

ВВЕДЕНИЕ

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Изучает соединения углерода, их строение, способы получения и практического использования.

- Из чего состоят органические соединения?

Углерод, водород, кислород, азот, фосфор,

сера.

Иногда включаются металлические фрагменты: магний, калий, кальций

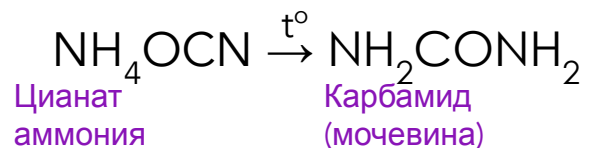
и др.

Первые органические соединения получены из веществ растительного и животного происхождения.

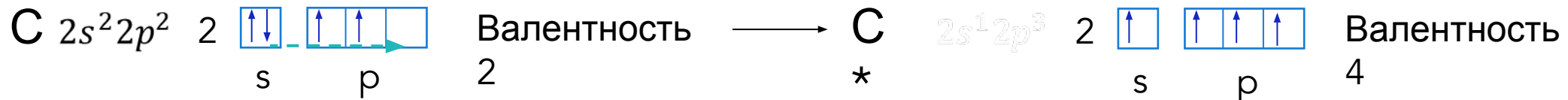
Поэтому до середины XIX в. Химики думали, что органические вещества образуются из

неорганических только в живых организмах под влиянием «жизненной силы».

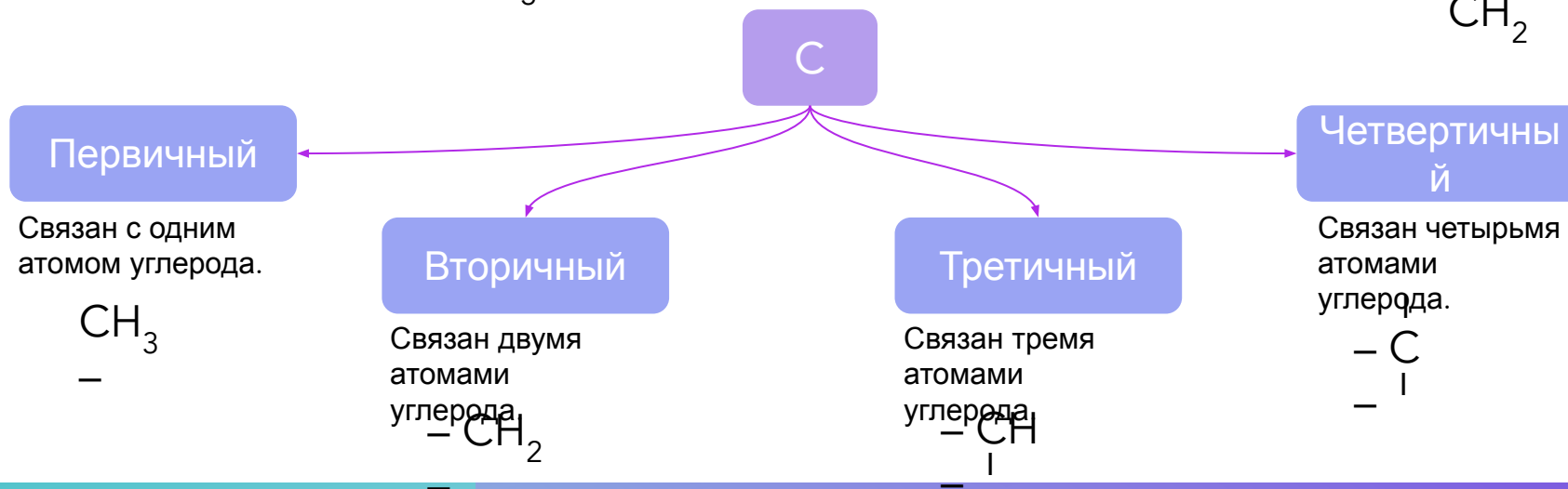
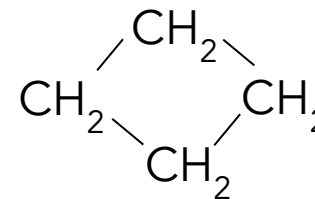
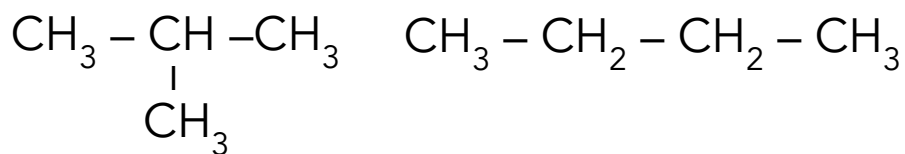
- В 1828 г. Ф. Велер впервые из неорганического вещества — циановокислоамомония — получил органическое вещество — мочевины:



СОСТОЯНИЕ УГЛЕРОДА В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ



- Углерод находится в возбуждённом состоянии, имеет валентность 4.
- Образует открытые разветвлённые и неразветвленные, а так же замкнутые цепи.



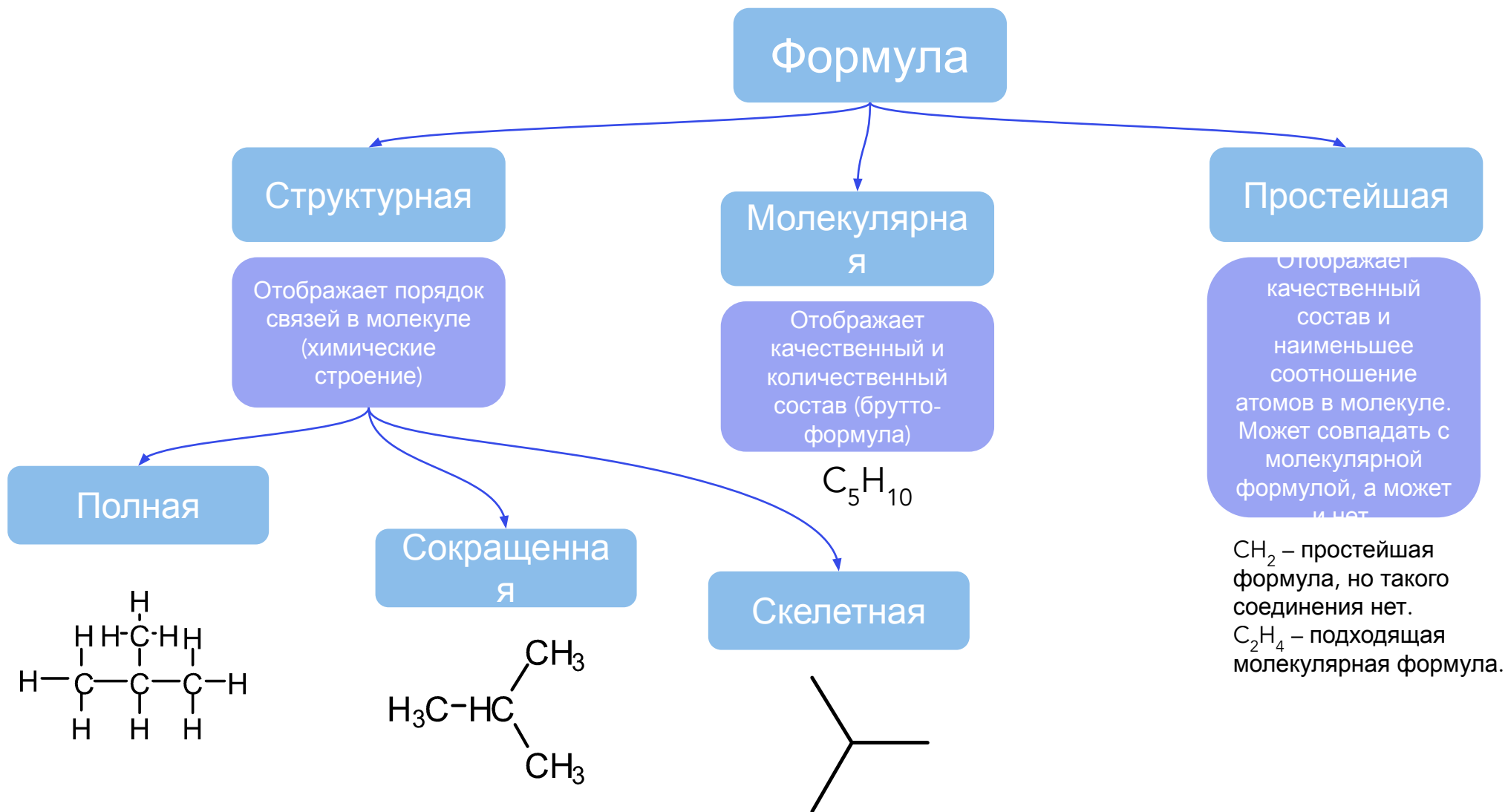
ТЕОРИЯ БУТЛЕРОВА (1869 Г.)

1. Атомы в молекуле соединены друг с другом в определённой последовательности, согласно их валентности.
2. Свойства веществ зависят от химического состава и химического строения вещества.
3. По свойствам вещества можно определить строение его молекулы, а по строению предвидеть свойства.
4. Химическое строение можно определить химическими методами.
5. Атомы и группы атомов взаимно влияют друг на друга.



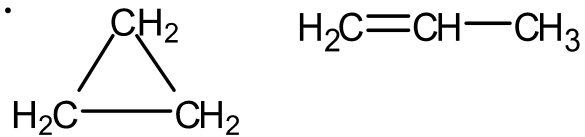
Александр Михайлович Бутлеров
1828—1886

ТИПЫ ФОРМУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



ИЗОМЕРЫ И ГОМОЛОГИ

- **Изомеры** – соединения с одинаковой молекулярной формулой, но разной структурной:



- **Гомологи** – вещества одного класса, схожие по строению, отличающиеся на одну или несколько гомологических разниц (CH₂ – групп): CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀

	Изомеры	Гомологи
Молекулярная формула	Совпадает	Отличается на 1 или несколько CH ₂ – групп.
Структурная формула	Разная	Похожая, но не одинаковая
Химические свойства	Разные	Схожи

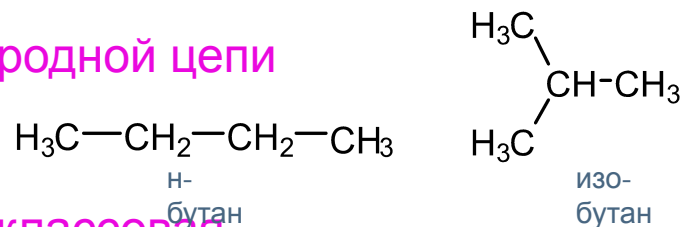
ТИПЫ ИЗОМЕРИИ

Изомерия

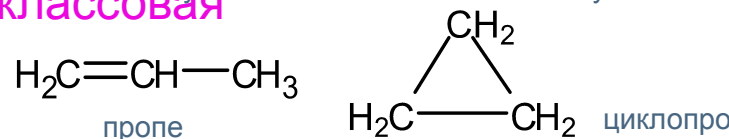
Структурная

Пространственная

- Углеродной цепи



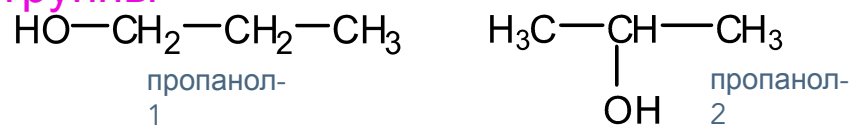
- Межклассовая



- Положения кратной связи (= и ≡)



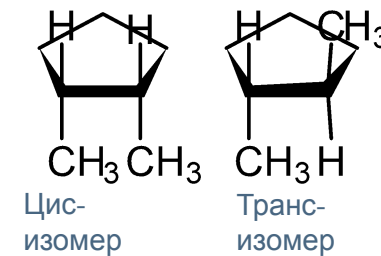
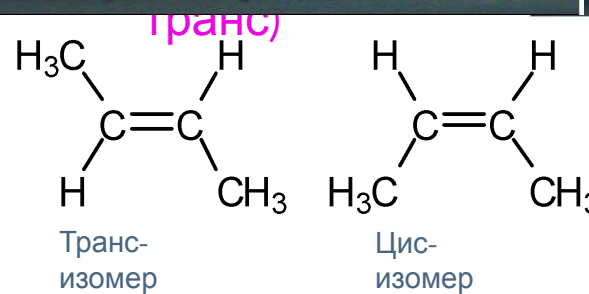
- Положения функциональной группы



Цис-каридзе



Транс-каридзе

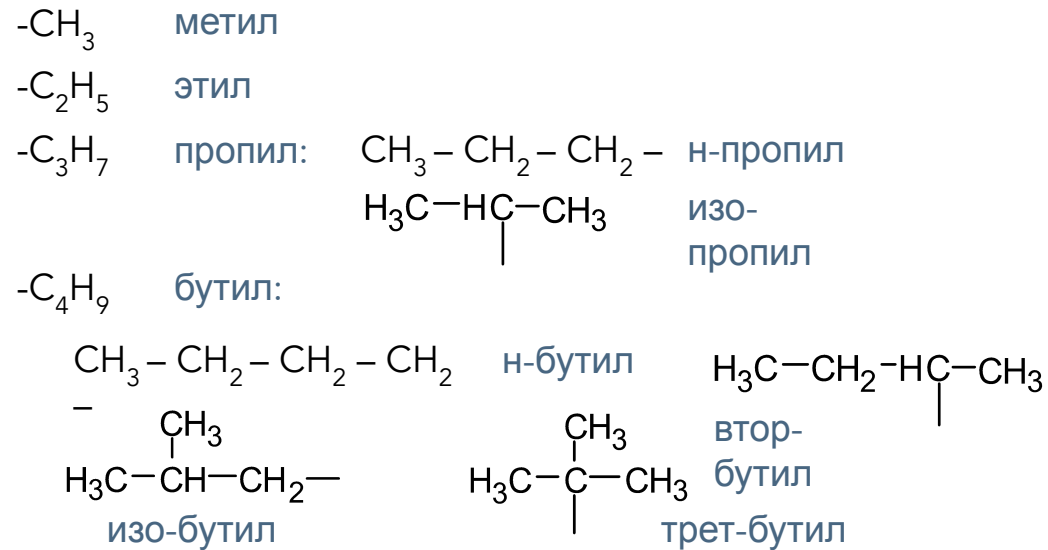


ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ РЯДЫ

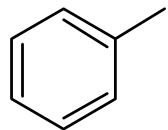
C_n	Алканы ($C_n H_{2n+2}$) – одинарная связь	Алкены ($C_n H_{2n}$) – двойная связь		Циклоалканы ($C_n H_{2n}$) – циклическое строение	Алкины ($C_n H_{2n-2}$) – тройная связь		Алкадиены ($C_n H_{2n-2}$) – 2 двойные связи
C_1	CH_4 –	-	-	-	-	-	-
C_2	<u>метан</u> $C_2 H_6$	$C_2 H_4$ – этен	-	-	$C_2 H_2$ – этин	-	-
C_3	<u>этан</u> $C_3 H_8$	пропен	$C_3 H_6$	-	пропин	$C_3 H_4$	-
C_4	<u>пропан</u> $C_4 H_{10}$	бутен	$C_4 H_8$	<u>циклопропан</u>	бутин	$C_4 H_6$	<u>пропадиен</u>
C_5	<u>бутан</u> $C_5 H_{12}$	пентен	$C_5 H_{10}$	<u>циклобутан</u>	пентин	$C_5 H_8$	<u>бутадиен</u>
C_6	<u>пентан</u> $C_6 H_{14}$	гексен	$C_6 H_{12}$	<u>циклопентан</u>	гексин	$C_6 H_{10}$	<u>пентадиен</u>
C_7	<u>гексан</u> $C_7 H_{16}$	гептен	$C_7 H_{14}$	<u>циклогексан</u>	гептин	$C_7 H_{12}$	<u>гексадиен</u>
C_8	<u>гептан</u> $C_8 H_{18}$	октен	$C_8 H_{16}$	<u>циклогептан</u>	октин	$C_8 H_{14}$	<u>гептадиен</u>
C_9	<u>октан</u> $C_9 H_{20}$	нонен	$C_9 H_{18}$	<u>циклооктан</u>	нонин	$C_9 H_{16}$	<u>октадиен</u>
C_{10}	<u>нонан</u> $C_{10} H_{22}$	децен	$C_{10} H_{20}$	<u>циклононан</u>	децин	$C_{10} H_{18}$	<u>нонадиен</u>
	декан	-		циклодекан	-		декадиен

НАЗВАНИЯ РАДИКАЛОВ И ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ

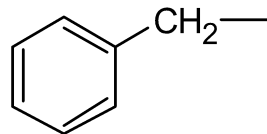
Алкильные радикалы:



Непредельные радикалы:



фенил



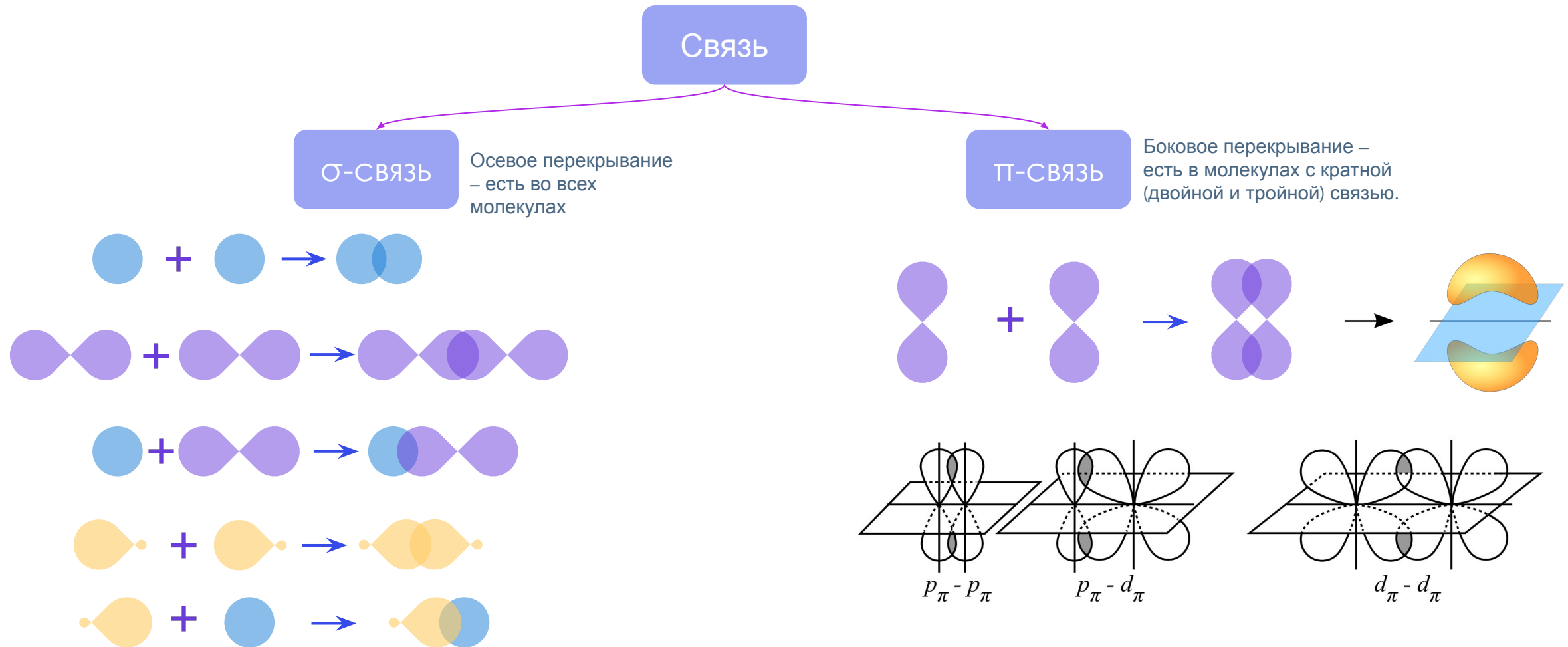
бензил

Углеводороды и галогенпроизводные углеводородов

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	этилен	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	пропилен
$\text{CH}\equiv\text{CH}$	ацетилен	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	дивинил
$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	изопрен	$\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	хлоропрен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$	винилацетилен	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$	винилхлорид
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$	аллилхлорид		бензол
	толуол		стирол
	кумол		мета-ксилол (м-ксилол)
	пара-ксилол (п-ксилол)		орто-ксилол (о-ксилол)

ТИПЫ ПЕРЕКРЫВАНИЯ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

Молекулярная орбиталь – результат перекрывания атомных орбиталей, область наиболее вероятного нахождения электрона в электрическом поле двух и более ядер атомов.

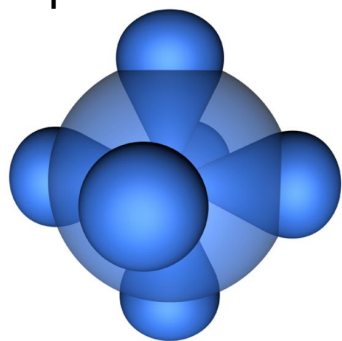


ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

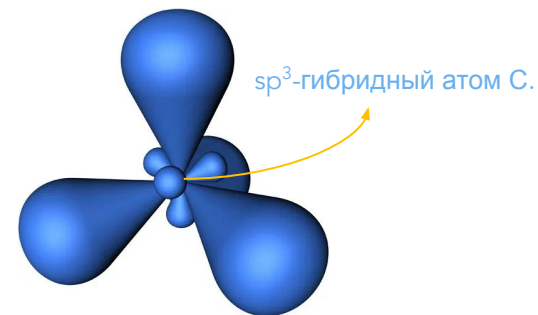
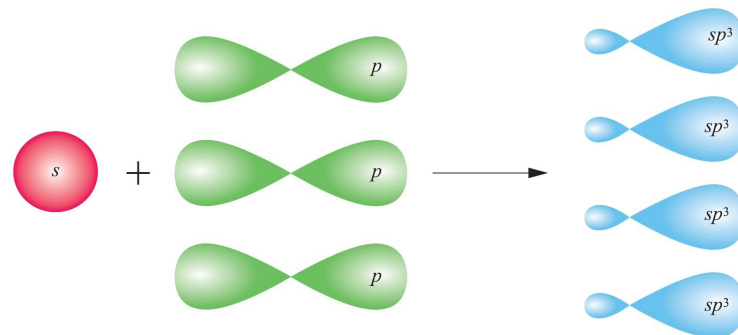
Молекулярная орбиталь – результат перекрывания атомных орбиталей разных атомов, область наиболее вероятного нахождения электрона в электрическом поле двух и более атомов.

Гибридизация атомных орбиталей – взаимодействие орбиталей разных оболочек одного атома (разных по типу, форме), но близких по энергии, с образованием одинаковых орбиталей по форме и энергии.

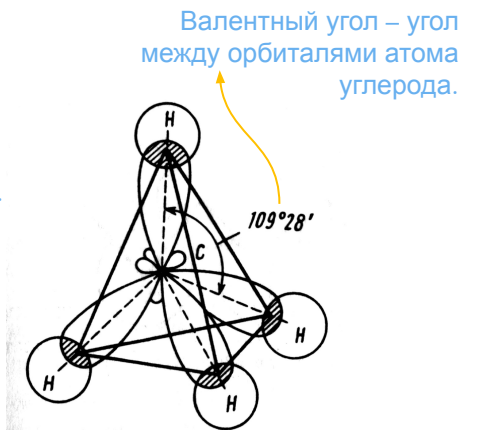
sp^3 – гибридизация – преобразуются 1 s и 3 p -орбитали в 4 гибридные орбитали.



Форма электронных облаков атома углерода



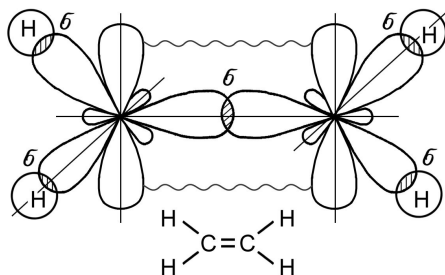
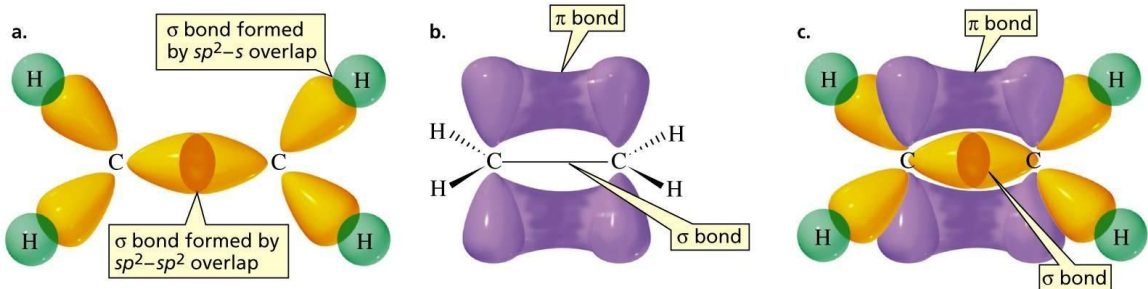
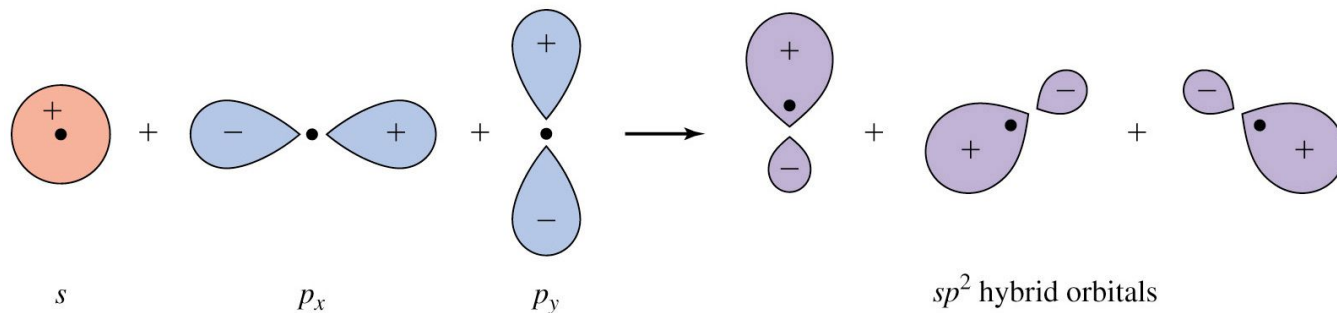
Форма расположения орбиталей – тетраэдр. Характерна для насыщенных углеводородов (алканы, циклоалканы).



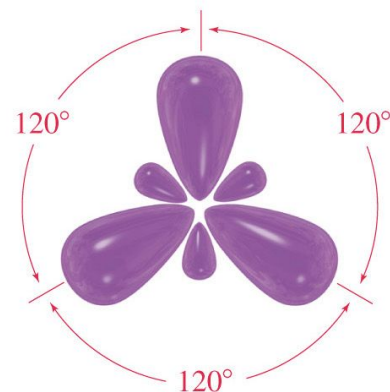
Молекула метана.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

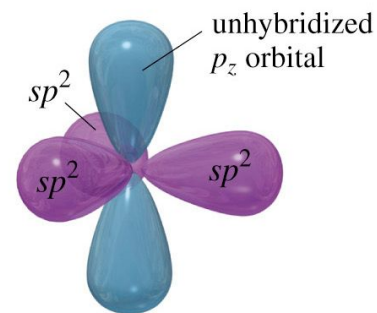
sp^2 – гибридизация – преобразуются 1 s- и 2 p-орбитали в 3 гибридные орбитали, а четвертая остаётся негибридной. При sp^2 – гибридизации происходит π -перекрывания электронных облаков. π -связь возникает только если σ -связь уже



Молекула этена.



three sp^2 hybrid orbitals superimposed

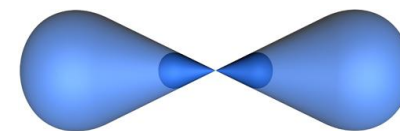
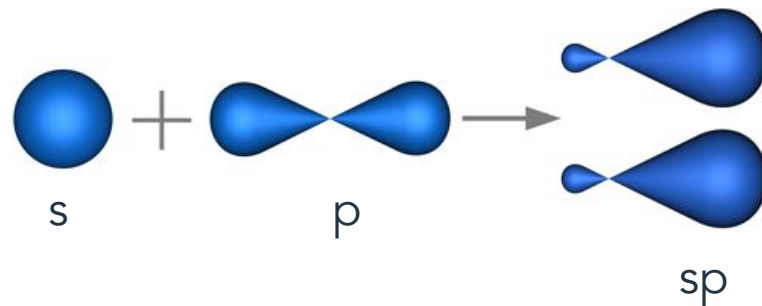


sp^2 hybrid carbon atom (viewed from the side)

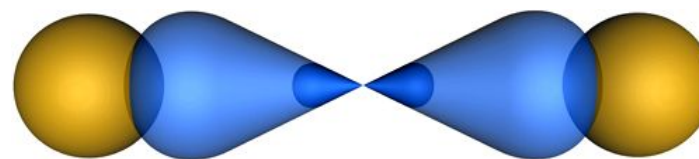
Форма расположения орбиталей – треугольник. Характерна для углеводородов с двойной связью (алкены, циклоалкены, диены, карбоновые кислоты, альдегиды и др.).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

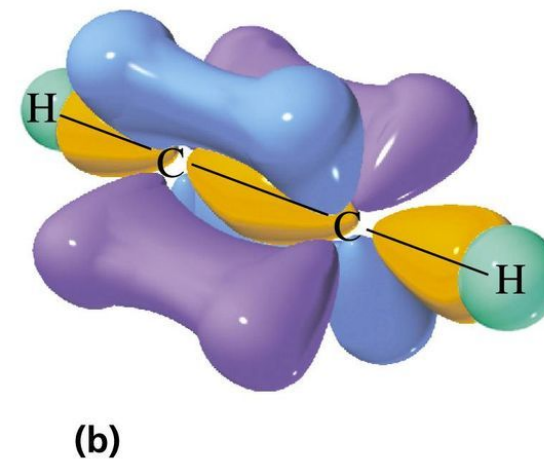
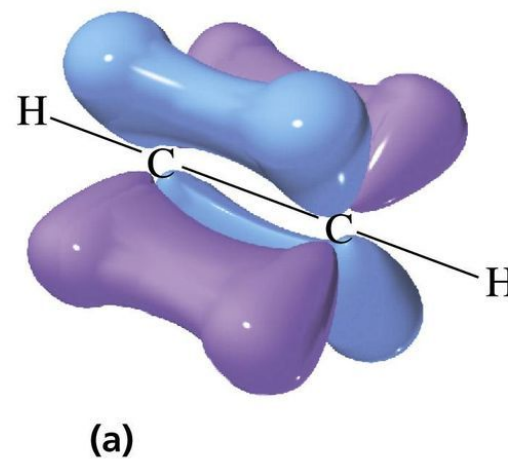
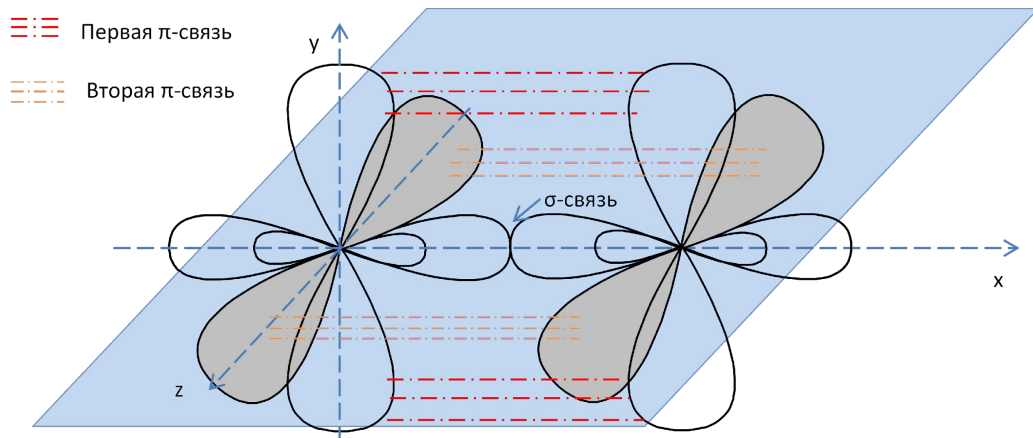
sp – гибридизация – преобразуются 1 s- и 1 p-орбитали в 2 гибридные орбитали, а две остаются негибридными. При sp – гибридизации происходит π-перекрывания электронных облаков перпендикулярно друг другу. Валентный угол – 180°



Форма расположения орбиталей – линейная. Характерна для углеводородов с тройной связью (алкины).

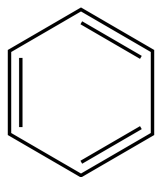
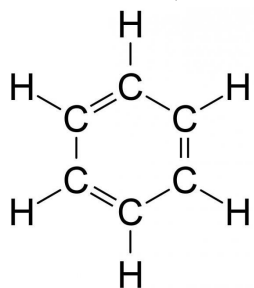


Молекула этина (ацетилена).



СОПРЯЖЕННАЯ П-СИСТЕМА

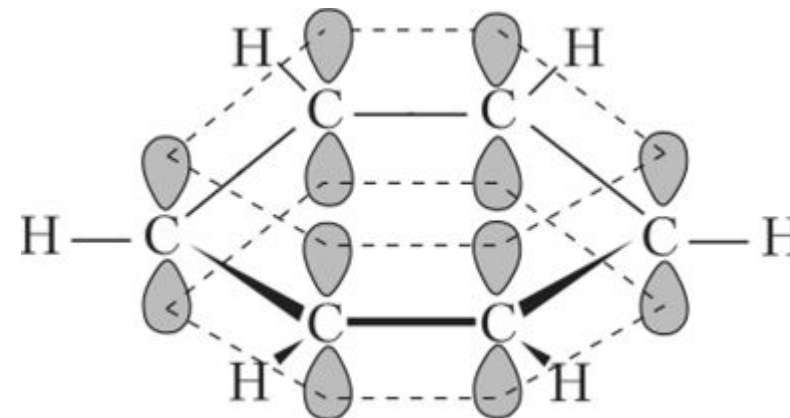
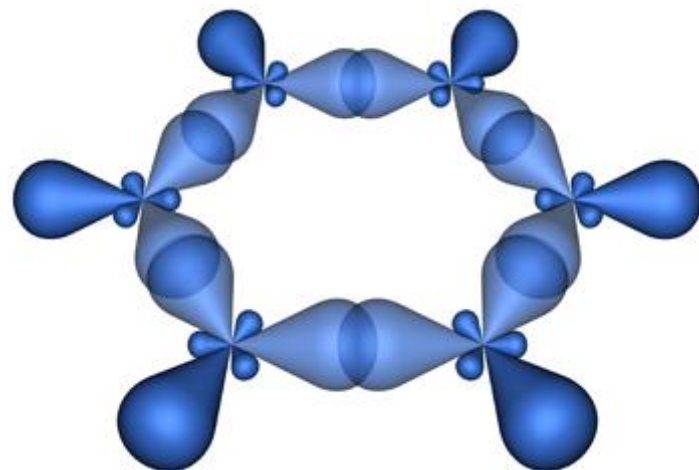
Сопряженные системы –
возникают у sp^2 -гибридных
атомов, расположенных друг за
другом (двойные связи через 1
атом С)



Бензол



Бутадиен-1,
3



КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Органические вещества

углеводороды

ы

насыщенные

е

алкан



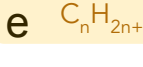
циклоалкан



алкин



одноатомны



двухатомны

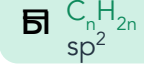


(диолы)

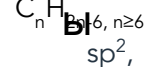
ненасыщенные

е

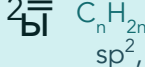
алкен



арен



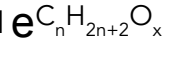
алкадиен



алифатическ

ие

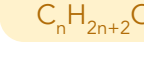
многоатомны



кислородсодержащие

ие

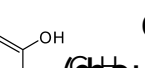
простые эфиры



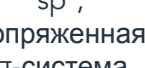
спирты

ы

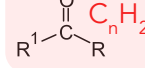
ароматически



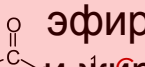
кетоны



альдегид



сложные эфиры



и жиры

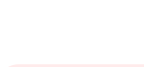
карбонильны

е

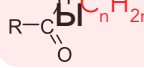
соединения

ы

альдегид



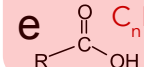
кислоты



монокрбоновы



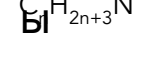
двухатомны



поликарбонаты

е

амин



нитросоединения

ы

углеводы (сахара)

Есть sp^2

моносахариды

дисахариды

олигосахариды

полисахариды

Есть sp^2

карбоновые

е

кислоты

двухатомны

е

поликарбонаты

е

азотсодержащие

ие

нитросоединения



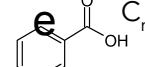
аминокислоты



белки

и

ароматически



е

е

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В МОЛЕКУЛАХ

Органические ионы

нуклеофилы

Способны предоставить пару электронов на образование связи C-C.

- Отрицательно заряженные ионы: OH^- , OR^- , CN^- , Cl^-
- Нейтральные частица с НЭП: NH_3 , NOH , R-OH , RN_3
- Молекулы с π-электронами: алкены, алкины, арены и др.

электрофилы

Имеют вакантную орбиталь и образуют связь за счет электронов углерода.

- Положительные ионы: H^+ , Br^+ , NO_2^+ , Na^+
- Положительно заряженные части молекул: $\text{Br}^{\delta+} \rightarrow \text{Br}^{\delta-}$, $\text{C}^{\delta+}=\text{O}$,
- Нейтральные молекулы с вакантной орбиталью: AlCl_3 , SnCl_4 , FeBr_3 , BF_3

Электронные эффекты в молекулах

Индуктивный (I)

Смещение электронной плотности по цепи σ-связи из-за разности электроотрицательности атомов. Быстро затухает через 1-2

+I - эффект

Смещают ЭП к атому C. Растёт с длиной цепи.

-I - эффект

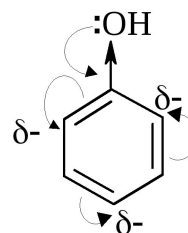
Смещают ЭП к себе. Растёт с увеличением ЭО.

Мезомерный (μ)

Эффект сопряжения (делокализация) – смещение электронной плотности по π-связи. Распространяется на всю π-систему. В сопряжение могут входить p-орбитали, НЭП, «+», неспаренные электроны радикалов.

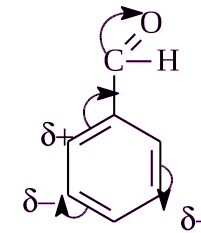
+μ - эффект

Повышает электронную плотность в сопряженной системе.



-μ - эффект

Понижает электронную плотность в сопряженной системе.



ЭЛЕКТРОНОДОНОРНЫЕ И ЭЛЕКТРОНОАКЦЕПТОРНЫЕ ЗАМЕСТИТЕЛИ

Знаки *M* и *I*- эффектов у одного заместителя могут не совпадать. Донор или акцептор определяется по самому сильному эффекту.

Электронодонорные заместители (ЭД) стабилизируют карбокатионы, и радикальные частицы.

Электроноакцепторные заместители (ЭА) дестабилизируют карбокатионы и радикальные частицы.

Свободнорадикальные частицы имеют неспаренный электрон: $\text{Cl}\bullet$, $\text{Br}\bullet$, $\text{CH}_3\bullet$

Т а б л и ц а Электронные эффекты некоторых заместителей

Заместитель	Электронные эффекты		Характер совместного действия
	индуктивный	мезомерный	
Алкильные группы (R)	+ <i>I</i>	—	Электронодонорный
—O [−]	+ <i>I</i>	+ <i>M</i>	
—NH ₂ , —NHR, —NR ₂	− <i>I</i>	+ <i>M</i>	
—OH, —OR	− <i>I</i>	+ <i>M</i>	
—NH ₃ ⁺ , —NR ₃ ⁺	− <i>I</i>	—	
Галогены (F, Cl, Br, I)	− <i>I</i>	+ <i>M</i>	Электроноакцепторный
>C=O	− <i>I</i>	− <i>M</i>	
—COOH, —COOR	− <i>I</i>	− <i>M</i>	
—NO ₂	− <i>I</i>	− <i>M</i>	
—C≡N	− <i>I</i>	− <i>M</i>	
—SO ₃ H	− <i>I</i>	− <i>M</i>	

МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

		Механизмы		
		Радикальные	Ионные	
			Нуклеофильные (N)	Электрофильные (E)
Тип реакции	Присоединение (Addition)	A _R	A _N	A _E
	Замещение (Substitution)	S _R	S _N	S _E
	Отщипление (элементирование – elimination)	E _R	E _N	E _E

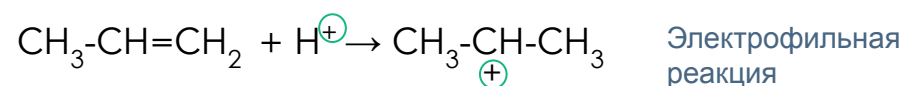
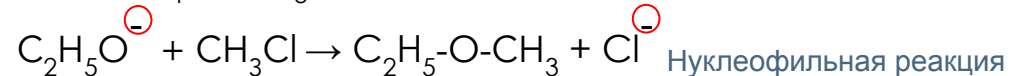
Радикальные реакции идут с участием свободных радикалов.

Нуклеофильные реакции – новая ковалентная связь образуется за счёт пары электронов реагента.

Электрофильные реакции – новая связь образуется за счёт электронной пары субстрата, а реагент – электрофил.

Гомолитический разрыв – образуются радикалы. $A \bullet \bullet B \rightarrow A \bullet + B \bullet$

Гетеролитический разрыв – образуются ионы. $A \bullet \bullet B \rightarrow A^{\oplus} + B^{\ominus}$



ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Присоединение	Отщепление (элиминирование)	Замещение
+ H ₂ - гидрирование	- H ₂ – дегидрирование	Как в неорганике – замещение H ₂
+ H ₂ O - гидратация	- H ₂ O - дегидратация	Как в неорганике обмен, нейтрализация
+ Г ₂ - галогенирование	- Г ₂ - дегалогенирование	+ Г ₂ - галогенирование
+ НГ - гидрогалогенирование	- НГ - дегидрогалогенирование	Реакции, похожие на обмен в неорганике: + НГ – гидрогалогенирование
Полимеризация, сополимеризация	Крекинг	Замещение жесткими галогенирующими агентами
		Этерификация
		Ацелирование ангидридами и галогенангидридами
		Алкилирование
		Перегруппировка
		Нирование
		Сульфирование

