

Алканы — углеводороды, в которых атомы углерода и водорода соединены между собой только σ -связями. Углерод в алканах находится в sp^3 -гибридизации. Общая формула $C_n H_{2n+2}$
 sp^3 -Гибридизованный атом углерода имеет тетраэдрическое строение, угол между связями $109^\circ 28'$.

В ряду алканов проявляется структурная (изомерия цепи) и пространственная изомерия.

Химические свойства алканов определяются их строением. В молекулах предельных углеводородов все атомы связаны между собой прочными σ -связями, а валентности углеродных атомов полностью насыщены водородом. Поэтому предельные углеводороды **не вступают в реакции присоединения**. При обычных условиях они проявляют чрезвычайно высокую химическую **инертность**, поэтому названы парафинами.

Алканы содержат неполярные C-C и слабополярные C-H ковалентные связи. Для таких связей характерен **гомолитический** разрыв на свободные радикалы, поэтому реакции алканов проходят преимущественно по **радикальному** механизму. Для радикальных реакций требуются довольно жесткие условия: повышенная температура, действие УФ-облучения и/или присутствие инициаторов - источников активных свободных радикалов.

Гетеролитический разрыв связей С-С и С-Н в обычных условиях не происходит. Это проявляется в устойчивости алканов к действию полярных реагентов - кислот, щелочей, окислителей ионного типа: KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и т.п., поэтому они **при обычных условиях не обесцвечивают бромную воду и раствор марганцовокислого калия.**

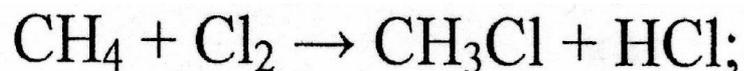
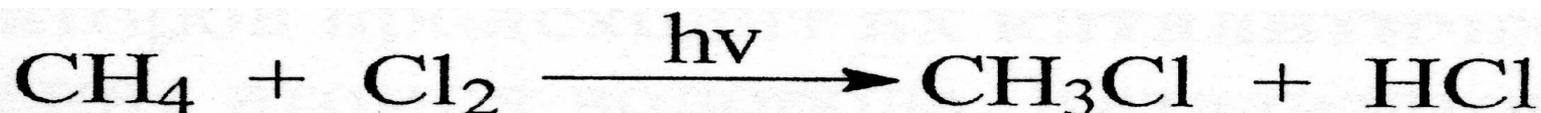
Для алканов характерны следующие типы реакций:

1. Реакции замещения. В молекулах алканов связи С-Н связи пространственно более доступны для атаки другими частицами, чем связи С-С. Наиболее важными реакциями замещения в ряду алканов являются реакции галогенирования, нитрования, сульфохлорирования и сульфоокисления.

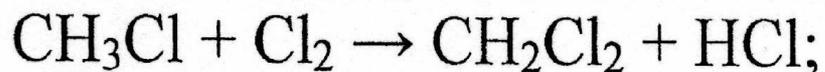
Галогенирование алканов - реакция замещения одного или нескольких атомов водорода в молекуле алкана на галоген.

Активность галогенов в этой реакции уменьшается в ряду: $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$. Практическое значение имеет реакция хлорирование метана:

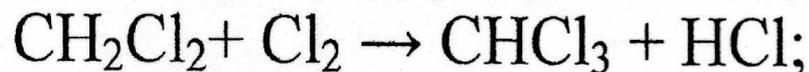
При достаточном количестве хлора реакция может продолжаться дальше и приводить к образованию смеси продуктов замещения 2-х, 3-х и 4-х атомов водорода.



хлорметан

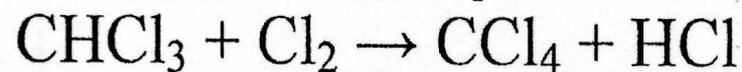


дихлорметан



трихлорметан

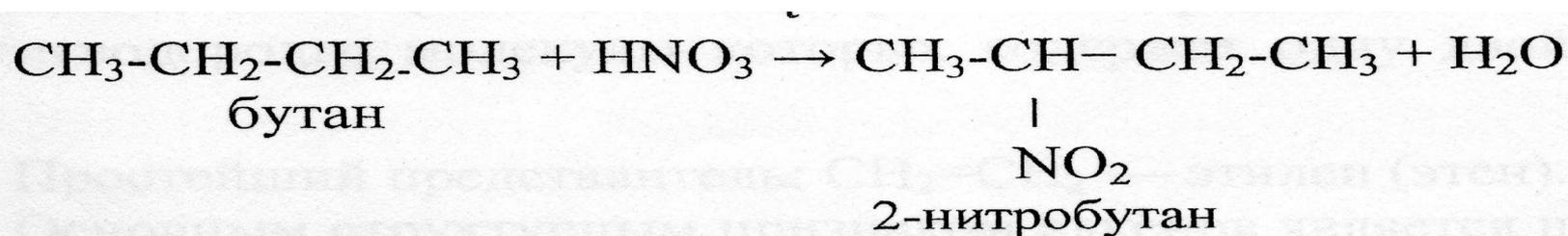
(хлороформ)



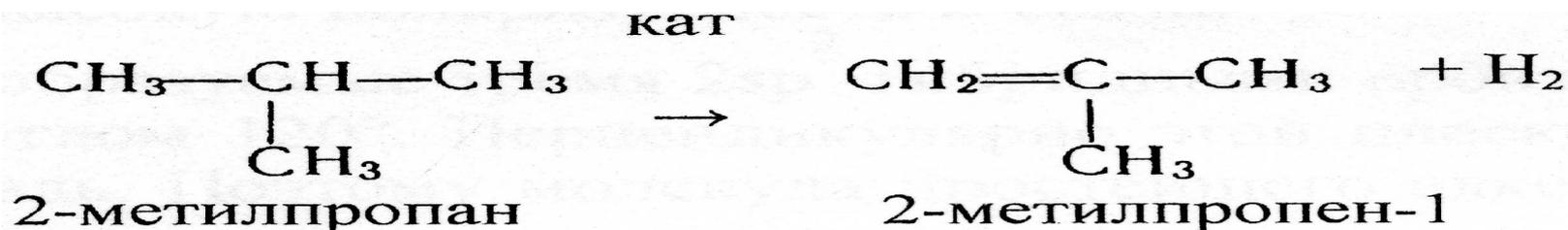
тетрахлорметан

Галогенирование алканов протекает по радикальному цепному механизму, то есть как цепь последовательных превращений с учетом свободно-радикальных частиц.

Нитрование. На алканы действует разбавленная (12—14%-ной) азотная кислота при нагревании (~140°C) и давлении (реакция М. И. Коновалова). В результате происходит замещение атома водорода на остаток азотной кислоты — нитрогруппу — NO₂.



Реакции отщепления — дегидрирование. При нагревании алканов в присутствии катализаторов происходит их каталитическое дегидрирование — разрыв связей C-H и отщепление атомов водорода. Катализаторы — металлы (Pt, Pd, Ni, Fe) или оксиды металлов (Cr₂O₃, Fe₂O₃, ZnO). В промышленности по этой реакции получают алкены, например, в присутствии алюмохромокалиевого катализатора (K₂O - Cr₂O₃ - Al₂O₃) при 560-620°C



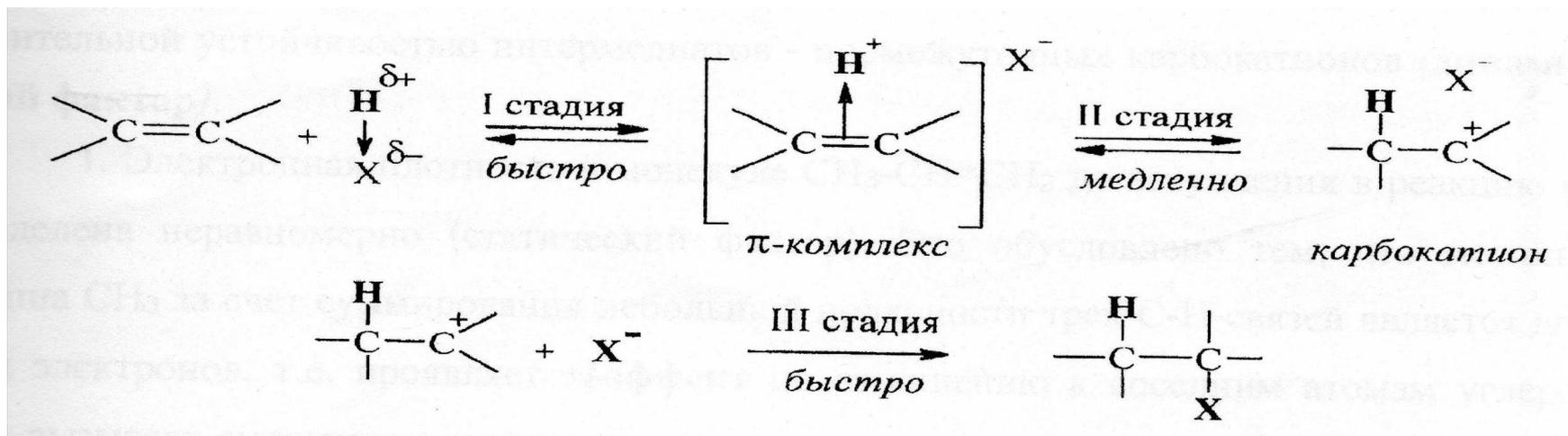
У **цис**-изомеров заместители расположены по одну сторону от плоскости двойной связи, у **транс**-изомеров – по разные.

Для алкенов характерны **реакции присоединения**, в которую они вступают с различными реагентами.

Реагент	Продукт реакции	Тип реакции
HCl	$\text{H} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \text{Cl}$	Гидрогалогенирование
$\text{H}_2\text{O} (\text{H}^+)$	$\text{H} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \text{OH}$	Гидратация
H_2SO_4	$\text{H} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \text{OSO}_3\text{H}$	Сульфатирование (сульфоэтерификация)
Br_2	$\text{Br} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \text{Br}$	Галогенирование
кат.	$\left(\begin{array}{c} \\ \text{C} \\ \end{array} - \begin{array}{c} \\ \text{C} \\ \end{array} \right)_n$	Полимеризация
$\text{H}_2 (\text{Ni})$	$\text{H} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \text{H}$	Гидрирование (восстановление)
$\text{KMnO}_4 (\text{H}_2\text{O})$	$\text{HO} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \text{OH}$	Гидроксилирование (окисление по Вагнеру)

За счет π -электронов на двойной связи в молекулах алкенов сосредоточена повышенная электронная плотность. Поэтому связь $C=C$ склонна подвергаться атаке электрофильным (электронодефицитным) реагентом. В этом случае будет происходить гетеролитический разрыв π -связи, и реакция пойдет по механизму **электрофильного присоединения**, который обозначается символом Ad_E . Электрофильные реагенты – это частицы (катионы или молекулы), имеющие свободную орбиталь на внешнем электронном уровне и способные предоставить её на образование связи по донорно-акцепторному типу.

Механизм Ad_E включает несколько элементарных стадий

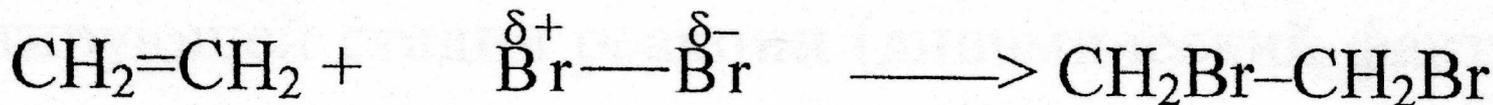


Стадия I: образование промежуточной частицы, называемой π -**комплексом**. Это донорно-акцепторный комплекс, который возникает в результате взаимодействия π -электронного облака связи C=C и вакантной 1s-орбитали катиона H⁺, образующегося при диссоциации молекулы HX.

Стадия II (лимитирующая): образование промежуточного карбокатиона. Электрофил H⁺ присоединяется к алкену за счет электронной пары π -связи, образуя новую σ -связь C-H по донорно-акцепторному типу.

Стадия III: взаимодействие карбокатиона с анионом X⁻, образовавшимся при диссоциации HX, которое приводит к продукту реакции.

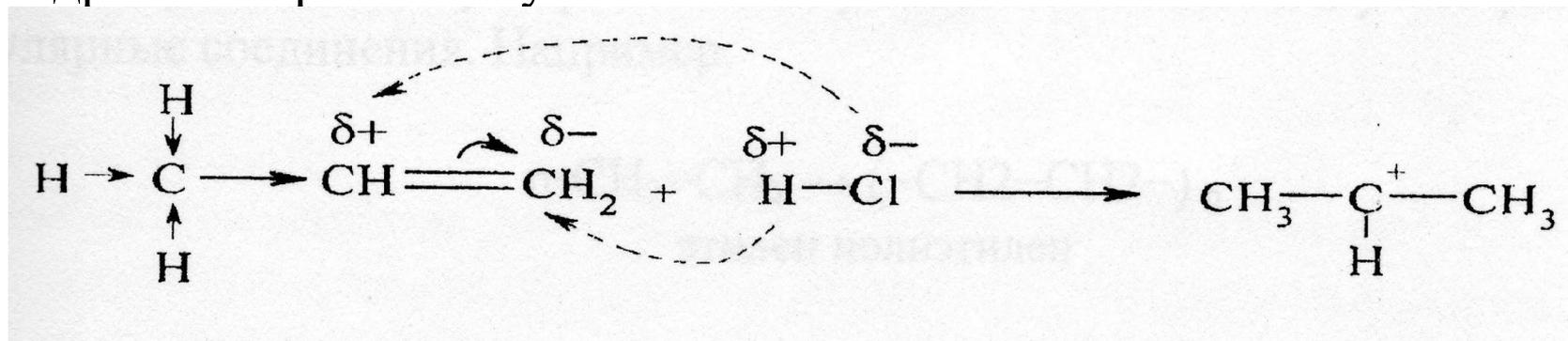
Примером реакции присоединения может служить реакция бромирования этилена



Этилен

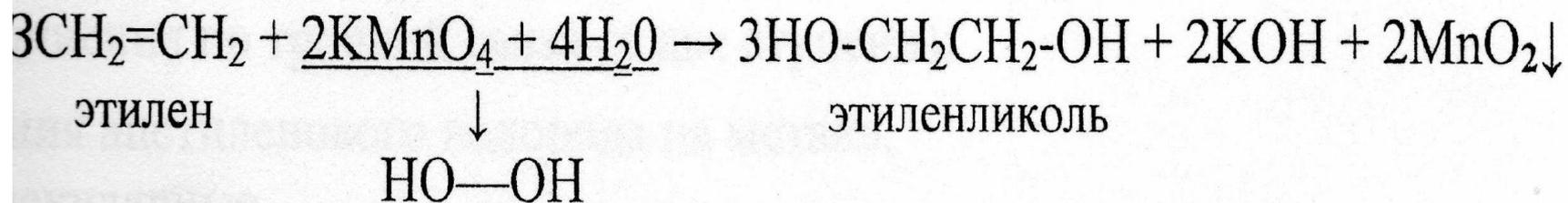
1,2-дибромэтан

Присоединение к несимметричным алкенам происходит по правилу В. В. Марковникова: при ионном присоединении галогеноводородов к несимметричным олефинам (при обычных условиях) водород присоединяется по месту двойной связи к наиболее гидрогенизированному (связанному с наибольшим числом водородных атомов) атому углерода, а галоген — к менее гидрогенизированному:



Атака электрофильной частицы H⁺ происходит по более гидрогенизированному углеродному атому, а остаток молекулы (в данном случае Cl⁻) присоединяется к менее гидрогенизированному атому углерода.

Реакции окисления. Алкены легко окисляются многими окислителями. При мягком окислении разрывается π -связь, а при жестком- и π , и σ -связи. Мягкое окисление алкенов водным раствором перманганата калия проходит по типу присоединения HO – OH по месту разрыва π -связи и приводит к образованию гликолей – двухатомных спиртов.



При жестком окислении, такими окислителями, как кислый раствор KMnO_4 , хромовой смесью, HNO_3 реакция проходит по типу разложения – разрыв π - и σ -связи:

[O] π-, и σ-связи



алкен

карбоновая кислота

Реакции полимеризации – образование высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных за счет разрыва непрочных двойных связей в молекулах субстратов, проходящих без выделения побочных продуктов. Реакция полимеризации алкенов впервые была открыта А.М. Бутлеровым. Эта реакция позволяет получать различные высокомолекулярные соединения.



этилен полиэтилен

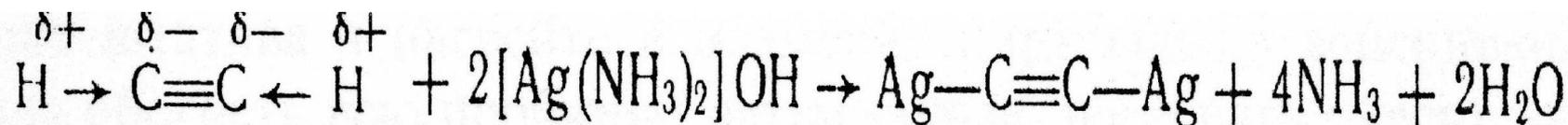
Алкены обычно при комнатной температуре присоединяют бром, образуя бесцветные бромпроизводные, т. е. происходит обесцвечивание бромной воды. Так же легко происходит обесцвечивание водного раствора перманганата калия. Эти две пробы являются качественными реакциями на двойную связь.

Алкины или ацетиленовые углеводороды - ненасыщенные углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь. Они имеют общую формулу $C_n H_{2n-2}$. Первый и основной представитель гомологического ряда ацетиленовых углеводородов — ацетилен (этин) C_2H_2 . Атомы углерода при тройной связи находятся в состоянии sp -гибридизации. Для них характерны реакции:

1. присоединения по тройной связи (в две ступени);
2. замещения ацетиленового водорода на металл.
3. межмолекулярные.

Алкины легче вступают в **реакции присоединения с нуклеофильными реагентами** (вода, спирт и т.д.), чем с электрофильными (галогены). Для них реакции присоединения протекают ступенчато и труднее, чем для алкенов.

Реакции замещения. Ацетилен и его гомологи с концевой тройной связью $\text{K}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ вследствие полярности связи $\text{C}(\text{sp})-\text{H}$ проявляют слабые кислотные свойства и способны отщеплять протон под действием достаточно сильных оснований. Подвижный атом водорода может замещаться на металл с образованием соли – ацетиленидов.



Образование белого осадка ацетиленида серебра (или красно-коричневого ацетиленида меди) служит качественной реакцией на концевую тройную связь. Если тройная связь находится не на конце цепи, то кислотные свойства отсутствуют (нет подвижного атома водорода) и ацетилениды не образуются.

Реакции межмолекулярные. Ацетиленовые углеводороды в зависимости от условий реакции способны к реакциям димеризации, тримеризации, циклоолигомеризации и полимеризации. Например, тримеризация ацетилена.

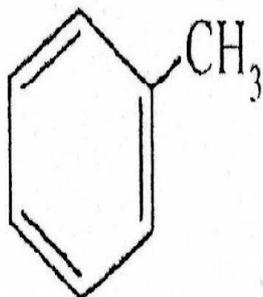
Арены

Арены или ароматические углеводороды - соединения, молекулы которых содержат устойчивые циклические группы атомов (бензольные кольца) с замкнутой системой сопряженных связей.

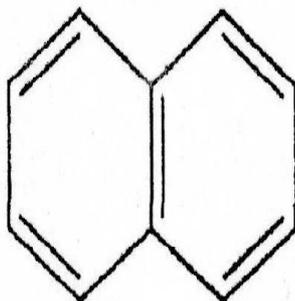
Представители **аренов**:



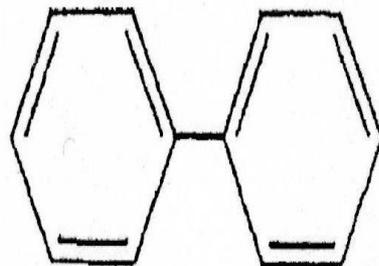
Бензол



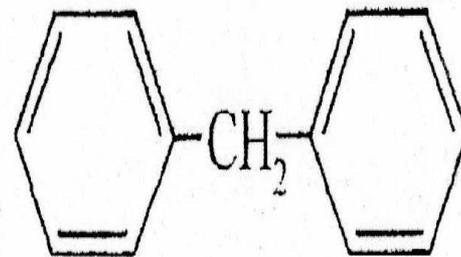
Толуол



Нафталин



Дифенил



Дифенилметан

По числу бензольных колец в молекуле арены подразделяются на группы.

- **Моноядерные арены** - общая формула C_nH_{2n-6} , где $n \geq 6$ (бензол C_6H_6 и его гомологи, например, толуол $C_6H_5CH_3$ и т.п.)

- **Многоядерные арены** содержат в молекуле несколько бензольных ядер. В зависимости от характера их соединения различают

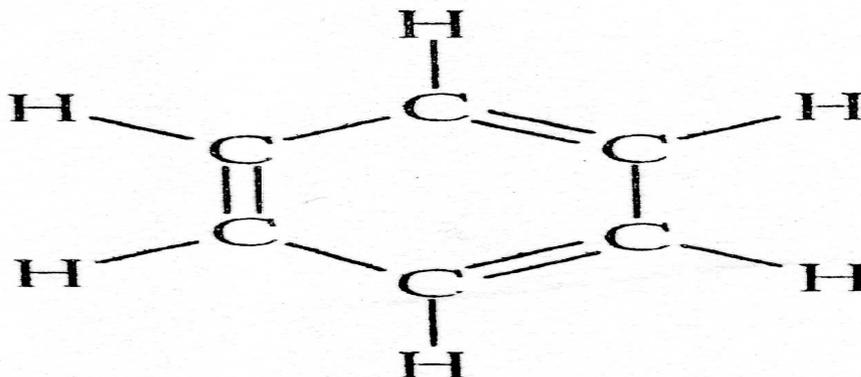
- углеводороды с конденсированными кольцами (например, нафталин); - углеводороды с неконденсированными кольцами:

- соединенные σ -связью (например, дифенил),

- продукты замещения двух или трех атомов водорода в молекуле метана на две или три фенильные группы (дифенилметан и трифенилметан)

Строение бензола

Бензол C_6H_6 - родоначальник ароматических углеводородов. Каждый из шести атомов углерода в его молекуле находится в состоянии sp^2 - гибридизации и связан с двумя соседними атомами углерода и атомом водорода σ -связями. Валентные углы между каждой парой σ -связей равны 120° . Таким образом, скелет σ -связей представляет собой правильный шестиугольник, в котором все атомы и все связи C-C и C-H лежат в одной плоскости.



Все углерод-углеродные связи в бензоле равноценны, их длина равна 0,140 нм, что соответствует промежуточному значению между длиной простой связи C-C (0,154 нм) и двойной C=C (0,134 нм). Это означает, что в молекуле бензола между углеродными атомами нет чисто простых и двойных связей (как это показано в формулах, предложенных Ф. Кекуле), а все они выровнены (делокализованы).

Влияние заместителя в бензольном кольце на направление и скорость электрофильного замещения

В незамещенном бензоле C_6H_6 электронная плотность в кольце распределена равномерно и при взаимодействии с электрофильным реагентом равновероятна атака любого из шести атомов углерода.

В производных бензола C_6H_5X под влиянием заместителя X равномерность распределения π -электронного облака нарушена, т.е. имеются области повышенной и пониженной электронной плотности. Поэтому направление и легкость электрофильной атаки зависят от природы заместителя. Ориентирующее влияние заместителей определяется их электронными эффектами и стабильностью промежуточно образующихся карбокатионов.

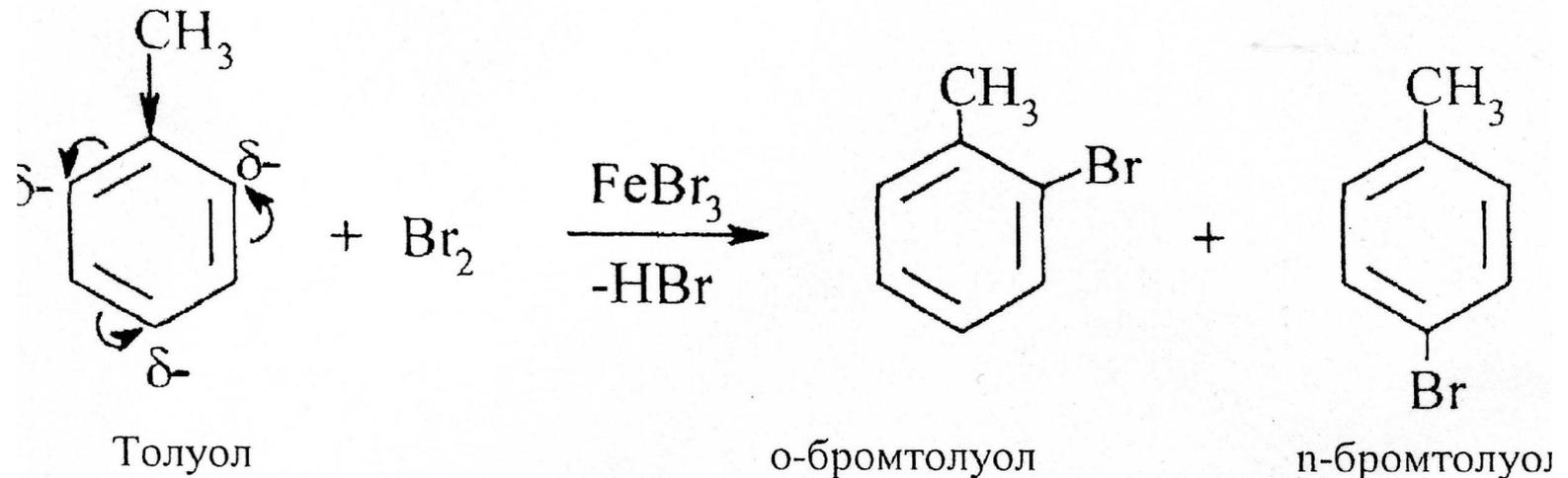
Правила ориентации при электрофильном замещении в производных бензола:

- заместители, имеющиеся в бензольном ядре, направляют вновь вступающую группу в определенные положения, т.е. оказывают ориентирующее действие;
- по своему направляющему действию все заместители делятся на две группы: **ориентанты первого рода** и **ориентанты второго рода**.

Ориентанты I рода (*орто-пара-ориентанты*)

направляют последующее замещение преимущественно в орто- и пара-положения. К ним относятся **электронодонорные** группы: **-CH₃**, **-C₂H₅** и т. **-OH**, **-OR**, **-NH₂**, **-NR₂**.

Ориентанты I рода повышают электронную плотность в бензольном кольце, особенно на углеродных атомах в орто- и пара-положениях, что способствует взаимодействию с электрофильными реагентами именно этих атомов. Поэтому, например, при галогенировании толуола образуется смесь изомерных **орто-** и **пара-**галогентолуолов:

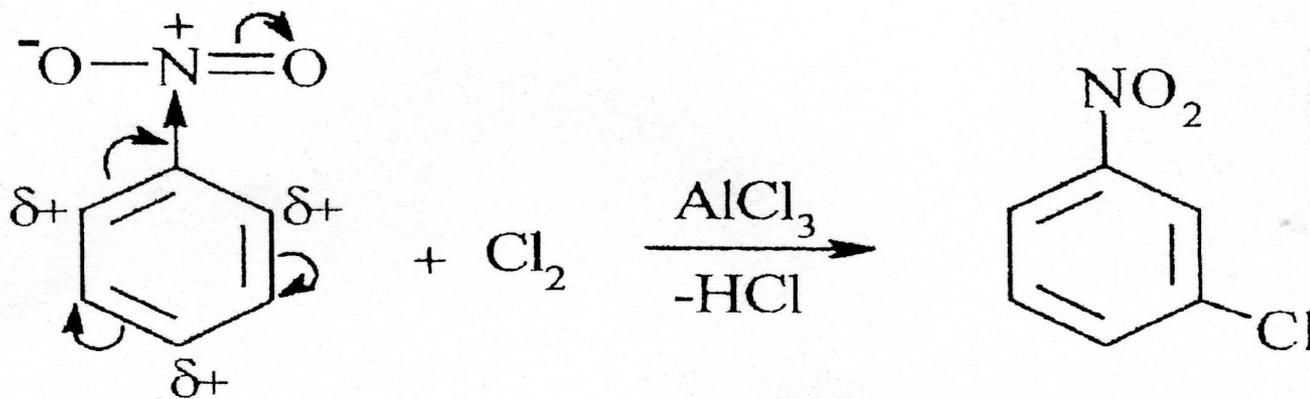


Ориентанты II рода (мета-ориентанты)

Они направляют последующее замещение преимущественно в мета-положение. К ним относятся **электроноакцепторные** заместители:

$-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{CH}=\text{O}$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{C}\equiv\text{N}$, $-\text{CCl}_3$ и др.

Ориентанты II рода уменьшают электронную плотность в бензольном кольце, особенно в **орто-** и **пара-положениях**. Поэтому электрофил атакует атомы углерода не в этих положениях, а в мета-положении, где электронная плотность несколько выше. Например:



Нитробензол

3-нитрохлорбензол

ГИДРОКСИСОЕДИНЕНИЯ

К органическим гидроксисоединениям относятся вещества, которые содержат в молекулах одну или более гидроксильных групп $-OH$, связанных с углеводородным радикалом.

В зависимости от характера углеводородного радикала эти соединения подразделяются на две большие группы:

спирты $R-OH$, где R - *алкил* (алифатический углеводородный радикал);

фенолы $Ar-OH$, где Ar - *арил* (ароматический радикал, например, радикал *фенил* $-C_6H_5$). Радикал **бензил** $C_6H_5-CH_2-$ является *ариалкилом* (свободная валентность находится при насыщенном атоме углерода), поэтому соединение $C_6H_5-CH_2-OH$ относится к спиртам.

Спирты - производные углеводородов, молекулы которых содержат одну или несколько гидроксильных групп $-OH$, связанных с насыщенными (sp^3) атомами углерода.

Общая формула класса спиртов $R-OH$, где R - алкил (Alk).
Классификация спиртов основана на трех структурных признаках.

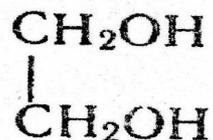
1. По числу гидроксильных групп спирты подразделяются на:

одноатомные (одна группа $-OH$), простейший представитель - **метанол** CH_3-OH ;

многоатомные (две и более групп $-OH$):

двухатомный спирт, трехатомный спирт:

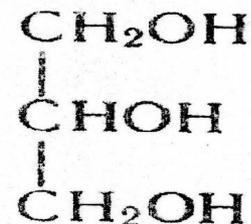
двухатомный спирт:



этиленгликоль

(этандиол-1,2)

трехатомный спирт:



глицерин

(пропантриол-1,2,3)

Спирты с двумя OH-группами при одном и том же атоме углерода, такие как $\text{R}-\text{CH}(\text{OH})_2$ и $\text{R}_2\text{C}(\text{OH})_2$ неустойчивы, они легко отщепляют воду и превращаются, соответственно, в альдегиды $\text{R}-\text{CH}=\text{O}$ или кетоны $\text{R}_2\text{C}=\text{O}$. Трехатомные спирты $\text{R}-\text{C}(\text{OH})_3$ не существуют (переходят в кислоты).

В зависимости от того, с каким атомом углерода (первичным, вторичным или третичным) **связана гидроксильная группа**, различают спирты: первичные $\text{R}-\text{CH}_2-\text{OH}$, вторичные $\text{R}_2\text{CH}-\text{OH}$, третичные $\text{R}_3\text{C}-\text{OH}$.

По строению углеводородных радикалов, связанных с атомом кислорода, спирты подразделяют на: **алифатические предельные** (например, $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}$) и **непредельные** - алкенолы ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$), **алициклические предельные и непредельные** (циклогексанол $\text{C}_6\text{H}_{11}-\text{OH}$ и др.); **ароматические** (например, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-\text{OH}$ – бензиловый спирт).

В реакциях гидроксисоединений по функциональной группе возможен разрыв одной из двух связей:

С-ОН с отщеплением ОН-группы,

О-Н с отщеплением водорода. Возможны реакции:

-реакции замещения, в которых происходит замена ОН или Н,

-реакции элиминирования (отщепления), когда образуется двойная связь.

Полярный характер связей С-О и О-Н способствует гетеролитическому их разрыву под действием полярных реагентов и протеканию реакций по ионному механизму.

При разрыве связи О-Н с отщеплением протона (H^+) проявляются кислотные свойства гидроксисоединения.

За счет неподеленной пары электронов на атоме кислорода проявляются свойства **основания** при взаимодействии с электрофилом, т.е. нуклеофильные свойства.

Пониженная электронная плотность на атоме углерода в связи С-О облегчает ее разрыв в реакциях с нуклеофильными реагентами (электрофильные свойства).

Реакции по связи О-Н

К наиболее характерным реакциям гидроксисоединений, идущим с разрывом связи О-Н, относятся:

замещение атома водорода на металл (кислотные свойства);

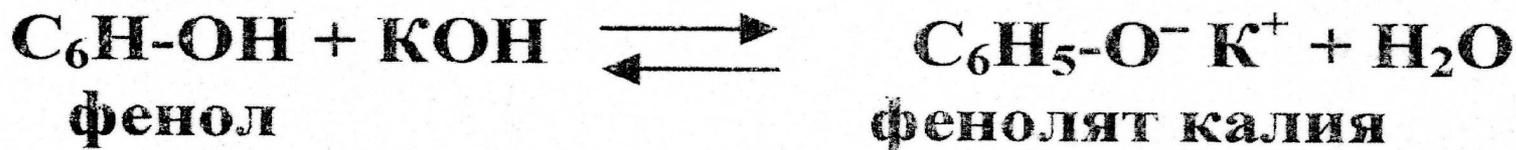
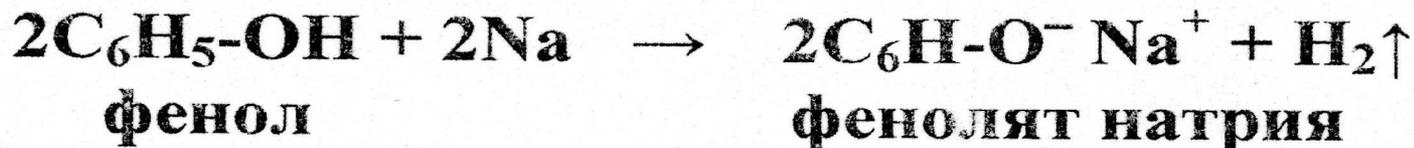
замещение атома водорода на остаток кислоты (образование сложных эфиров);

отщепление водорода при окислении и дегидрировании.

Легкость прохождения этих реакций и строение образующихся продуктов зависят от строения углеводородного радикала и взаимного влияния атомов в молекуле гидроксильного соединения.

Реакционная способность одноатомных **спиртов** в реакциях по связи О-Н уменьшается в ряду: **CN₃OH > первичные > вторичные > третичные.**

Фенолы реагируют как с активными металлами, так и с их гидроксидами, образуя соли - **феноляты** (феноксиды):

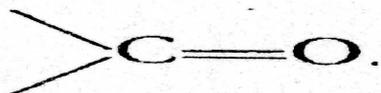


Фенолы при действии раствора хлорида железа (III) образуют комплексы, придающие раствору интенсивную окраску. Цвет растворов зависит от строения фенольного соединения. В реакции с FeCl_3 фенол дает красно-фиолетовую окраску, крезолы - голубую, двухатомные фенолы – зеленую.

С FeCl_3 (в разбавленных водных или спиртовых растворах) фенол образует комплексную соль, окрашенную в фиолетовый цвет (качественная реакция на фенол).

ОКСОСОЕДИНЕНИЯ (АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ)

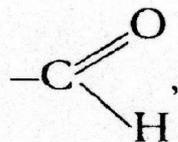
Органические соединения, молекулы которых содержат карбонильную группу (оксо-группу)



называют карбонильными или оксосоединениями и подразделяются на альдегиды и кетоны.

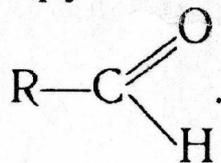
Альдегиды - органические соединения, в молекулах которых атом углерода карбонильной группы (карбонильный углерод) связан с атомом водорода.

Функциональная группа



называется альдегидной.

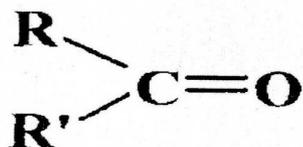
Общая формула: **R-CH=O** или



(R = H, алкил, арил)

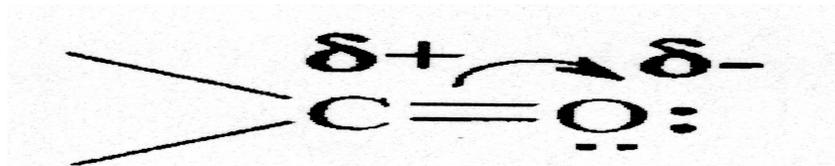
Кетоны - органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу, соединенную с двумя углеводородными радикалами.

Общие формулы: $R_2C=O$, $R-CO-R'$ или



(R, R' = алкил, арил)

Свойства альдегидов и кетонов определяются строением карбонильной группы $>C=O$ и взаимным влиянием атомов в молекулах. Связь $C=O$ сильно полярна. Электроны кратной связи $C=O$, в особенности более подвижные π -электроны, смещены к более электроотрицательному атому кислорода, что приводит к появлению на нем частичного отрицательного заряда. Карбонильный углерод приобретает частичный положительный заряд:



Химические свойства альдегидов и кетонов

Для карбонильных соединений характерны реакции различных типов:

реакции, по карбонильной группе;

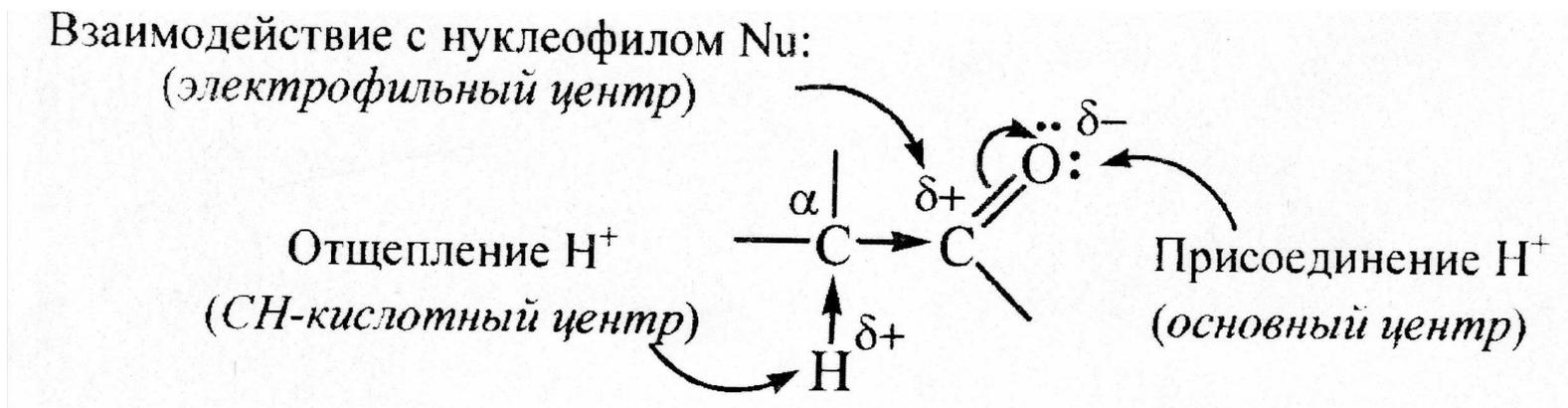
реакции, протекающие с участием α -водородного атома;

полимеризация;

восстановление;

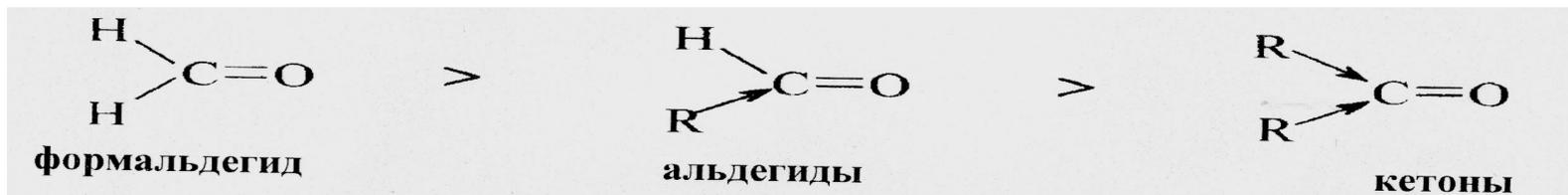
окисление.

Разнообразие химических свойств карбонильных соединений обусловлено наличием в их молекулах нескольких реакционных центров:

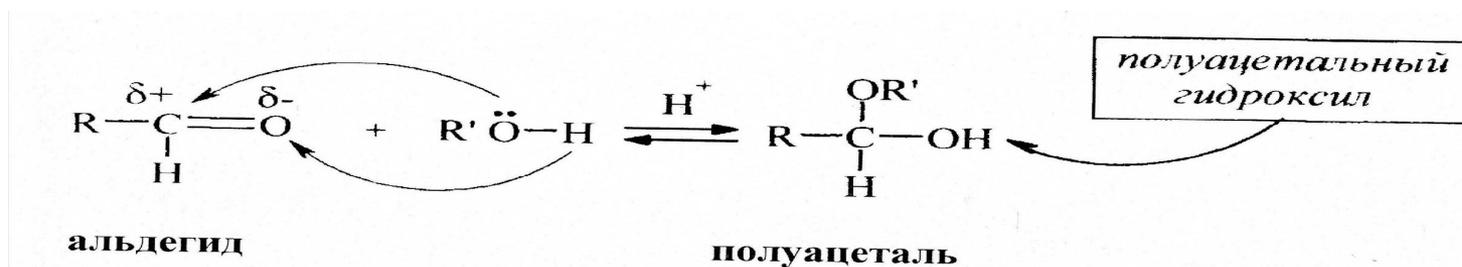


Наличие в молекуле альдегида или кетона электрофильного центра - атома углерода карбонильной группы - предопределяет возможность нуклеофильной атаки.

Большинство реакций альдегидов и кетонов протекает по механизму **нуклеофильного присоединения** по связи C=O (участвует электрофильный центр - карбонильный атом углерода). Реакционная способность в таких реакциях уменьшается от альдегидов к кетонам.



Присоединение большинства реагентов по двойной связи C=O происходит по механизму **нуклеофильного присоединения** (Ad_N). Покажем эту реакцию на примере присоединения спирта:



Реакция катализируется кислотами или основаниями.

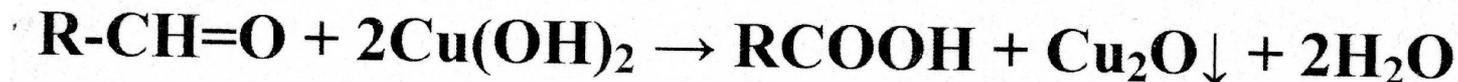
Реакции восстановления оксидов и гидроксидов металлов альдегидной группой.

Альдегиды легко восстанавливают оксид серебра и гидроксид меди (II), а сами окисляются в соответствующие карбоновые кислоты:

а) реакция «серебряного зеркала» - восстановление серебра из аммиачного раствора оксида серебра (**реакция Толленса**):



б) восстановление меди (II) из гидроксида меди (II) с образованием красно-кирпичного осадка Cu_2O (**реакция Троммера**):



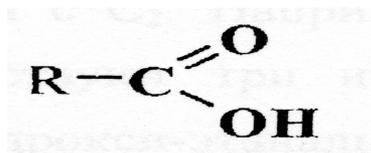
Эти реакции являются **качественными** на альдегидную группу.

Кетоны окисляются с трудом лишь при действии более сильных окислителей и повышенной температуре. При этом происходит разрыв C-C-связей (соседних с карбонилем) и образование смеси карбоновых кислот с более короткой углеродной цепью. Устойчивость кетонов к окислению позволяет отличить их от альдегидов по отсутствию реакции «серебряного зеркала» и реакции с $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Карбоновые кислоты - органические соединения, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп **-COOH**, связанных с углеводородным радикалом.

Изучение карбоновых кислот лучше начинать с рассмотрения одноосновных насыщенных кислот, общая формула которых

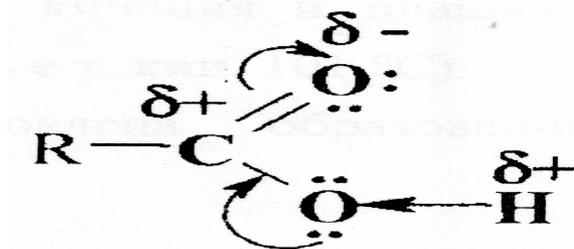


Карбоновые кислоты бывают одноосновные или монокарбоновые; по характеру углеводородного радикала различают предельные, непредельные и ароматические кислоты.

Названия карбоновых кислот по систематической номенклатуре производят от названия предельных углеводородов с добавлением окончания **-овая** и слова **кислота**. Нумерация главной цепи начинается с углерода, входящего в состав карбоксильной группы.

Строение карбоксильной группы.

Карбоксильная группа H сочетает в себе две функциональные группы - карбонил $>\text{C}=\text{O}$ и гидроксил $-\text{OH}$, взаимно влияющие друг на друга.



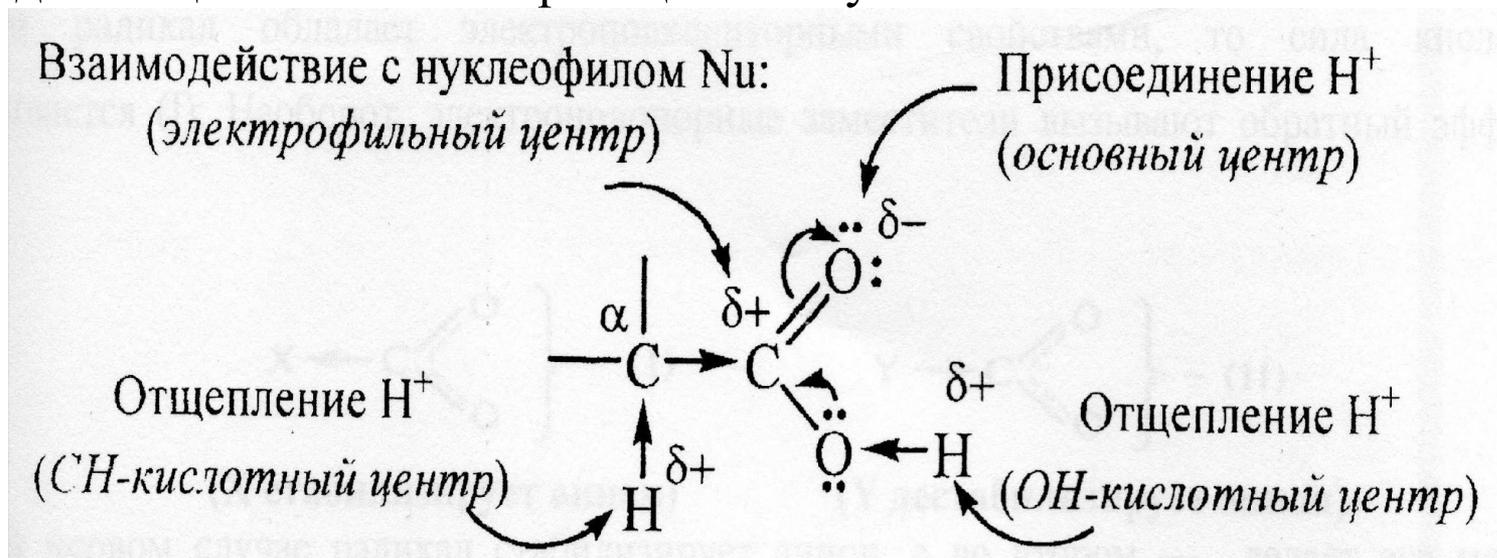
Смещение электронной плотности к карбонильному атому кислорода вызывает дополнительную (по сравнению со спиртами и фенолами) поляризацию связи $\text{O}-\text{H}$. Поэтому карбоновые кислоты значительно превосходят по кислотности спирты и фенолы. В водном растворе карбоновые кислоты диссоциируют на ионы:



Пониженная электронная плотность (δ) на атоме C в карбоксильной группе определяет возможность нуклеофильного замещения группы $-\text{OH}$ с образованием функциональных производных карбоновых кислот $\text{R}-\text{CO}-\text{X}$ ($\text{X} = -\text{OR}, -\text{NH}_2, -\text{OCOR}, -\text{Cl}, -\text{Br}$, и т.п.)

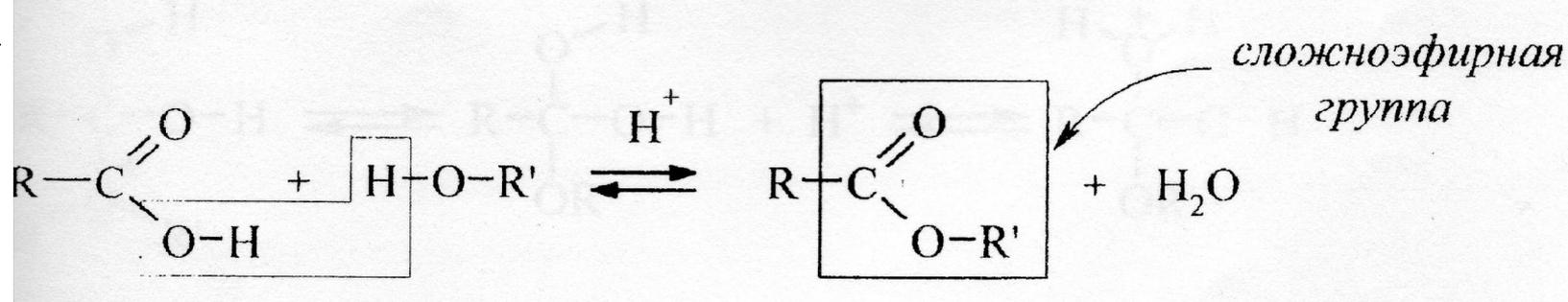
Химические свойства карбоновых кислот

В молекулах карбоновых кислот можно выделить ряд реакционных центров, определяющих возможные реакции с их участием.



Карбоновые кислоты проявляют высокую реакционную способность. Они вступают в реакцию с различными веществами и образуют разнообразные соединения, среди которых большое значение имеют функциональные производные – соединения, полученные в результате реакций по карбоксильной группе.

Сложные эфиры, R-COOR' - производные карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа -ОН карбоксила замещена на группу OR'. Их получают при взаимодействии карбоновой кислоты со спиртом (катализатор



Образование сложного эфира из кислоты и спирта называется реакцией этерификации. Это обратимый процесс. Обратная реакция - **гидролиз сложного эфира**.

Установлено, что при этерификации от кислоты отщепляется гидроксил, а от спирта водород (т.е. спирт выступает в качестве нуклеофила, образуя связь с карбонильным атомом углерода за счет своей неподеленной электронной пары).

Амиды (R-CONH₂) – производные карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа -ОН замещена на аминогруппу -NH₂.

Амиды получают при взаимодействии кислот с аммиаком при нагревании для разложения образующейся аммониевой соли.



Нитрилы $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$ – органические соединения, в которых углеводородный радикал связан с группой $-\text{C}\equiv\text{N}$

Основным способом получения нитрилов является дегидротация амидов на кислотных катализаторах в присутствии водоотнимающих реагентов:



Аминокислоты

Аминокислоты - органические соединения, содержащие в молекуле два типа функциональных групп: карбоксильную **-COOH**, и аминогруппу **-NH₂**, т.е. относится к **гетерофункциональным соединениям**. Аминокислоты можно также рассматривать как производные карбоновых кислот, содержащих в радикале одну или несколько аминогрупп.

Аминокислоты играют огромную роль в жизни животных и растительных организмов, так как являются теми структурными элементами, из которых построены молекулы важнейшего природного полимера - белка - основы всего живого.

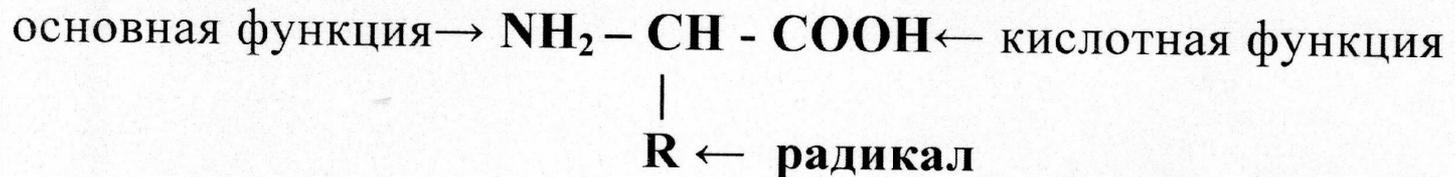
Классифицируются аминокислоты по взаимному расположению функциональных групп, по числу и характеру функциональных групп, по химической природе радикала R α-аминокислот.

Для аминокислот применима международная номенклатура (ИЮПАК), но чаще используют тривиальные названия. Тривиальные названия α-аминокислот обычно связаны с источником выделения.

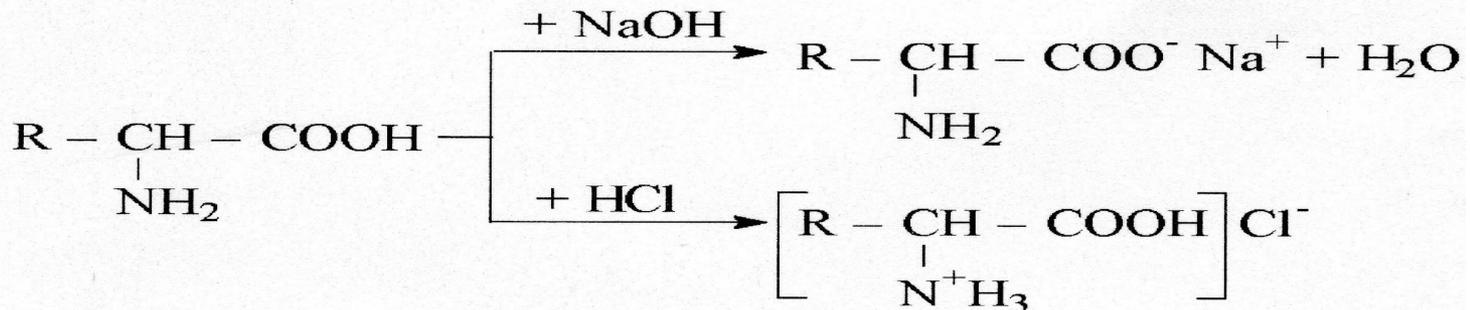
Физические и химические свойства

α -Аминокислоты - кристаллические вещества, растворимые в воде. Многие из них обладают сладким вкусом.

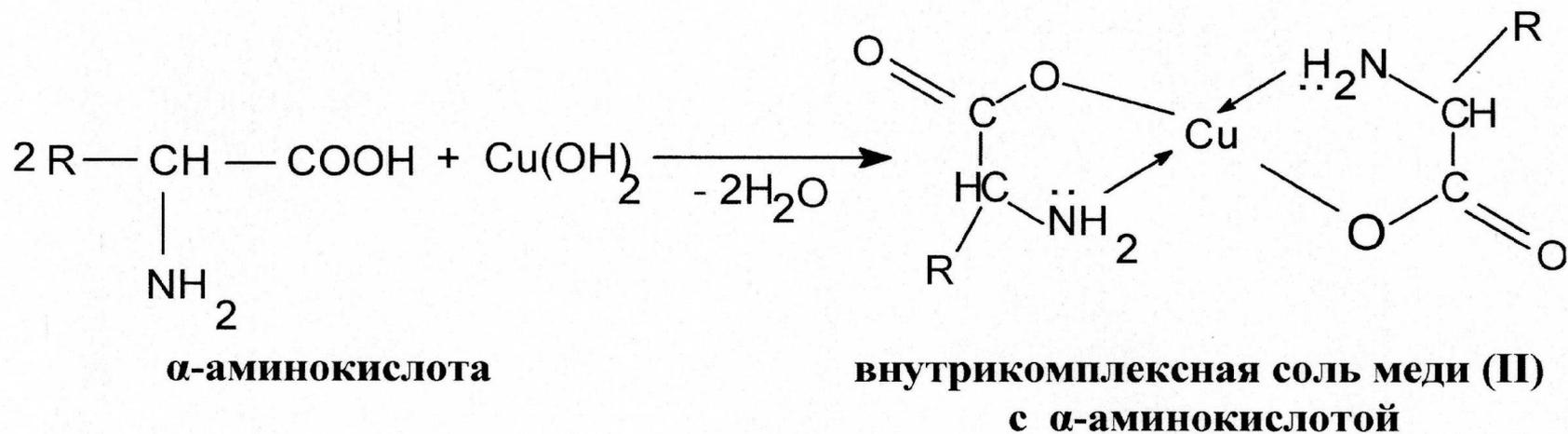
Химические свойства аминокислот определяются свойствами двух функциональных групп: карбоксильной и аминогруппы:



Амфотерность α -аминокислот обусловлена наличием в их молекулах функциональных групп кислотного (-COOH) и основного (-NH₂) характера. Поэтому α -аминокислоты образуют соли как со щелочами, так и с кислотами



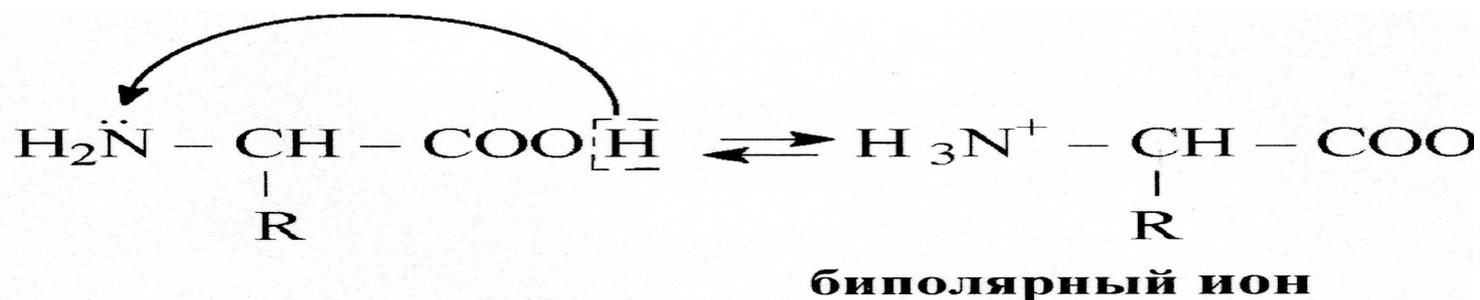
С катионами тяжелых металлов α -аминокислоты как бифункциональные соединения, образуют внутрикомплексные соли, например, со свежеприготовленным гидроксидом меди (II) в мягких условиях получают хорошо кристаллизующиеся хелатные соли меди (II) синего цвета (от греч. "хела" - клешня).



Эти комплексы хорошо растворимы в воде, в некоторых органических растворителях и широко используются для обнаружения α -аминокислот в аналитической химии.

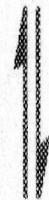
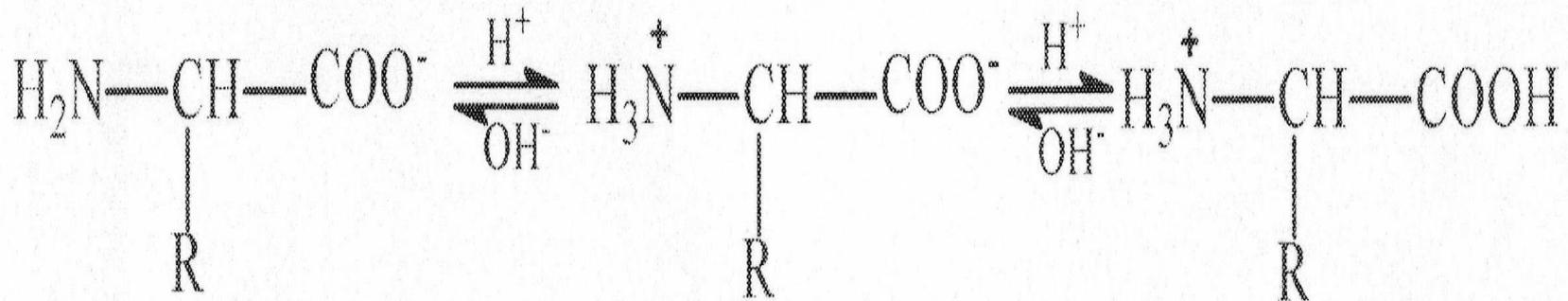
Благодаря своей амфотерности аминокислоты в живом организме играют роль буферных веществ, поддерживающих определенную концентрацию водородных ионов.

Одновременное присутствие в молекуле аминокислоты кислотной и основной группы обуславливает их внутримолекулярное взаимодействие, приводящее к образованию внутренней соли или биполярного иона (цвиттериона).

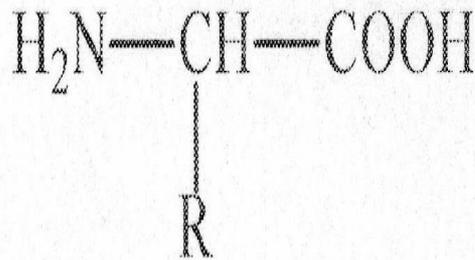


Ионное строение α -аминокислот подтверждено спектроскопическими исследованиями и особенностями их физических свойств:

В водном растворе α -аминокислота существует в виде равновесной смеси биполярного иона, катионной и анионной форм молекулы. Положение равновесия зависит от рН среды.



щелочной раствор
←



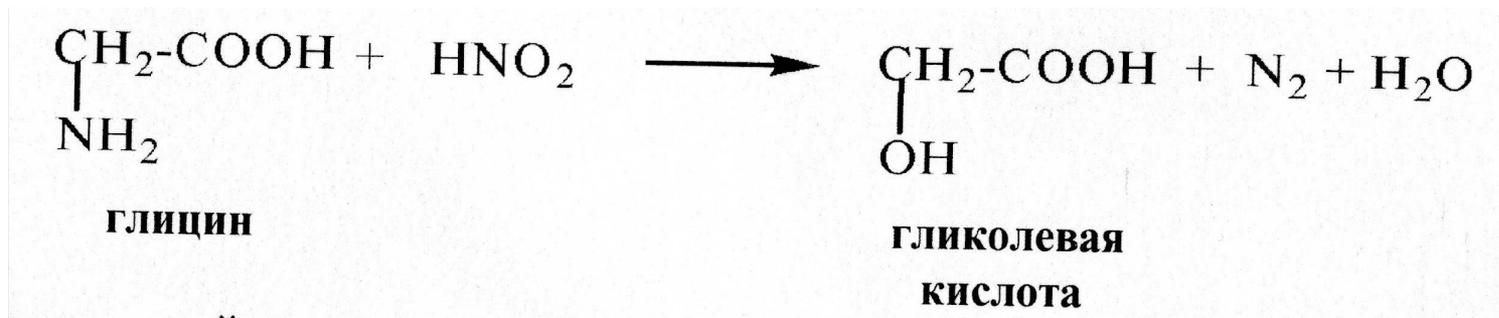
→
кислый раствор

анионная форма

катионная форма

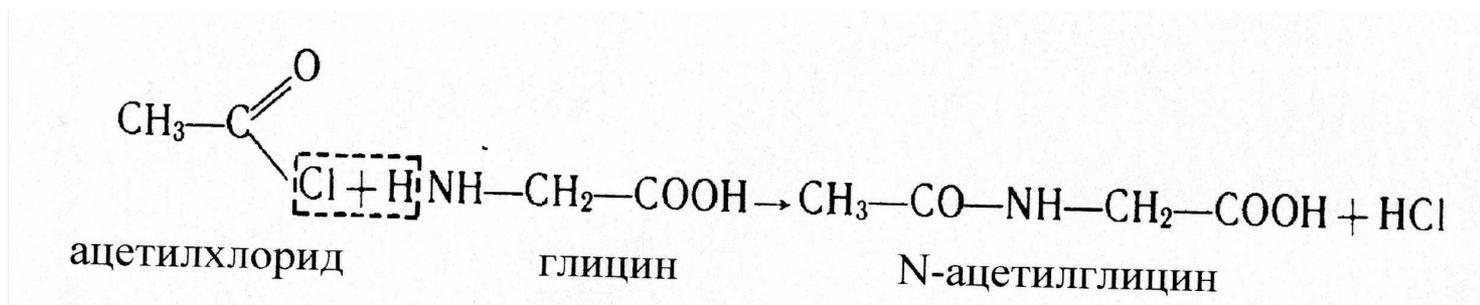
Реакции по аминогруппе

Реакция с HNO_2 ($\text{NaNO}_2 + \text{HCl}$)



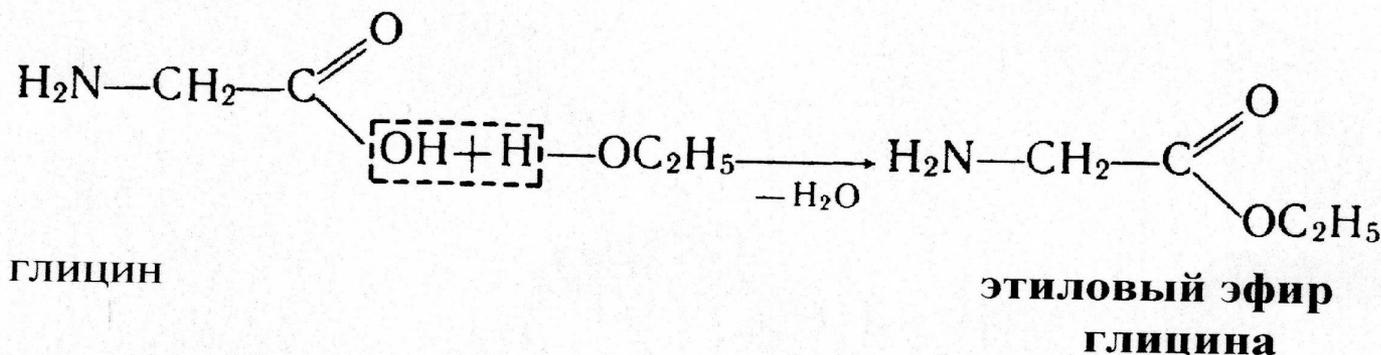
Получение ацильных производных.

В качестве ацилирующих агентов применяются галогенангидриды и ангидриды кислот.



Реакции по карбоксильной группе

Образование сложных эфиров



Декарбоксилирование α -аминокислот

