаком:  <math display="block">\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}</math> <math display="block">\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4</math> <p style="text-align: center;">Соли муравьиной кислоты называются <b>формиатами</b>, а соли уксусной кислоты – <b>ацетатами</b></p> </p></p>
<b>Реакции замещения с участием углеводородного радикала</b> Независимо от размеров углеводородного радикала, замещение атомов водорода на галоген происходит у ближайшего к карбоксильной группе атома углерода.	
<b>Взаимодействие с галогенами</b> происходит в присутствии катализатора – красного фосфора	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{красн}}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}(\text{Cl})-\text{OH} + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">бутановая (масляная) кислота                      2-хлорбутановая кислота</p>

<b>Получение сложных эфиров</b>	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}-\text{O}-\text{CH}_3 \xrightarrow{t^\circ, \text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">уксусная кислота                      метилловый эфир уксусной кислоты</p>
<b>Получение хлорангидридов карбоновых кислот</b>	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{Cl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">уксусная кислота                      хлорангидрид уксусной кислоты</p>

<b>Особенности свойств муравьиной кислоты</b>	
<i>Муравьиная кислота</i> обладает как свойствами <i>карбоновой кислоты</i> , так и свойствами <i>альдегида</i> : она вступает в реакцию «серебряного зеркала» и окисляется гидроксидом меди(II) при нагревании.	
<b>Реакции окисления:</b> «серебряного зеркала», взаимодействие с гидроксидом меди(II), хлором.	$\text{HCOOH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow 2\text{Ag}\downarrow + (\text{NH}_3)_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{HCOOH} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{HCOOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 2\text{HCl}$
<b>Дегидратация</b> под действием водоотнимающих средств, например, концентрированной серной кислоты.	$\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
<b>Особенности свойств непредельных карбоновых кислот</b>	
Эти вещества проявляют как свойства <i>карбоновых кислот</i> , так и свойства <i>алкенов</i> . Они присоединяют галогены, водород, галогеноводороды, легко полимеризуются.	
<b>Гидрирование</b>	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, \text{t}^\circ} \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ <p style="text-align: center;">акриловая (пропеновая) кислота                                  пропановая кислота</p>

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Полимеризация</b>	$n \text{ CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \xrightarrow{\text{кат.}, \text{t}^\circ} \left[ -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}- \right]_n$
<b>Присоединение галогеноводородов</b>	<p>Из-за влияния карбоксильной группы присоединение галогеноводородов к акриловой и метакриловой кислотам <i>протекает против правила Марковникова</i></p> $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$

#### Способы получения карбоновых кислот

Способы получения	Уравнения реакций
<i>Способы, основанные на окислении</i>	
<b>Жесткое окисление алкенов</b>	$5 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{t}^\circ} 5 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + 5 \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">пентен-2</p>
<b>Окисление толуола и других гомологов бензола</b>	$5 \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{C}_6\text{H}_4\text{COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">бензойная кислота</p>
<b>Окисление первичных спиртов</b>	$3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$
<b>Окисление альдегидов</b>	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
<b>Окисление алканов (способ промышленного получения <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>)</b>	$2 \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, \text{t}^\circ} 4 \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$

<b>Способы, основанные на гидролизе</b>	
	<p>В кислой среде образуются исходная карбоновая кислота и спирт:</p> $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ <p style="text-align: center;">пропиловый эфир уксусной кислоты                                  уксусная кислота                                  пропиловый спирт</p>
<b>Гидролиз сложных эфиров в кислой и щелочной среде</b>	<p>Под действием щелочей гидролиз сложных эфиров протекает необратимо, причем продуктами являются спирт и соль соответствующей карбоновой кислоты:</p> $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{ONa} + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ <p style="text-align: center;">ацетат натрия                                  пропиловый спирт</p> <p>Действием более сильных кислот можно получить карбоновые кислоты:</p> $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$

Способы получения	Уравнения реакций
	<p>В качестве исходных веществ используют галогензамещенные углеводороды, содержащие три атома галогена у одного углеродного атома:</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(\text{Cl})_3 + 4\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{ONa} + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">1,1,1-трихлорпропан                                  пропionate натрия</p> <p>Гидролиз проводят водным раствором щелочи, поэтому сначала получают соответствующие соли, которые после обработки сильными кислотами дают карбоновые кислоты:</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{NaCl}$ <p style="text-align: center;">пропионовая кислота</p>
<b>Из тригалогенопроизводных алканов</b>	<p>При нагревании оксида углерода(II) с порошкообразным гидроксидом натрия при повышенном давлении, образуется формиат натрия:</p> $\text{CO} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{P}} \text{HCOONa}$ <p>из которого, действием более сильной кислоты получают муравьиную кислоту:</p> $\text{HCOONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{NaCl}$

#### Химические свойства аминов

Типы реакций	Уравнения реакций
<b>Основные свойства.</b> Алифатические амины проявляют свойства <i>слабых оснований</i> . Однако их основные свойства выражены немного <i>сильнее</i> , чем у аммиака. Основные свойства ароматических аминов слабее, чем у аммиака. В порядке усиления основных свойств вещества можно расположить в следующий ряд:	<p style="text-align: center;">основные свойства усиливаются</p> <p style="text-align: center;">ароматические амины <math>\xrightarrow{\text{NH}_3}</math> первичные амины <math>\xrightarrow{\quad}</math> вторичные амины</p>
<b>Взаимодействие с водой</b>	$\text{CH}_3-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3-\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ <p>Образование гидроксид-ионов в растворах аминов подтверждается изменением окраски индикаторов: лакмус приобретает синюю, а фенолфталеин малиновую окраску</p>



Типы реакций	Уравнения реакций	
Взаимодействие с кислотами	При взаимодействии аминов с кислотами образуются соли алкиламмония: $\text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-NH}_3^+ \text{Cl}^-$ <p>метиламин хлорид метиламмония;</p> $\text{CH}_3\text{-N(CH}_3)_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-N}^+(\text{CH}_3)_3 \text{Cl}^-$ <p>триметиламин хлорид триметиламмония;</p> $2 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow [\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_3^+]_2 \text{SO}_4^{2-}$ <p>этиламин сульфат этиламмония.</p> <p>Соли аминов – твердые, хорошо растворимые в воде вещества. Щелочи, как более сильные основания, вытесняют из них амины:</p> $\text{CH}_3\text{-NH}_3^+ \text{Cl}^- + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	
	Взаимодействие с азотистой кислотой	Первичные амины взаимодействуют с $\text{HNO}_2$ с выделением азота и образованием спирта: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2 + \text{O}=\text{N}-\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>этиламин этанол</p>
	Реакция с $\text{HNO}_2$	Алкилирование – введение в молекулу исходного амина новых алкильных групп. Позволяет из первичного амина получить вторичный, а из вторичного – третичный
Взаимодействие с галогеналканами	Атомы водорода аминогруппы замещаются на углеводородные радикалы. При этом отщепляется галогеноводород, который образует с получившимся амином соль: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2 + \text{Br-CH}_2\text{-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2^+ \text{Br}^-$ <p>этиламин бромэтан бромид диэтиламмония.</p> <p>Действуя на эту соль щелочью, можно получить свободный амин:</p>	

Типы реакций	Уравнения реакций
Горение аминов. При горении аминов образуются азот, углекислый газ и вода, например:	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2 \text{Br}^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ <p>бромид диэтиламмония диэтиламин.</p> $4\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + 15\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 2\text{N}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$

#### Особенности химических свойств анилина

Типы реакций	Уравнения реакций
Особые свойства. Выражены слабее, чем у аммиака и алифатических аминов:	<p>основные свойства усиливаются</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-NH}_2$ <p>Так, анилин не взаимодействует с водой (т.е. не изменяет окраску индикатора).</p> <p>При взаимодействии анилина с кислотами образуются соли фениламмония:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_3^+ \text{Cl}^-$ <p>хлорид фениламмония</p> $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_3^+]_2 \text{SO}_4^{2-}$ <p>сульфат фениламмония</p> <p>Если на раствор образовавшейся соли, подействовать щелочью, то снова образуется анилин:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_3^+ \text{Cl}^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + \text{NaCl}$

17

Типы реакций	Уравнения реакций
Реакции по бензольному ядру. Из-за электронодонорного влияния аминогруппы реакции электрофильного замещения для анилина протекают легче, чем для бензола. Заместители направляются в положения 2, 4 и 6 по отношению к аминогруппе.	<p>Для бромирования анилина можно использовать бромную воду:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 3 \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{NH}_2)\text{Br}_3 + 3 \text{HBr}$ <p>2,4,6-триброманилин, белый осадок</p> <p>Данную реакцию можно использовать как качественную для идентификации анилина и его производных.</p>

Таблица 38

#### Способы получения аминов

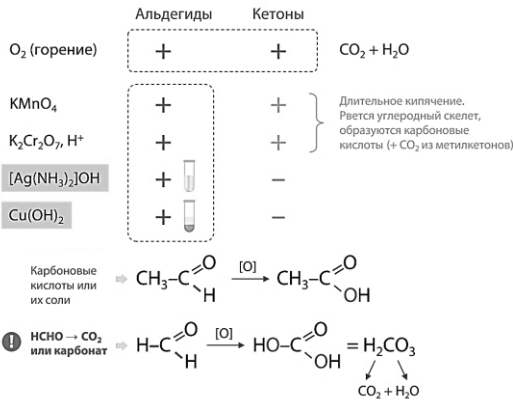
Способы получения	Уравнения реакций
Взаимодействие галогеналканов с аммиаком	За счет выделения галогеноводорода в этой реакции образуется не свободный амин, а его соль. Для получения амина ее обрабатывают щелочью: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ} [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ \text{Br}^-]$ $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ \text{Br}^-] + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие спиртов с аммиаком	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Восстановление нитросоединений	Этим путем получают первичные алифатические амины и анилин. В промышленности используют водород в присутствии катализаторов: $\text{CH}_3\text{-NO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{CH}_3\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>В лаборатории можно использовать цинк, железо и другие восстановители. Если реакция проходит в кислой среде, образуются соли аминов:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 3\text{Zn} + 7\text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_3^+ \text{Cl}^- + 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 3\text{Fe} + 7\text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_3^+ \text{Cl}^- + 3\text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Название аминокислоты	Формула аминокислоты
глицин	$\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-C(=O)OH}$
аланин	$\text{H}_3\text{C-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
фенилаланин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
валин	$\text{H}_3\text{C-CH(CH}_3\text{)-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
тирозин	$\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
лизин	$\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
глутаминовая кислота	$\text{HO-C(=O)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
серин	$\text{HO-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$
цистеин	$\text{HS-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-C(=O)OH}$

18



## Окисление карбонильных соединений



## Сравнение гидроксильных соединений

	одноатомные спирты	многоатомные спирты	фенолы
H <sub>2</sub>	-	-	+
дегидратация	+	+	-
HCl, HBr, HI	+	+	-
KMnO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	+	+	+
CuO	+	+	-
RCOOH	+	+	-
HNO <sub>3</sub>	+	+	+
	Этерификация	Этерификация	По кальцу
Li, Na, K, Ca	+	+	+
Щелочь (p-p)	-	(-)	+
Особенности	-	Cu(OH) <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub>

Рассматриваем предельные вещества

Br<sub>2</sub> (p-p) → белый осадок

## Сравнение свойств углеводородов

	алканы	алкены	алкины	малые циклы	средние циклы	бензол	гомологи бензола
H <sub>2</sub>	-	+	+	+	+	+	+
KMnO <sub>4</sub>	-	+	+	-	-	-	+
гидратация	-	+	+	-	-	-	-
Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub>	+	+	+	+	+	+	+
Br <sub>2</sub> (p-p)	-	+	+	-	-	-	-
HCl, HBr	-	+	+	+	-	-	-
HNO <sub>3</sub>	+	?	?	?	+	+	+
[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]OH или Na	-	-	-	-	-	-	-

Аналогично: спирты и диены (для сопряженных диенов не рассматриваем)

? - не разбирается

Название класса соединений	Общая формула
Алканы	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub>
Алкены, циклоалканы	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub>
Алкины, алкадиены, циклоалкены	C <sub>n</sub> H <sub>2n-2</sub>
Одноатомные спирты, простые эфиры	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> OH
Двухатомные спирты	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> (OH) <sub>2</sub>
Трехатомные спирты	C <sub>n</sub> H <sub>2n-1</sub> (OH) <sub>3</sub>
Альдегиды (предельные), кетоны	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> +1CHO
Одноосновные карбоновые кислоты, сложные эфиры	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> +1COOH
Двухосновные карбоновые кислоты	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> (COOH) <sub>2</sub>
Амины	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> +1NH <sub>2</sub>
Нитросоединения	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> +1NO <sub>2</sub>
Аминокислоты	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> NH <sub>2</sub> COOH
Ароматические углеводороды, гомологи бензола	C <sub>n</sub> H <sub>2n-6</sub>
Ароматические одноатомные спирты	C <sub>n</sub> H <sub>2n-7</sub> OH
Ароматические двухатомные спирты	C <sub>n</sub> H <sub>2n-8</sub> (OH) <sub>2</sub>
Ароматические альдегиды	C <sub>n</sub> H <sub>2n-7</sub> CHO
Ароматические одноосновные кислоты	C <sub>n</sub> H <sub>2n-7</sub> COOH

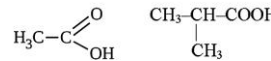
## Гибридизация

Тип	Кратные связи	Число π-связей	Примеры молекул
sp <sup>3</sup>	нет	0	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
sp <sup>2</sup>	1 двойная	1	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>
sp	2 двойные или 1 тройная	2	O=C=O CH≡CH

## Гомологи

**Гомологи** – органические соединения, принадлежащие к одному классу веществ, обладающие сходным строением и свойствами, но отличающиеся друг от друга по составу на одну или несколько групп CH<sub>2</sub> и отвечающие одной общей формуле.

**Примеры:** CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>    CH<sub>3</sub>-CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub>



## Изомеры

