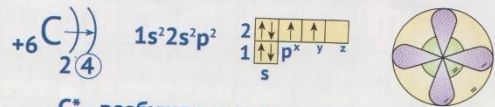
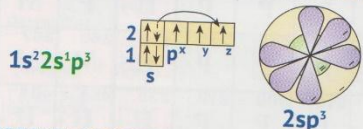


Валентные состояния атома углерода

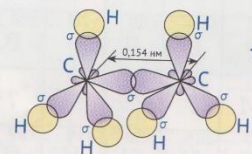
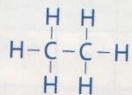
C - нормальное состояние атома



C* - возбужденное состояние атома



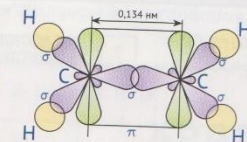
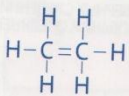
Первое валентное состояние атомов углерода или sp^3 -гибридизация



только σ -связи

$l_{C-C} = 0,154$ нм

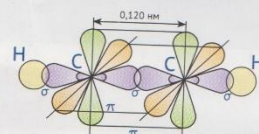
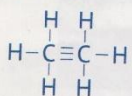
Второе валентное состояние атомов углерода или sp^2 -гибридизация



3 σ -связи,
 π -связь

$l_{C=C} = 0,134$ нм

Третье валентное состояние атомов углерода или sp -гибридизация



2 σ -связи,
2 π -связи

$l_{C \equiv C} = 0,120$ нм

Названия карбоновых кислот

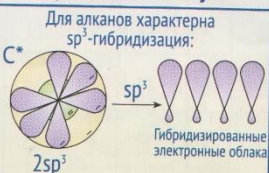
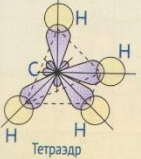
Систематическое название	Тривиальное название	Формула	Название аниона (тривиальное)
Метановая	Муравьиная	$HCOOH$	Формиат
Этановая	Уксусная	CH_3COOH	Ацетат
Пропановая	Пропионовая	C_2H_5COOH	Пропионат
Бутановая	Масляная	C_3H_7COOH	Бутират
Пentanовая	Валериановая	C_4H_9COOH	Валерат
Гексановая	Капроновая	$C_5H_{11}COOH$	Капронат
Гептановая	Энантовая	$C_6H_{13}COOH$	Энантат
Пропеновая	Акриловая	$CH_2=CHCOOH$	Акрилат
Бензолкарбоновая	Бензойная	C_6H_5COOH	Бензоат
Этандионовая	Щавелевая	$HCOO-COOH$	Оксалат

Качественные реакции на органические соединения

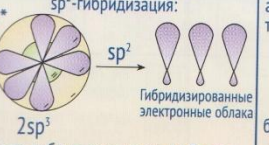
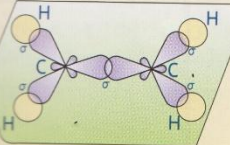
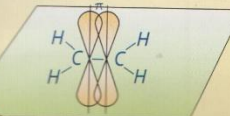
Соединение	Реактив	Наблюдаемая реакция
Алканы	горение	Обычно определяют путем исключения. Низшие алканы горят голубоватым пламенем.
Алкены	1) бромная вода; 2) раствор $KMnO_4$; 3) горение.	1) обесцвечивание раствора; 2) обесцвечивание раствора, выпадение бурого осадка MnO_2 ; 3) горят слегка желтоватым пламенем.
Бензол	горение	Обычно определяют путем исключения. Горит коптящим пламенем.
Фенол	1) бромная вода; 2) раствор Na_2CO_3 ; 3) $FeCl_3$.	1) обесцвечивание, выпадение белого осадка трибромфенола; 2) выделение углекислого газа; 3) фиолетовое окрашивание.
Спирты	1) Na ; 2) горение; 3) Черная горячая прокаленная медная проволока.	1) выделение водорода; 2) горят светлым голубоватым пламенем; 3) восстановление красной окраски у прокаленной горячей медной проволоки.

Альдегиды	1) Ag_2O ; 2) $Cu(OH)_2$.	1) реакция серебряного зеркала; 2) выпадение красного осадка Cu_2O .
Карбоновые кислоты	Лакмус	Красное окрашивание. !Муравьиная кислота - реакция серебряного зеркала. !Олеиновая кислота - обесцвечивание бромной воды.


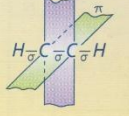
Предельные углеводороды Алканы (парафины) C_nH_{2n+2}

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>Для алканов характерна sp³-гибридизация:</p>  <p>2sp³</p> <p>Перекрывание гибридных электронных облаков атомов углерода (C) с электронными облаками атомов водорода (H):</p>  <p>CH₄-метан</p> <p>Тетраэдр</p>	<p>В промышленности алканы выделяют из продуктов переработки нефти и попутных нефтяных газов.</p>	<p>1) Реакция замещения. $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ Реакции протекают по радикальному механизму.</p> <p>2) Реакция окисления. Предельные углеводороды горят (пламя неокоряющее): $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3) Реакция дегидрирования. $2\text{CH}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + 3\text{H}_2$ $\text{CH}_3-\text{CH}_3 \xrightarrow{t^\circ, K} \text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{H}_2 + \text{H}_2$</p>


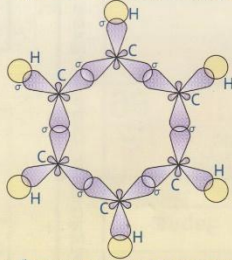
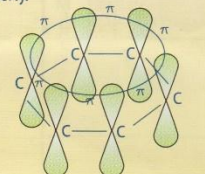
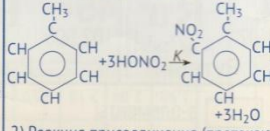
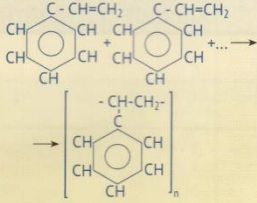
Непредельные углеводороды Алкены (олефины) C_nH_{2n}

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>Для алкенов характерна sp²-гибридизация:</p>  <p>2sp²</p> <p>Шесть гибридных электронных облаков образуют 5σ-связей: C₂H₄</p>  <p>Негибридизованные p-электронные облака образуют π-связь:</p> 	<p>В промышленности алкены получают: а) при крекинге нефти и нефтепродуктов: $\text{C}_{16}\text{H}_{34} \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_8\text{H}_{16} + \text{C}_8\text{H}_{18}$ $\text{C}_8\text{H}_{18} \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{C}_4\text{H}_8$ $\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4$</p> <p>б) при дегидрировании алканов: $\text{CH}_3-\text{CH}_3 \xrightarrow{t^\circ, K} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$</p> <p>В лаборатории: а) дегидротацией спиртов $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{t^\circ > 140^\circ} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p>	<p>1) Реакция присоединения. Алкены присоединяют водород, галогены, галогеноводороды и воду. Реакция протекает по ионному механизму. Соблюдается правило Марковникова. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ, P} \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}$ $\text{CH}_2=\text{CH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$</p> <p>2) Реакция окисления. Алкены горят (пламя ярко светящее). $2\text{C}_3\text{H}_6 + 9\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3) Реакция полимеризации. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \dots \xrightarrow{K} (\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2)_n$</p>

Алкены (ацетилены) C_nH_{2n-2}

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>Для алкинов характерна sp-гибридизация:</p>  <p>2sp</p> <p>Два гибридных электронных облака образуют две σ-связи, два негибридизованных p-электронных облака образуют две π-связи.</p> 	<p>В промышленности: а) при взаимодействии карбида кальция с водой $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + \text{Ca}(\text{OH})_2$</p> <p>б) путем термического разложения метана $\text{CH}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + 3\text{H}_2$</p> <p>В лаборатории: а) взаимодействие карбида кальция с водой</p>	<p>1) Реакция присоединения. Алкены присоединяют водород, галогены, галогеноводороды и воду. $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{HBrBr}_2-\text{CHBrBr}_2$ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$</p> <p>2) Реакция окисления. На воздухе горит сильно коптящим пламенем. $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Алкены легко окисляются (обесцвечивают раствор KMnO₄)</p> <p>3) Реакция полимеризации. б) с образованием бензола: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_6\text{H}_6$</p>

Арены (ароматические углеводороды) C_nH_{2n-6}

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>Для бензольного ядра характерна sp²-гибридизация:</p>  <p>2sp²</p> <p>Два из трех гибридных электронных облака образуют две σ-связи между соседними атомами углерода, а третье между атомами углерода и водорода:</p>  <p>Негибридизованные p-электронные облака взаимно перекрываются и образуют устойчивую π-электронную систему.</p> 	<p>В промышленности: а) из продуктов пиролиза каменного угля б) в процессе ароматизации нефти, содержащей цикланы и алканы: $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$</p> <p>в) синтетическим путем: $3\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_6\text{H}_6$</p>	<p>1) Реакция замещения. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$</p>  <p>2) Реакция присоединения (протекают с трудом). $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, K} \text{C}_6\text{H}_{12}$</p> <p>3) Реакция окисления. Арены на воздухе горят сильно коптящим пламенем. $\text{C}_6\text{H}_6 + 7.5\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ Гомологи бензола способны окисляться в присутствии окислителей. $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + 3\text{O} \xrightarrow{K} \text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>4) Реакция полимеризации. Некоторые гомологи бензола способны полимеризоваться. </p>

Одноатомные предельные спирты C_nH_{2n+1}OH

Строение молекул	Получение	Химические свойства
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Из электронной формулы спирта видно, что в его молекуле химическая связь между атомом кислорода (O) и атомом водорода (H) весьма полярна. По атому водорода имеет частичный положительный заряд, а кислород - отрицательный. И как следствие:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) атом водорода, связанный с атомом кислорода, подвижен и реакционно способен; 2) возможно образование водородных связей между отдельными молекулами спирта и между молекулами спирта и воды. $\begin{array}{c} \text{R}-\text{O} \quad \text{R} \quad \text{R}-\text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \dots \quad \text{O}-\text{H} \quad \text{H} \quad \dots \quad \text{O}-\text{H} \\ (\delta^+) \quad (\delta^-) \quad (\delta^+) \quad (\delta^-) \end{array}$	<p>В промышленности:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) гидратацией алкенов: $\text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{D}]{\text{E}^\circ, \text{K}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ б) сбраживанием сахаристых веществ: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{дрожжи}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}+2\text{CO}_2\uparrow$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Взаимодействие с щелочными металлами. $2\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}+2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}^-\text{Na}^++\text{H}_2\uparrow$ 2) Взаимодействие с кислотами. $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}+\text{HCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_5-\text{Cl}+\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3-\text{OH}+\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3-\text{O}-\text{NO}_2+\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})-\text{C}_2\text{H}_5+\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})-\text{C}_2\text{H}_5-\text{NO}_2+\text{H}_2\text{O}$ 3) Реакция окисления. <ol style="list-style-type: none"> а) спирты горят: $2\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}+9\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2+8\text{H}_2\text{O}$ б) в присутствии окислителей окисляются: $\text{CH}_3\text{OH}+\text{CuO} \xrightarrow{\text{E}^\circ} \text{H}-\text{C}(\text{O})-\text{H}+\text{Cu}+\text{H}_2\text{O}$ 4) Подвергаются дегидрированию и дегидратации. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{E}^\circ, 140^\circ} \text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{H}_2\text{O}$

Фенолы R-OH или R(OH)_n

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>В отличие от радикалов алканов (CH₃, C₂H₅, т.д.) бензольное кольцо обладает свойством несколько притягивать к себе электронную плотность кислородного атома гидроксильной группы.</p> <p>В следствии этого атом кислорода сильнее, чем в молекулах спиртов, притягивает к себе электронную плотность от атома водорода.</p> <p>Поэтому в молекуле фенола химическая связь между атомом кислорода и атомом водорода становится более полярной, а атом водорода более подвижен и реакционноспособен.</p> $\begin{array}{c} \text{O}^{\delta-} \\ \\ \text{H}-\text{C}^{\delta+} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	<p>В промышленности:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) выделяют из продуктов пиролиза каменного угля; б) из бензола и пропилена: $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ 	<p>В молекуле фенола наиболее ярко проявляется взаимное влияние атомов и атомарных групп. Это выявляется при сравнении химических свойств фенола и одноатомных спиртов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Свойства, связанные с наличием гидроксигруппы (-OH): $2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}+2\text{Na} \xrightarrow{\text{E}^\circ} 2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^++\text{H}_2\uparrow$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}+\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^++\text{H}_2\text{O}$ 2) Свойства, связанные с наличием бензольного кольца: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} + 3\text{HBr}$

Одноосновные предельные карбоновые кислоты R-C(=O)OH

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>Электронная и структурная формулы одноосновных карбоновых кислот следующие:</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array} \quad \text{или} \quad \begin{array}{c} \text{O}^{\delta-} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}^{\delta-} \end{array}$ <p>Из-за сдвига электронной плотности к атому кислорода в карбонильной группе атом углерода приобретает частичный положительный заряд. В следствии этого углерод притягивает электронную плотность от гидроксильной группы и атом водорода становится более подвижным, чем в молекулах спиртов.</p>	<p>В промышленности:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) окислением алканов: $2\text{CH}_4+3\text{O}_2 \xrightarrow[\text{K}]{\text{E}^\circ} 2\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}+2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{C}_4\text{H}_{10}+5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{K}]{\text{E}^\circ} 4\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}+2\text{H}_2\text{O}$ б) окислением спиртов: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}+\text{O}_2 \xrightarrow[\text{K}]{\text{E}^\circ} \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}+\text{H}_2\text{O}$ в) окислением альдегидов: $2\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}+\text{O}_2 \xrightarrow{\text{K}} 2\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Молекулы простейших карбоновых кислот в водном растворе диссоциируют: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^++\text{CH}_3\text{COO}^-$ 2) Реагируют с металлами. $\text{HCOOH}+\text{Mg} \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Mg}+\text{H}_2\uparrow$ 3) Реагируют с основными оксидами и гидроксидами: $\text{HCOOH}+\text{KOH} \rightarrow \text{HCOOK}+\text{H}_2\text{O}$ 4) Реагируют с солями более слабых и летучих кислот: $2\text{CH}_3\text{COOH}+\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOK}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$ 6) Реагируют со спиртами: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5-\text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{E}^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

Альдегиды R-C(=O)H

Строение молекул	Получение	Химические свойства
<p>Электронная и структурная формулы альдегидов следующие:</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array} \quad \text{или} \quad \begin{array}{c} \text{O}^{\delta-} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ <p>У альдегидов в альдегидной группе между атомами углерода и водорода существует σ-связь, а между атомами углерода и кислорода - одна σ-связь и одна π-связь, которая легко разрывается.</p>	<p>В промышленности:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) окислением алканов: $\text{CH}_4+\text{O}_2 \xrightarrow[\text{H}]{\text{E}^\circ, \text{K}} \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}+\text{H}_2\text{O}$ б) окислением алкенов: $2\text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{O}_2 \xrightarrow[\text{H}]{\text{E}^\circ, \text{K}} 2\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ в) гидратацией алкинов: $\text{CH}\equiv\text{CH}+\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ <p>В лаборатории:</p> <p>окислением первичных спиртов:</p> $2\text{CH}_3\text{OH}+\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}+2\text{H}_2\text{O}$	<ol style="list-style-type: none"> 1) Из-за наличия в альдегидной группе π-связи наиболее характерными являются реакции присоединения: $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H} + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{H}]{\text{E}^\circ, \text{K}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ 2) Реакция окисления (протекает легко). $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H} + \text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}]{\text{E}^\circ, \text{K}} \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + 2\text{Ag}\downarrow$ $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow[\text{H}]{\text{E}^\circ} \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + 2\text{CuOH} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CuOH} \xrightarrow{\text{E}^\circ} \text{Cu}_2\text{O}+\text{H}_2\text{O}$