

**Классификации,  
номенклатура, строение и  
свойства органических  
соединений**

# ПЛАН ЛЕКЦИИ

**1. Классификация (электронная версия)**

**2. Номенклатура (электронная версия)**

**3. Теория химического строения**

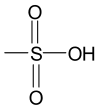


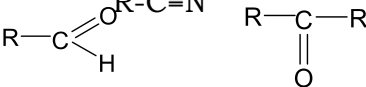
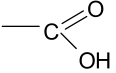
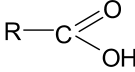
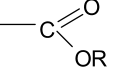
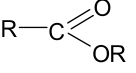
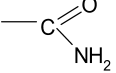
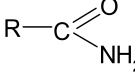
**1. Типы гибридизации, конформации**

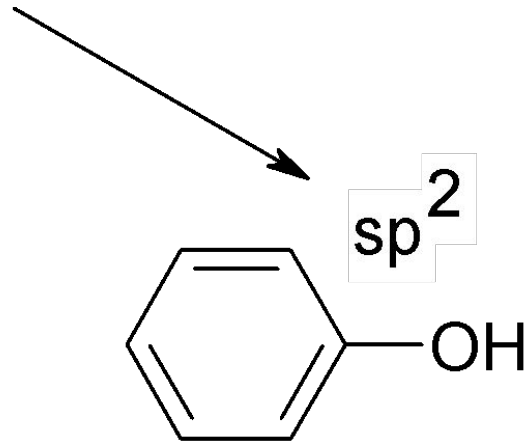
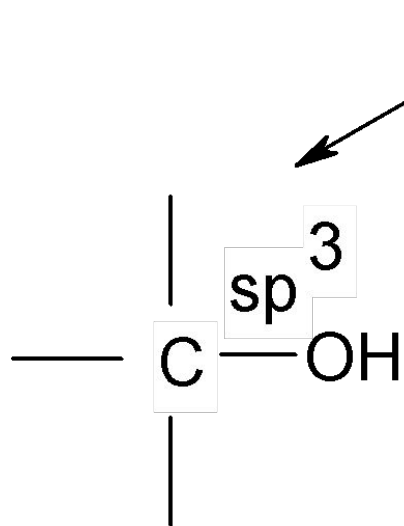
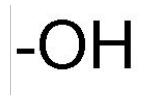
**2. Виды связей**

**3. Сопряжение**

**4. Ароматичность**

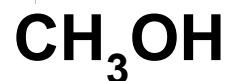
**5. Взаимное влияние атомов в молекуле**

Функциональная группа		Название класса	Общая формула класса
-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	<i>галогены</i>	Галогенопроизводные	R-Hal
- OH	<i>гидроксильная</i>	Спирты, фенолы	R-OH, Ar-OH
- OR	<i>алкоксильная</i>	Простые эфиры	R-O-R
- SH	<i>тиольная</i>	Тиолы (тиоспирты, меркаптаны)	R-SH
- SR	<i>алкилтиольная</i>	Тиоэфиры (сульфиды)	R-S-R
	<i>сульфоновая</i>	Сульфоновые кислоты (сульфокислоты)	R-SO <sub>3</sub> H
- NH <sub>2</sub>	<i>амино</i>	Амины первичные	R-NH <sub>2</sub>
		вторичные	R-NH-R
		третичные	R <sub>3</sub> N
- NO <sub>2</sub>	<i>нитро</i>	нитросоединения	R-NO <sub>2</sub>
- C≡N	<i>циано</i>	Нитрилы	R-C≡N
	<i>карбонильная</i>	Альдегиды Кетоны	
	<i>карбоксильная</i>	Карбоновые кислоты	
	<i>алкоксикарбо-нильная</i>	Сложные эфиры	
	<i>карбоксамидная</i>	амиды	



спирты

фенолы

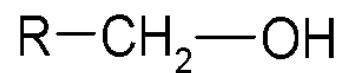


**Метанол или древесный спирт**



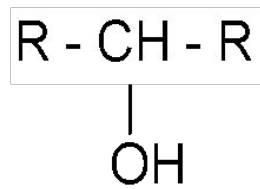
**Этанол или винный спирт**

первичный углерод



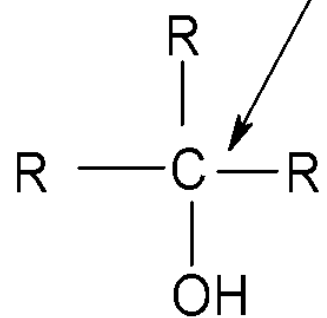
первичный спирт

вторичный углерод

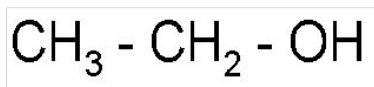


вторичный спирт

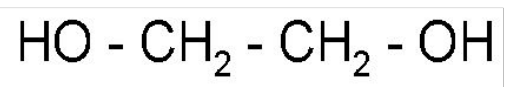
третичный углерод



третичный спирт



одноатомный спирт



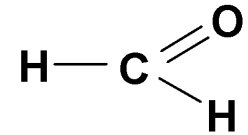
многоатомный спирт

# Тривиальные и номенклатурные названия альдегидов

Тривиальные номенклатурные

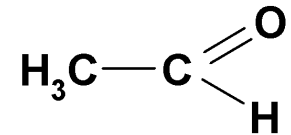
формальдегид

метаналь



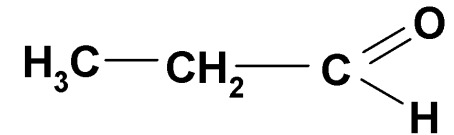
уксусный альдегид

этаналь



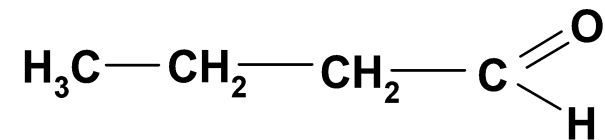
пропионовый альдегид

пропаналь



масляный альдегид

бутаналь



# Тривиальные и номенклатурные названия монокарбоновых кислот и их солей

$\text{НСООН}$	муравьиная /метановая	формиаты
$\text{СН}_3\text{СООН}$	уксусная/этановая	ацетаты
$\text{СН}_3\text{СН}_2\text{СООН}$	пропионовая/пропановая	пропионаты
$\text{СН}_3\text{СН}_2\text{СН}_2\text{СООН}$	масляная/бутановая	бутираты
$\text{СН}_2 = \text{СН} - \text{СООН}$	акриловая/пропеновая	акрилаты

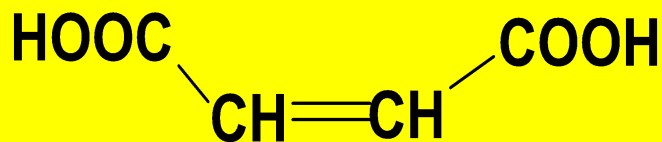
# Тривиальные и номенклатурные названия дикарбоновых кислот и их солей

HOOC-COOH      щавелевая/этандиовая      оксалаты

HOOC-CH<sub>2</sub>-COOH      малоновая/пропандиовая      малоаты

HOOC-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH      янтарная/бутандиовая      сукцинаты

HOOC(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>COOH      глутаровая/пентандиовая      глутараты



малеиновая / *цис*-бутендиовая



фумаровая / *транс*-бутендиовая      фумараты



**Заместительная  
систематическая  
номенклатура  
органических  
соединений (IUPAC)**

<b>Приставка</b>	<b>Корень</b>			<b>Суффикс</b>	<b>Окончание</b>

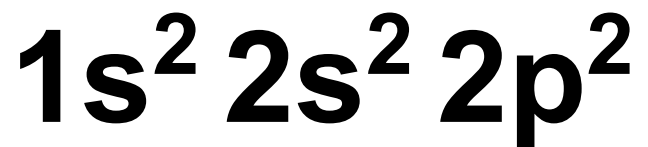
«

«

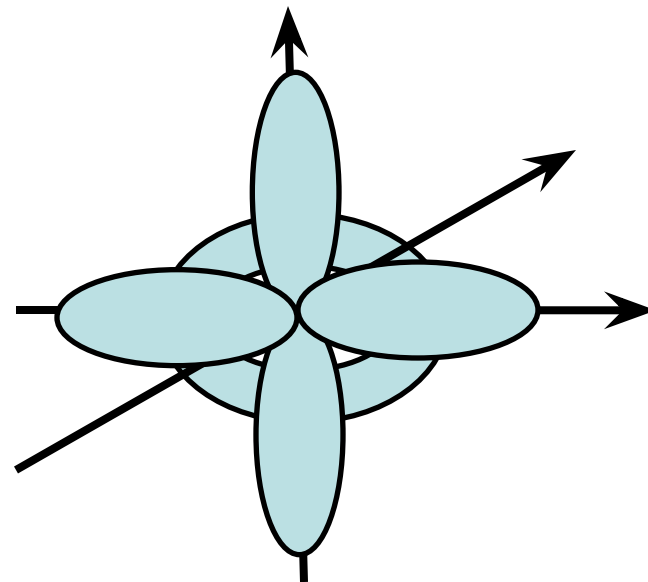
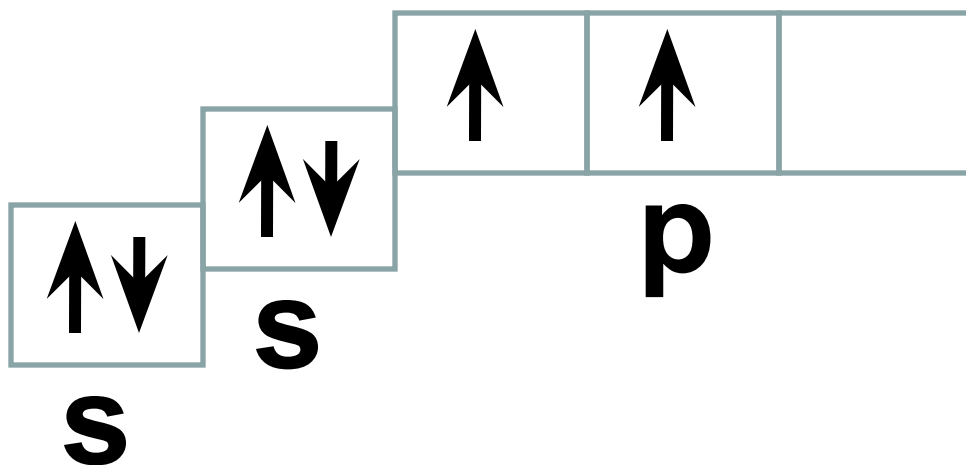
<b>Приставка</b>	<b>Корень</b>			<b>Суффикс</b>	<b>Окончание</b>
<b>В алфавитном порядке все более младшие функциональные группы и углеводородные радикалы</b>	<b>Число атомов углерода в родоначальной структуре (РС)</b>			<b>Насыщенность</b>	<b>Старшая функциональная группа</b>
	<b>Число атомов</b>	<b>Название корня</b>	<b>Происхождение</b>	<b>C-C    -ан</b> <b>C=C    -ен</b> <b>C≡C    -ин</b>	
	1	Мет (а)	Тривиальное	<b>2 ди ..</b>	
	2	Эт (а)	«	<b>3 три ..</b>	
	3	Проп (а)	«	<b>4 тетра ...</b>	
	4	Бут (а)	«		
	5	Пент (а)	Числительное		
	6	Гекс (а)	«		
	7	Гепт (а)	«		
	8	Окт (а)	«		
	9	Нон (а)	«		
	10	Дек (а)	«		

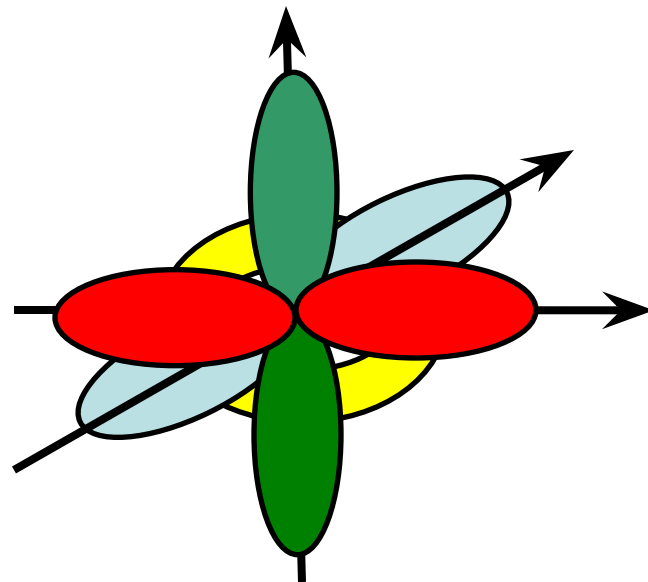
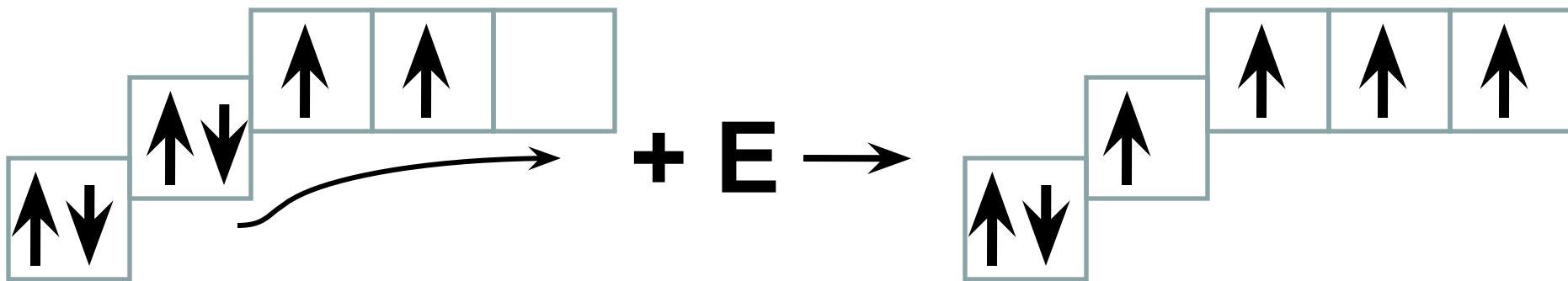
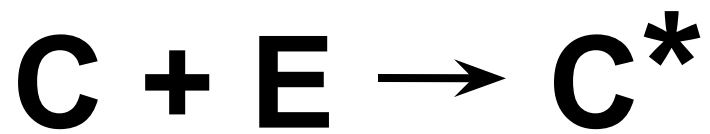
# **3. Химическое строение органических соединений**

**1. Типы гибридизации атомов.  
Конформации молекул**



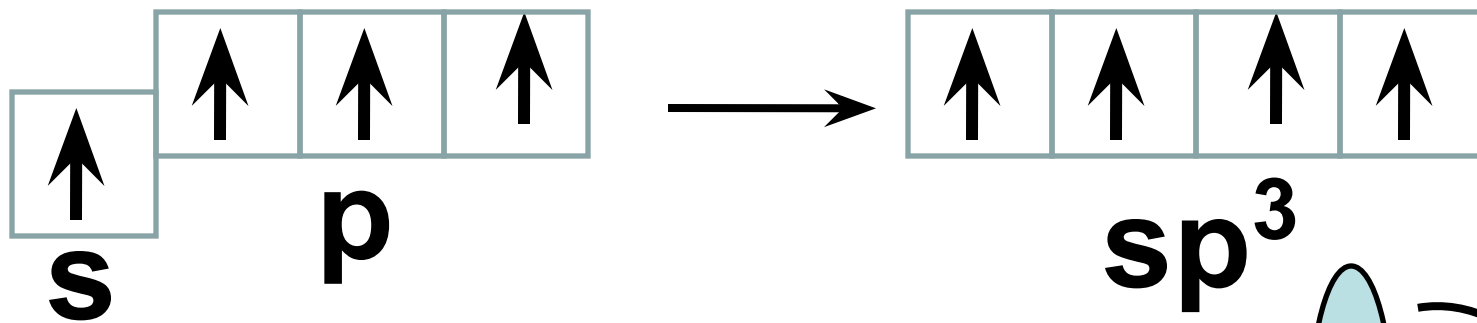
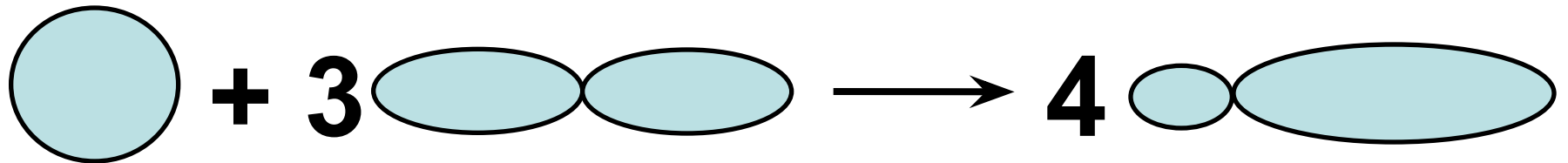
Электронное строение  
атома углерода





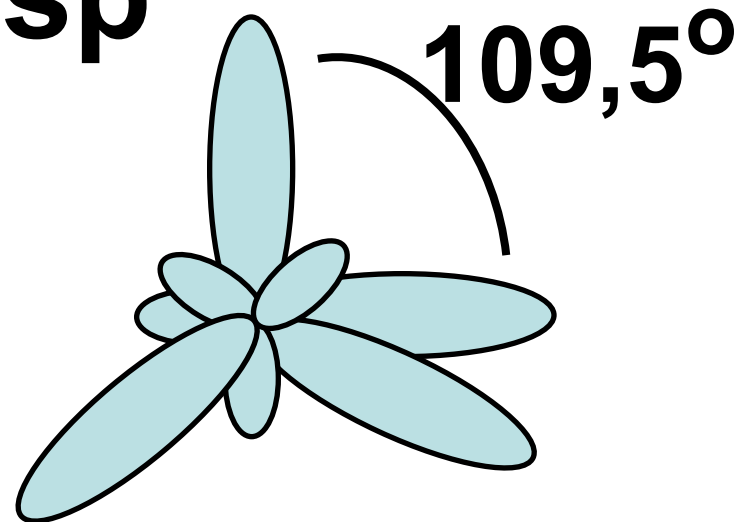
# $sp^3$ - гибридизация

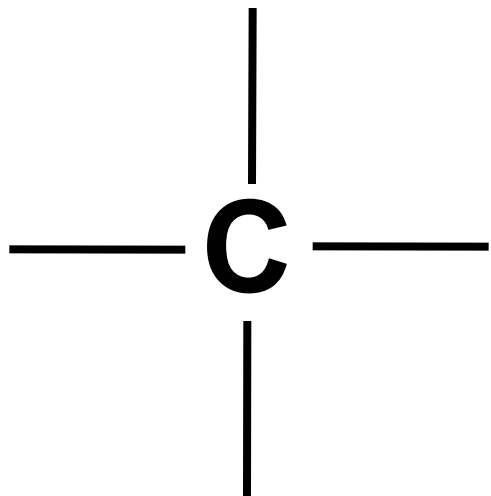
$$1s + 3p = 4 sp^3$$



$sp^3$

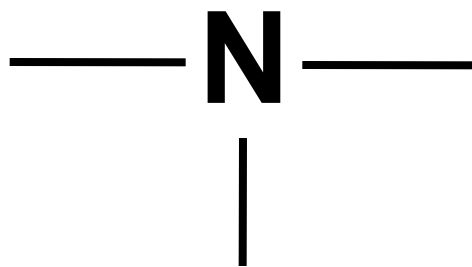
тетраэдр





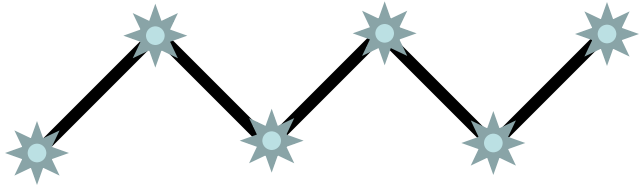
**атом углерода с 4-мя  
одинарными связями**

**гетероатомы с  
одинарными связями**



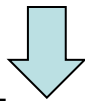


# Конформации молекул

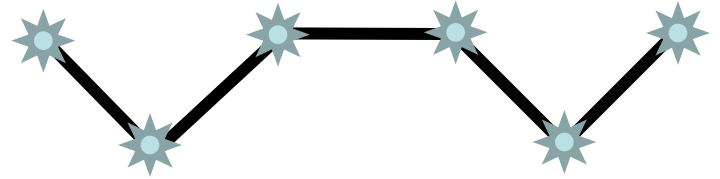
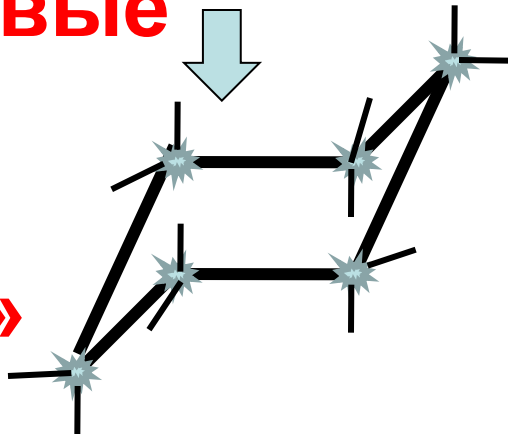


**зигзагообразная  
стереорегулярная**

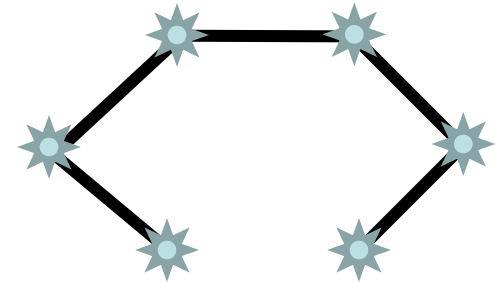
**наиболее  
устойчивые**



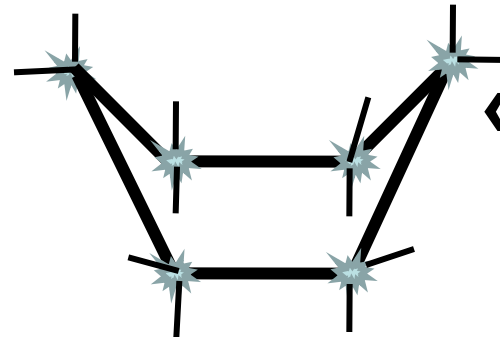
**«кресло»**



**нестереорегулярная**

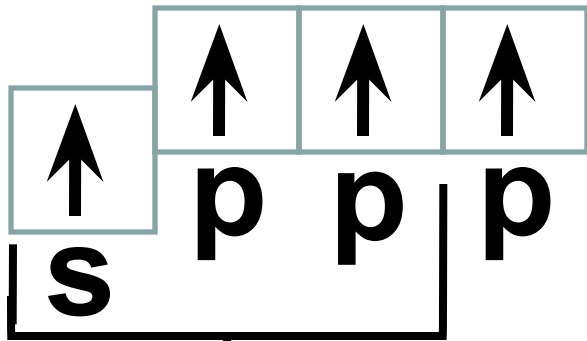


**клевшевидная**

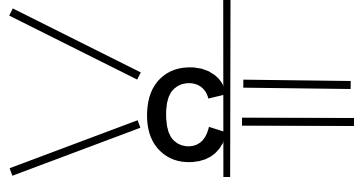
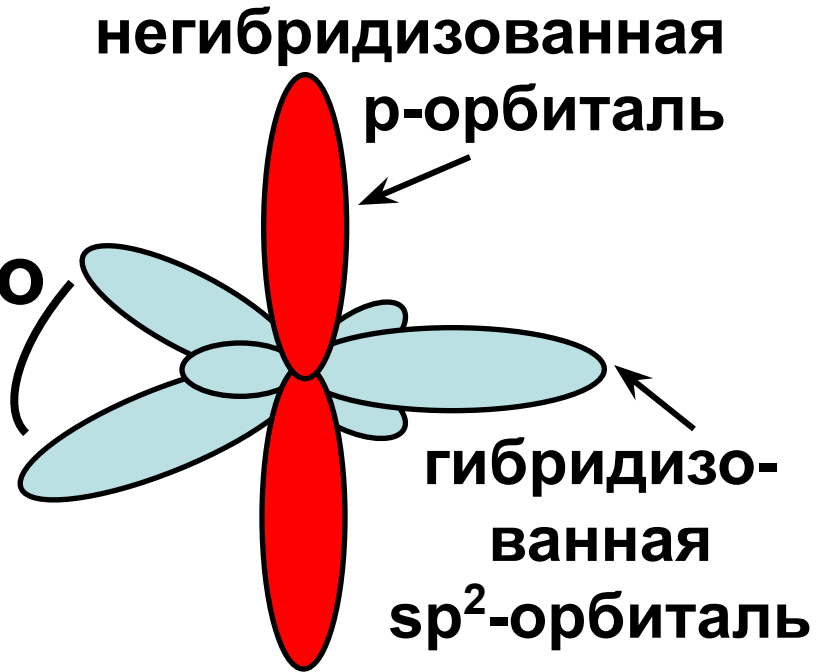


**«ванна»**

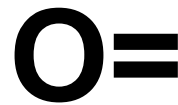
# $sp^2$ - гибридизация



$120^\circ$

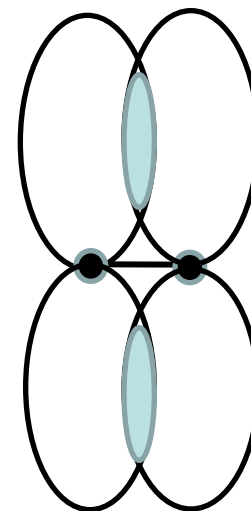
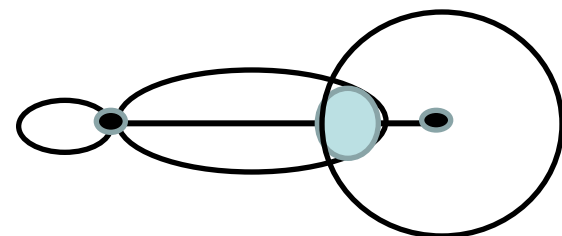
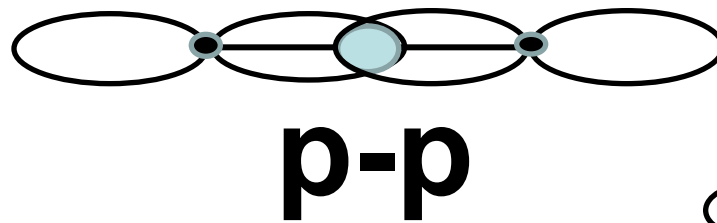
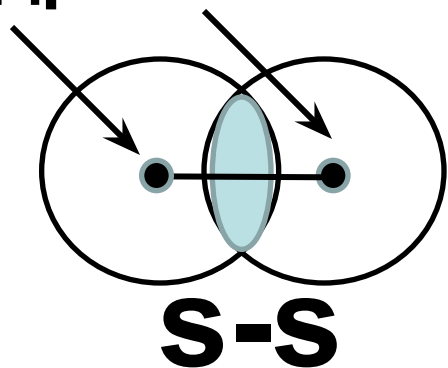


атом углерода с 3σ и 1π связями



# σ- и π- связи

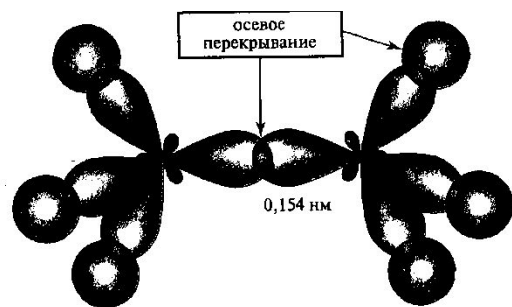
ядра атомов



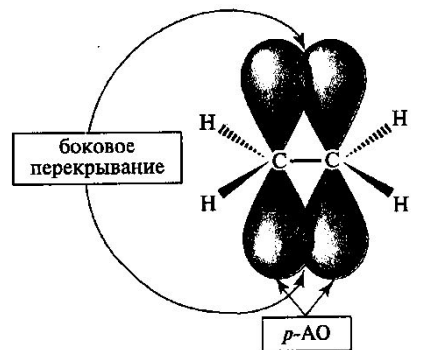
# Локализованные химические СВЯЗИ

## этан

## этен



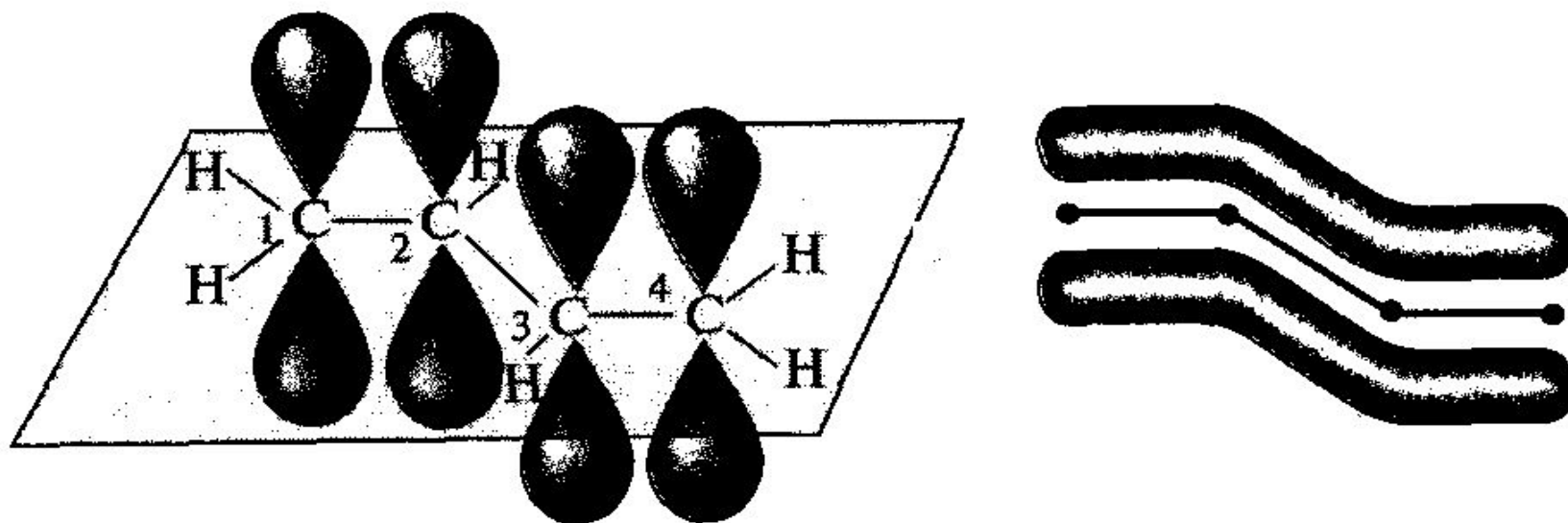
$\sigma$  -СВЯЗИ



$\pi$  -СВЯЗЬ

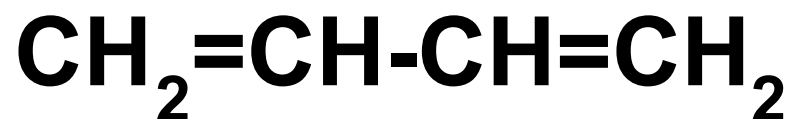
# Явление сопряжения

# Бутадиен-1,3

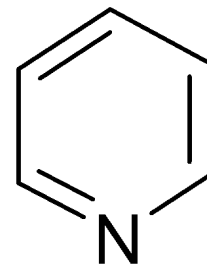
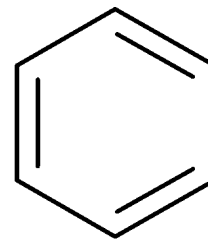


# Типы сопряжения:

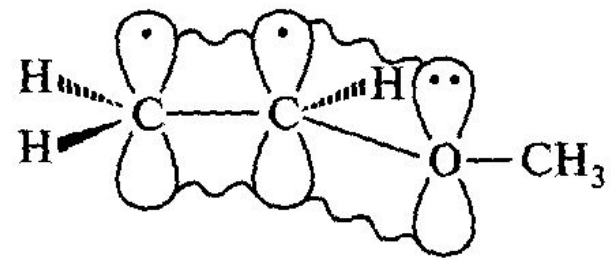
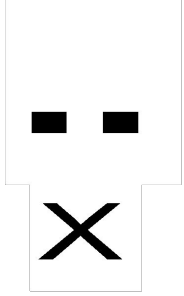
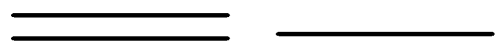
## 1.π, π- сопряжение



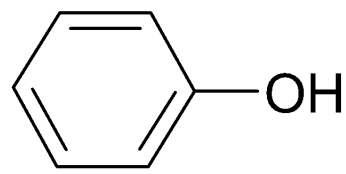
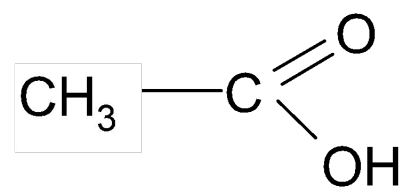
примеры:



## 2. p, π- сопряжение



примеры:

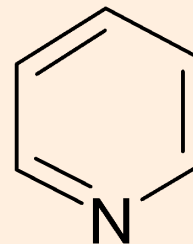
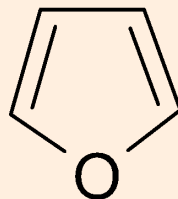
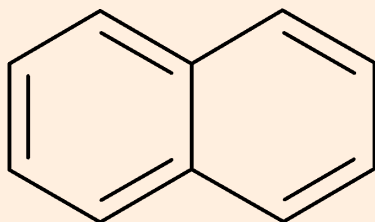
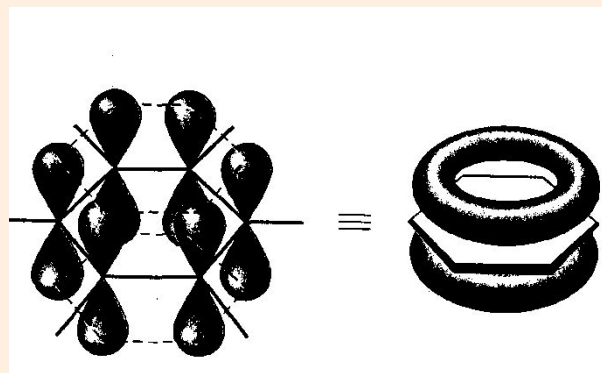
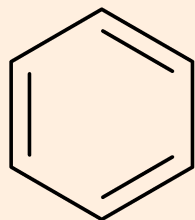




**Число электронов в сопряжении:  
 $\pi$ -связь предоставляет 2 электрона,  
гетероатом в  $p, \pi$ -сопряжении  
также предоставляет 2 электрона**

# 3. Ароматичность

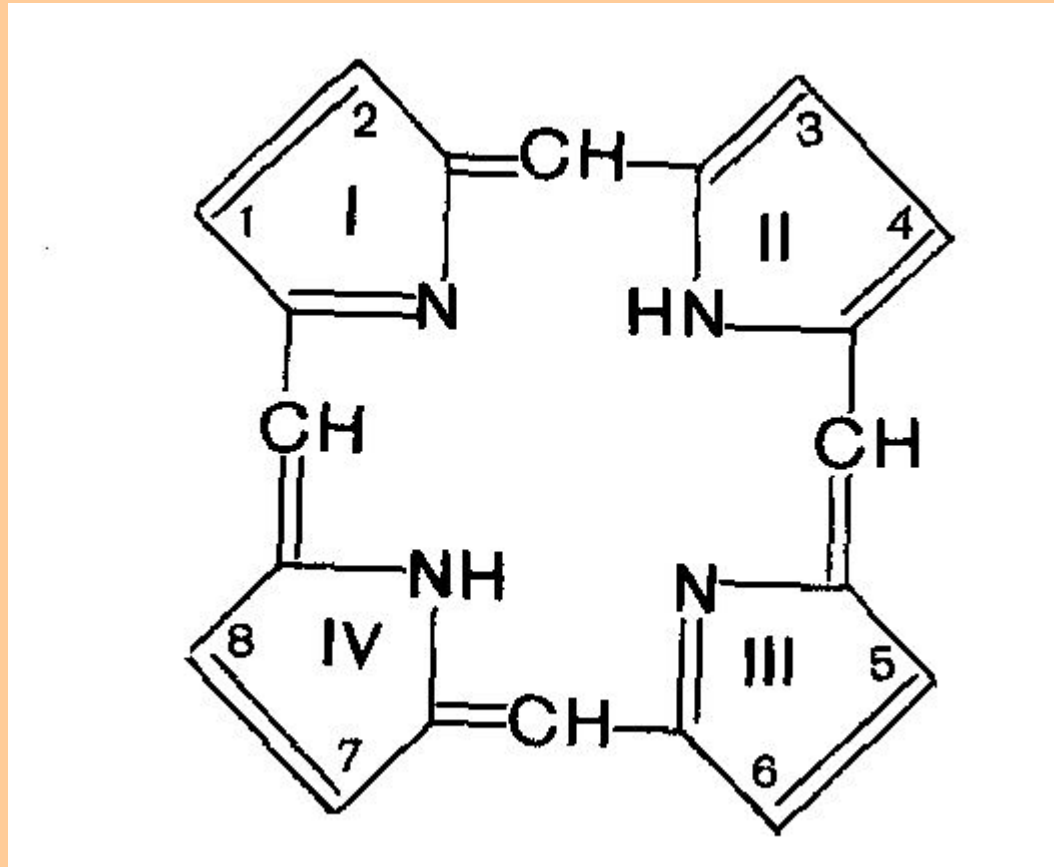
бензол



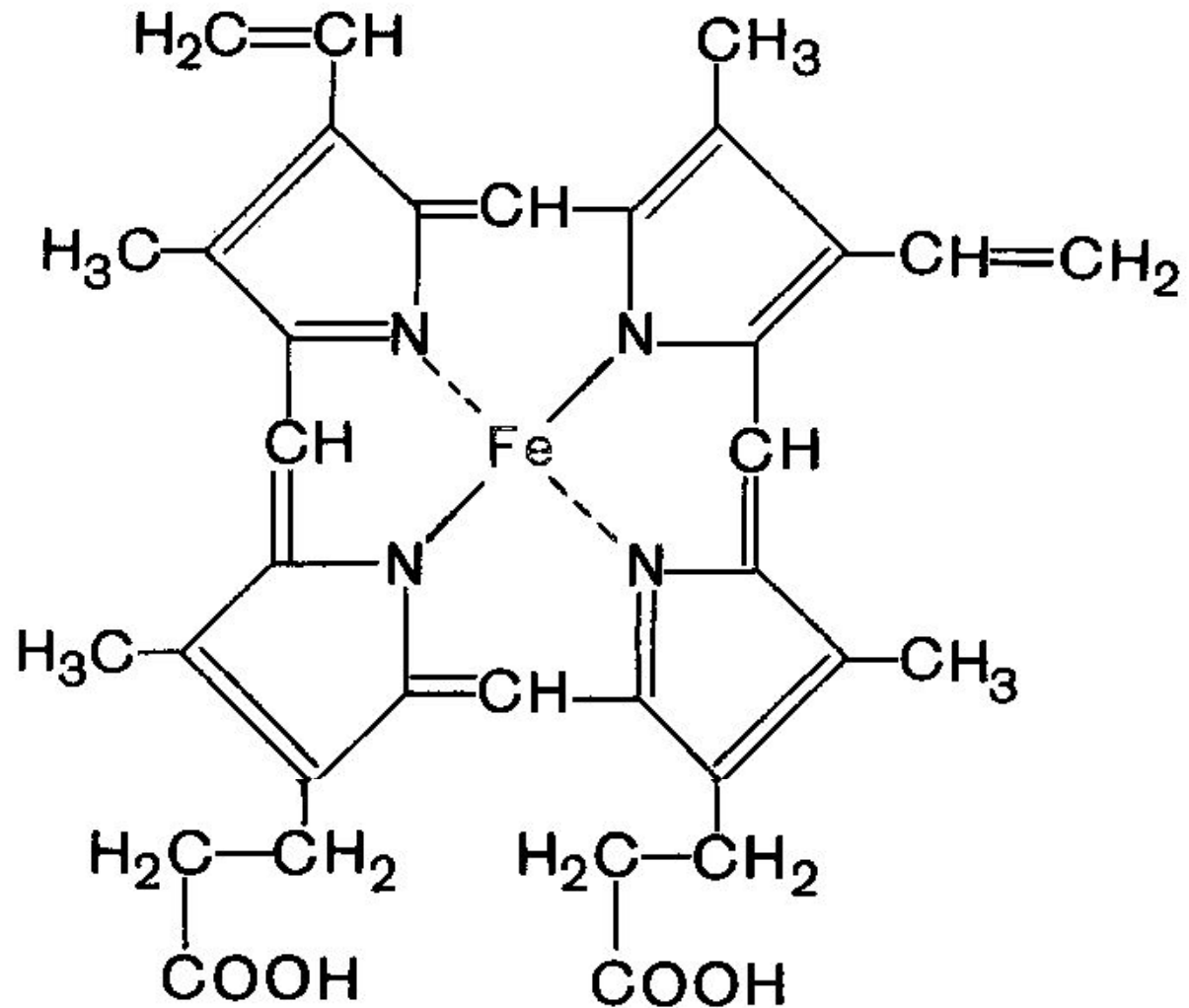
# Структурные признаки ароматичности

- **плоскостное строение цикла (все атомы в  $sp^2$  – гибридном состоянии);**
- **замкнутая  $\pi$ -сопряженная система всех атомов цикла;**
- **сумма сопряженных электронов в цикле соответствует формуле Хюккеля**  
$$4n + 2 = \Sigma \bar{e} \text{ в сопряжении,}$$
**где  $n$  – целое число**

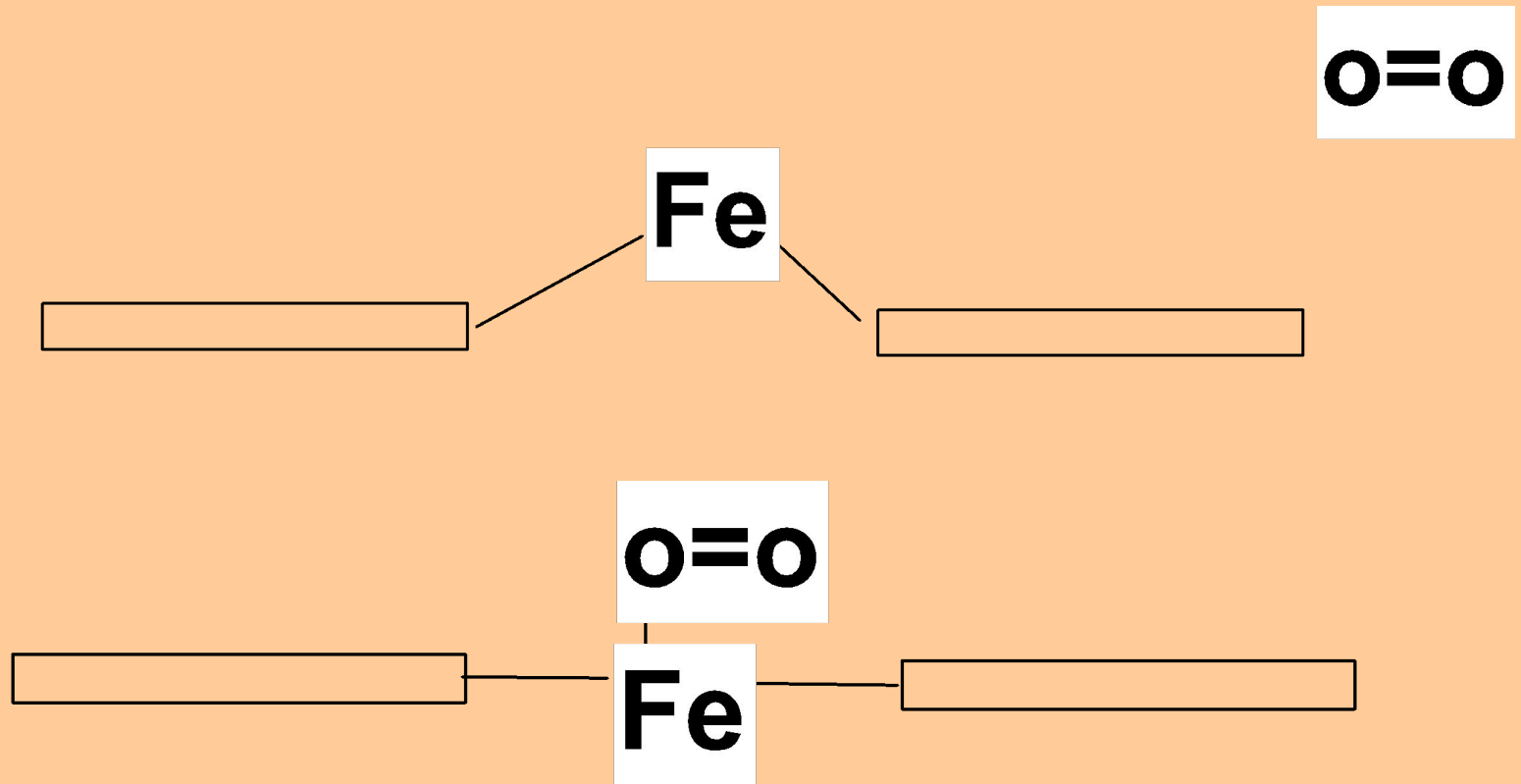
# ПРИМЕР Протопорфирин



# Гем



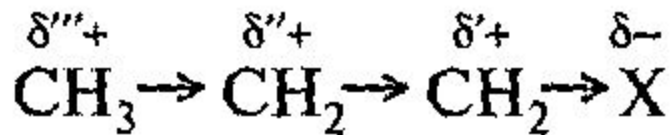
# Плоская структура гема позволяет железу присоединить кислород



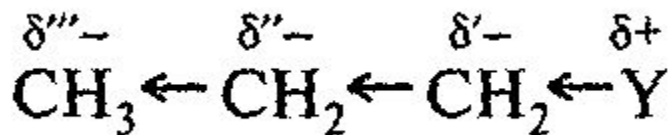
# **Взаимное влияние атомов в органических молекулах**

# Индуктивный электронный эффект ( $\pm I$ )

Сравнительная электроотрицательность



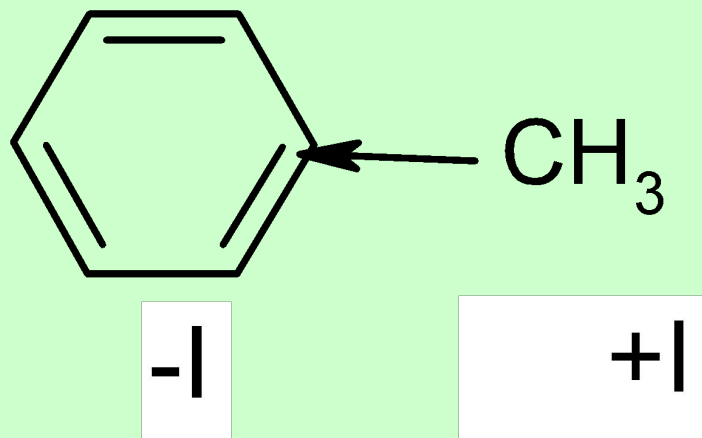
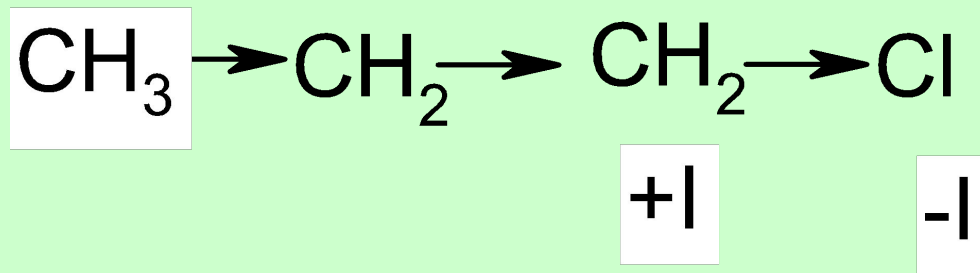
-I



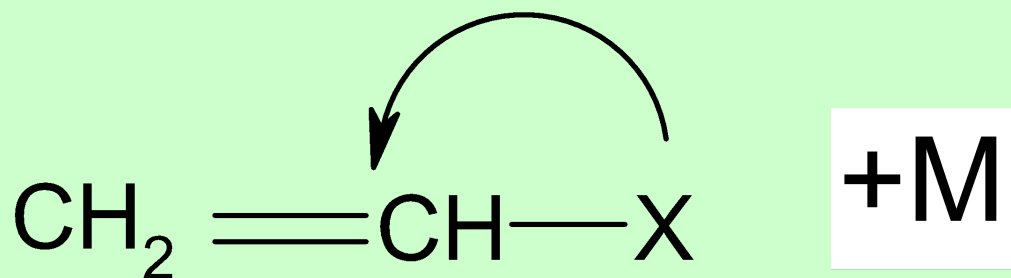
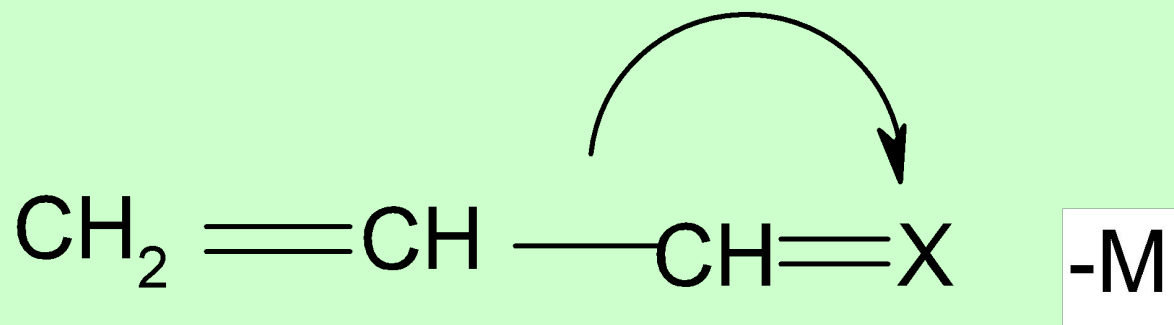
+I



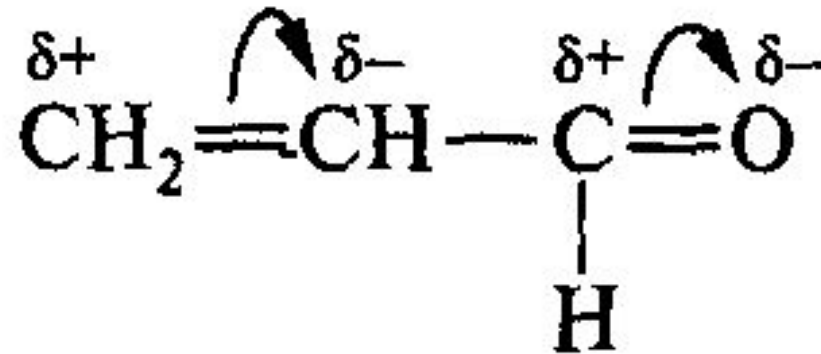
# Примеры



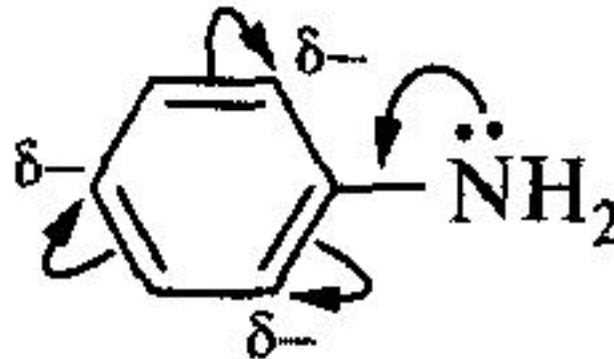
# Мезомерный эффект или эффект сопряжения ( $\pm M$ )



# Примеры



акролеин

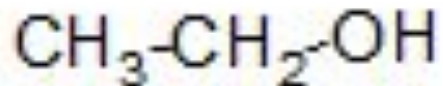


анилин

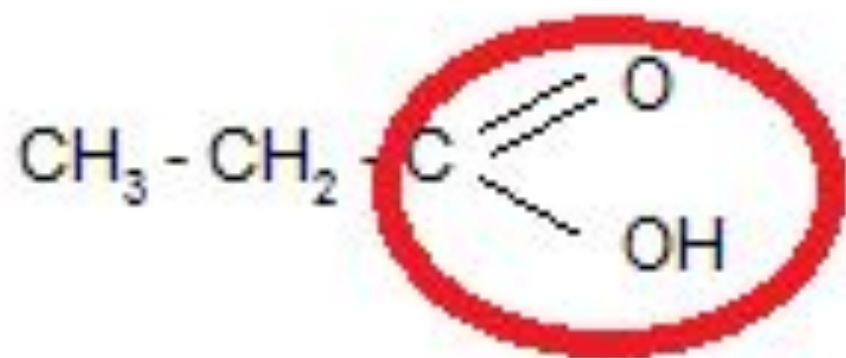
# Электронный эффекты заместителей

Алкильные группы (R)	$+I$	—
$—O^-$	$+I$	$+M$
$—NH_2, —NHR, —NR_2$	$-I$	$+M$
$—OH$	$-I$	$+M$
Алкоксигруппы ( $—OR$ )	$-I$	$+M$
$—NH_3^+, —NR_3^+$	$-I$	—
Галогены (F, Cl, Br, I)	$-I$	$+M$
$—NO_2$	$-I$	$-M$
$—SO_3H$	$-I$	$-M$
$—COOH, —COOR$	$-I$	$-M$
$>C=O$	$-I$	$-M$

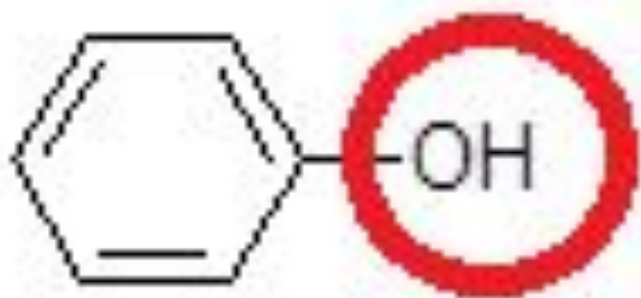
# Функциональные группы как электронодоноры или электроноакцепторы



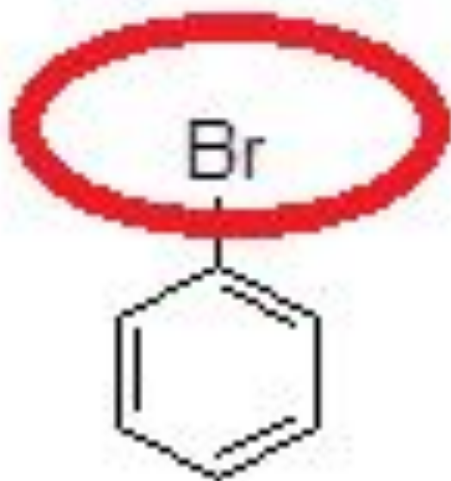
-I , Э.А.



**-I, Э.А.**

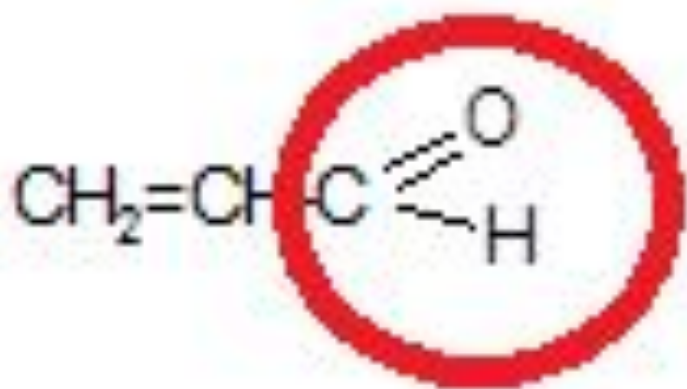


**-I, <+M, Э.Д.**

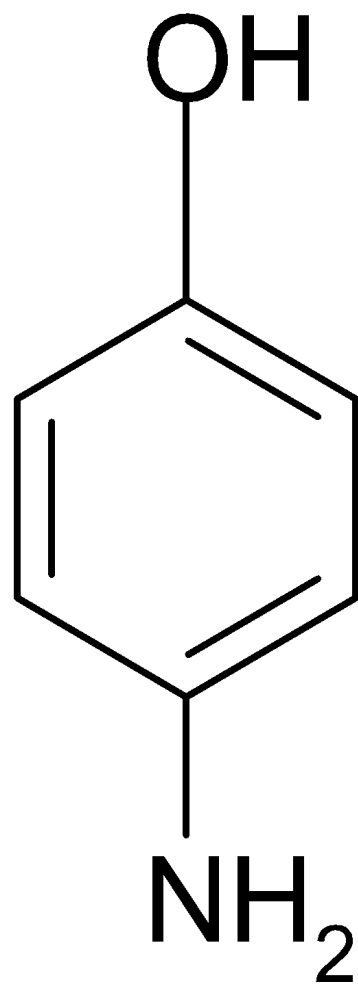


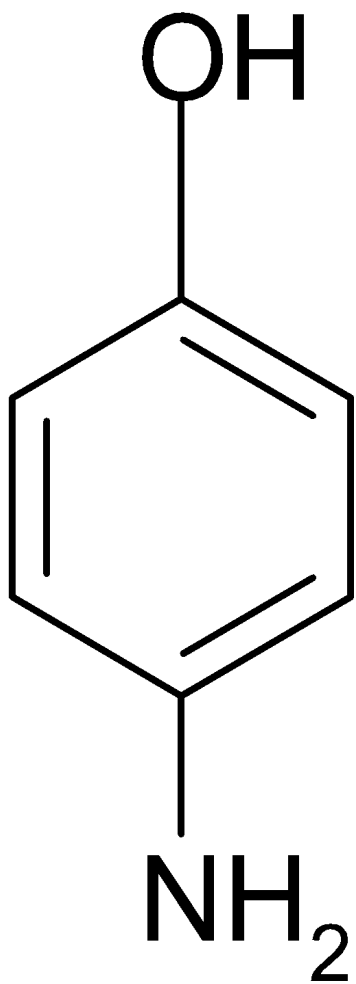
**-I>+M, Э.А.**





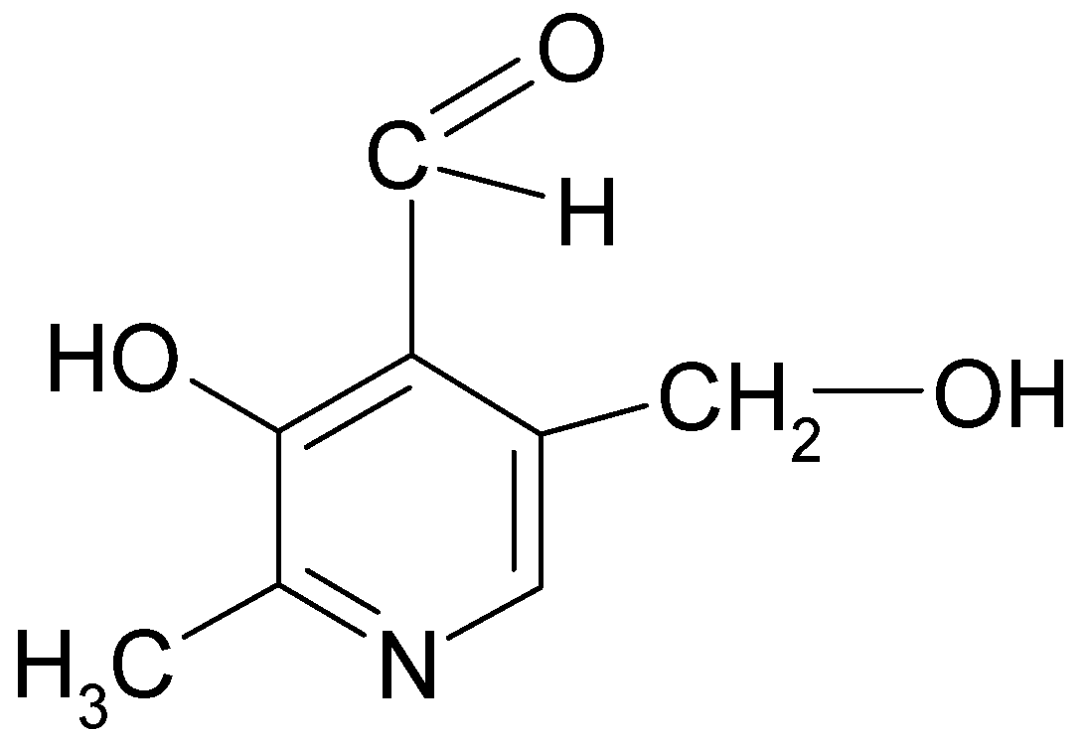
**-I, -M, Э.А.**



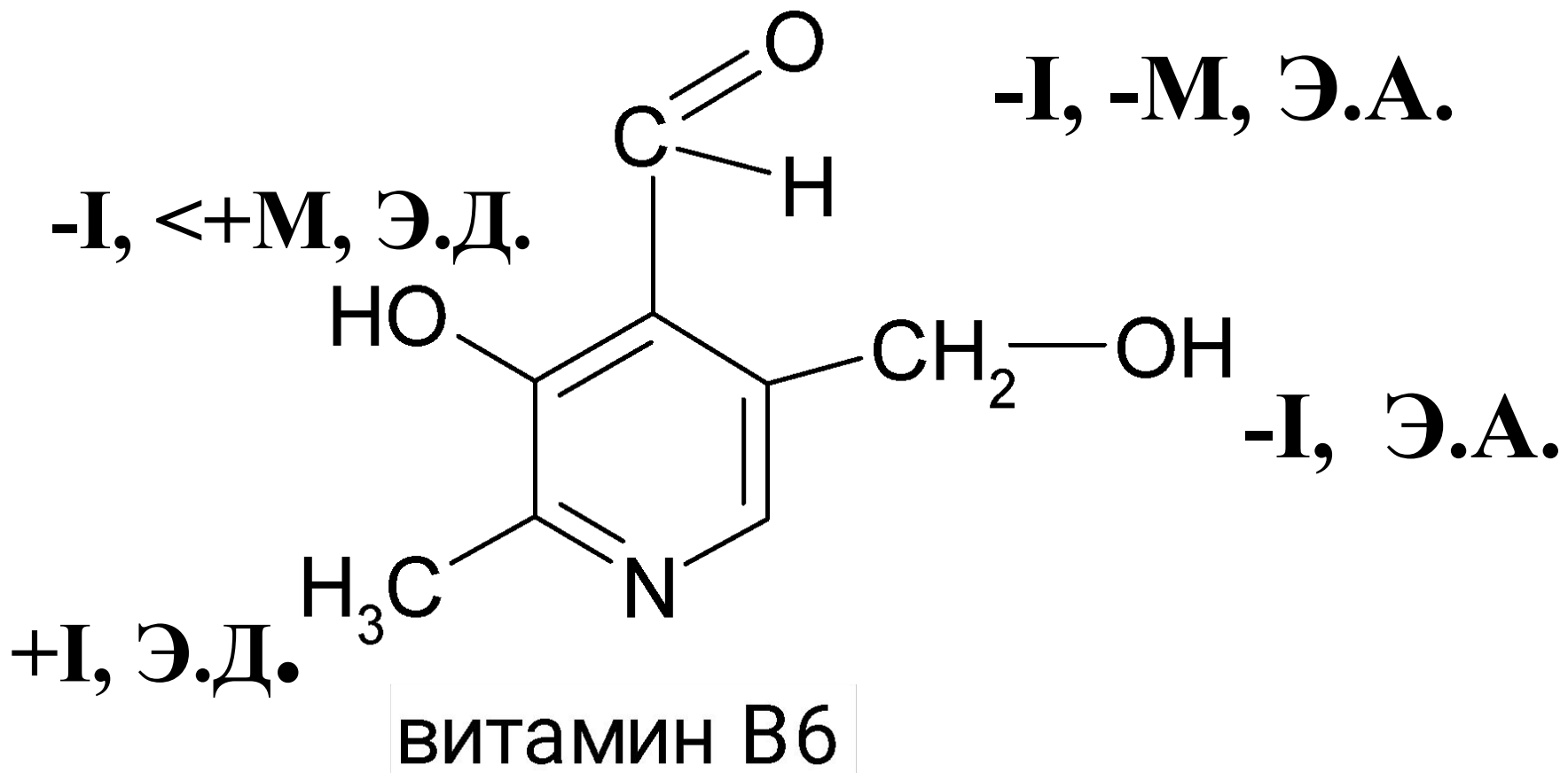


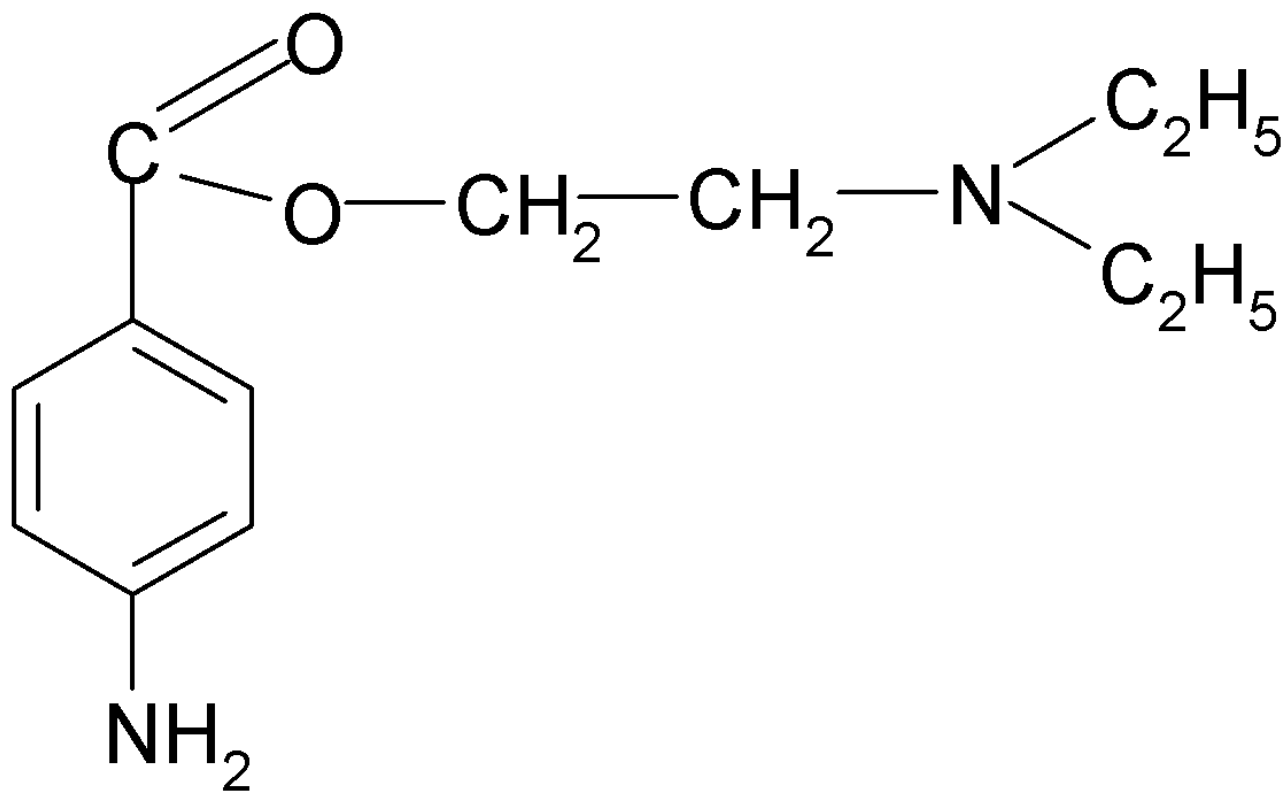
**-I, <+M, Э.Д.**

**-I, <+M, Э.Д.**



ВИТАМИН В6





НОВОКАИН

# Реакционная способность органических соединений

# Виды химических реакций

**I. Кислотно-основные**

**II. Характерные реакции органических соединений**

**III. Окислительно-восстановительные реакции**

**IV. Качественные реакции**



# I. Кислотно-основные свойства органических соединений

## Кислота R-XH

Кислотный центр -XH

-SH, -OH, -NH, -CH

## Основание H-X

Основной центр -X

n-основания:

Гетероатом с

неподеленной

электронной парой

π-Основания :

π -Связь между

атомами углерода



**карбоновые кислоты >**

**фенолы >**

**тиолы >**

**многоатомные спирты >**

**одноатомные спирты >**

**амины**

**Основания Брёнстеда - акцепторы  
протона**



**основание      сопряженная кислота**

**Сравнительная сила основных центров:**

**$N > O > S > \pi$  -связь**

**Э.Д. усиливают основность**

**Примеры:**



**амины**

**спиты**

**тиолы**

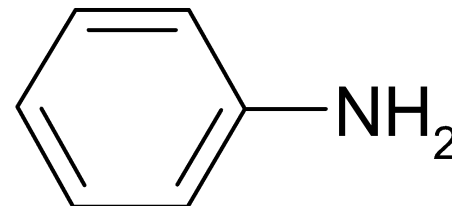
**$\pi$ -основания**



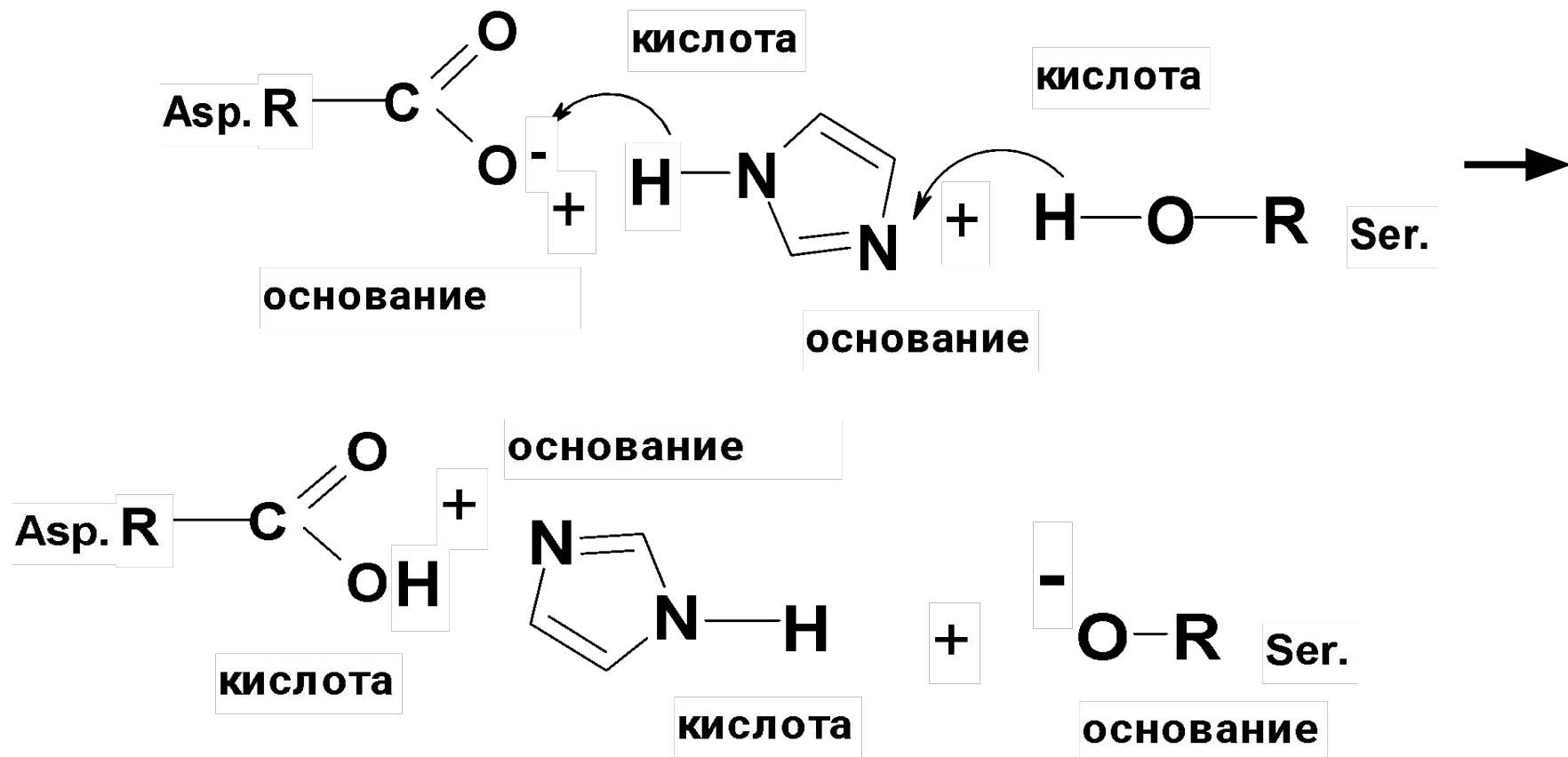
$>$



$>$



# Канал переноса протона в ходе катализа в молекуле химотрипсина



**Характерные  
реакции  
органических  
соединений**

# Основные понятия

- **Субстрат** – вещество, у которого происходит **разрыв связи у атома углерода**. Определяет тип реакции
- **Реагент** – вещество (частица), атакующая субстрат (радикал, электрофил, нуклеофил). Определяет механизм реакции.



# реагенты

## А. радикалы



гомолитический  
разрыв связи

свободные  
радикалы

## Свободный радикал

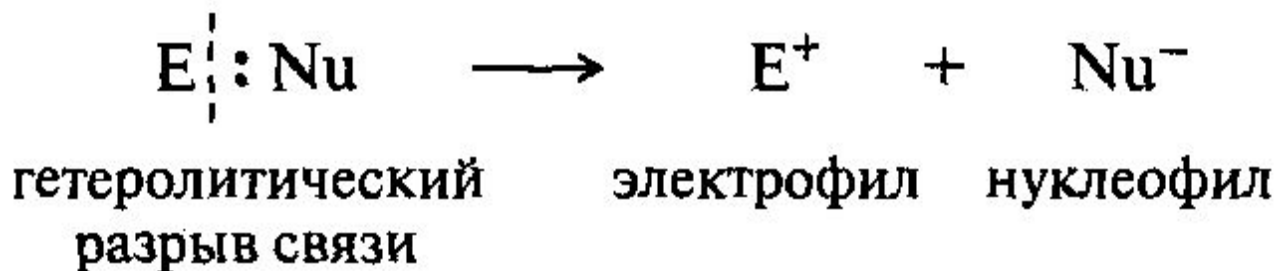
R – частица с неспаренным электроном:



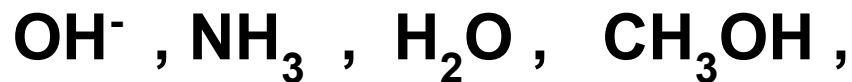
Определяет радикальный (цепной) механизм реакции.

В организме по нему идут процессы пероксидного окисления

## Б. нуклеофилы и электрофилы



- **Нуклеофил** –реагент с целым или частичным отрицательным зарядом (анион или молекула), содержит неподеленную электронную пару:

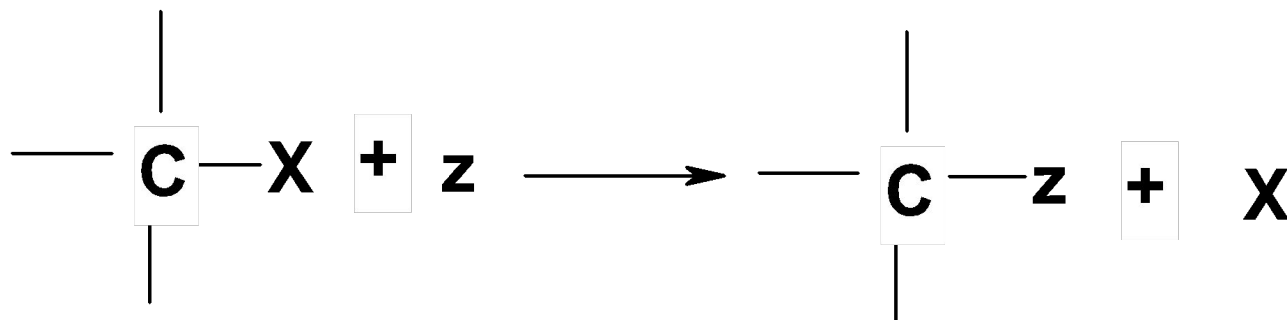


**Электрофил** - реагент с целым или частичным положительным зарядом (катион или молекула):



# Типы реакций:

## 1. замещение S

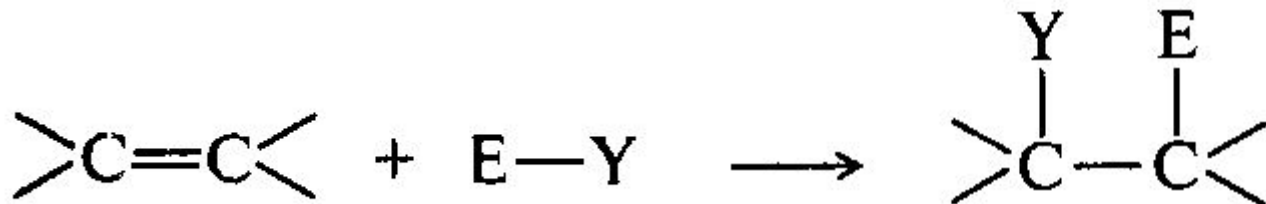


характерны для

насыщенных,  
ароматических,  
*p*,  $\pi$ -сопряженных  
соединений

Реакции ацилирования, алкилирования,  
галогенирования и т.п..

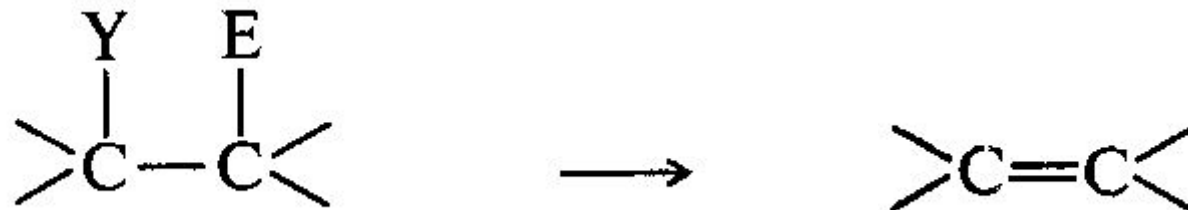
## 2. присоединение А



характерны для ненасыщенных соединений, содержащих π-связи и малых циклов (циклопропан, циклобутан)

(Реакции гидратации, гидрирования, аминирования и т.п.. )

# 3. элиминирование E



характерны для спиртов, галогеналканов, аминов содержащих не менее 2х атомов углерода. Реакции дегидратации, дезаминирования и т.п.

# Характерные реакции основных классов органических соединений

	Радикальное R	Нуклеофильное N	Электрофильное E
Замещение S	$S_R$	$S_N$	$S_E$
Присоединение A	$A_R$	$A_N$	$A_E$

# Характерные реакции основных классов органических соединений

	Радикальное R	Нуклеофильное N	Электрофильное E
Замещение S	$S_R$ Алканы, циклоалканы	$S_N$ Галогеналканы, спирты, карбоновые кислоты и их ф. производные	$S_E$  Ароматические соединения
Присоединение A	$A_R$ Алкены, алкины, диены	$A_N$ Альдегиды, кетоны	$A_E$ Алкены, алкины, диены, малые циклоалканы

**Электронодоноры** активизируют субстрат в реакциях **электрофильного** замещения  $S_E$  или присоединения  $A_E$

**Электроноакцепторы** активизируют субстрат в реакциях **нуклеофильного**  $S_N$  замещения или присоединения  $A_N$ .



*Благодарю за внимание*

