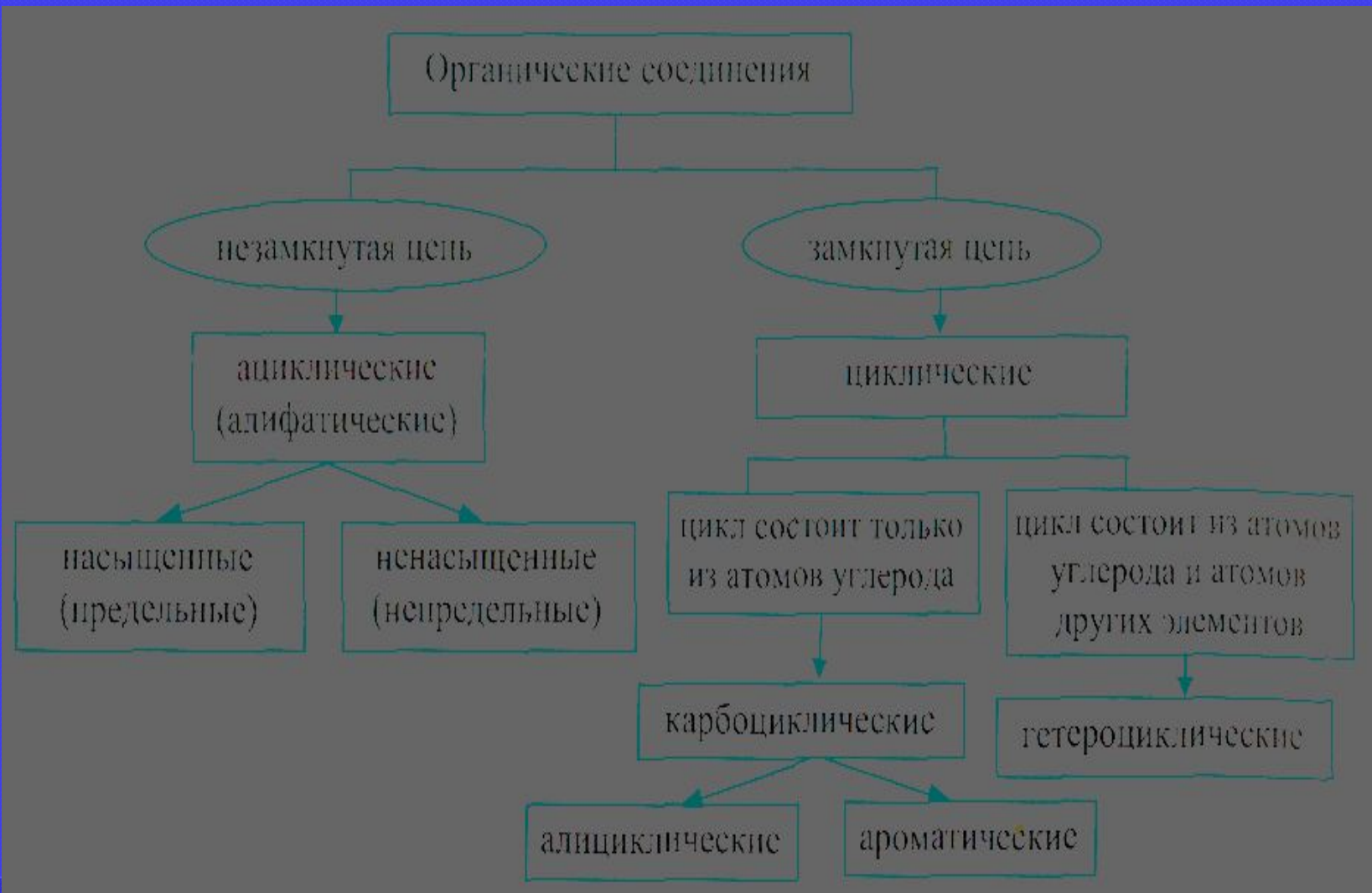


Теоретические основы органической химии

План:

1. Предмет органической химии.
2. Классификация органических соединений.
3. Типы изомерии. Виды пространственной и структурной изомерии. Оптическая изомерия.
4. Типы химических связей и геометрия молекул.
5. Взаимное влияние атомов в молекуле.
Индуктивный и мезомерный эффекты

КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



Классификация органических соединений

в зависимости от строения углеродного скелета



УГЛЕВОДОРОДЫ

C_xH_y

Незамкнутая цепь

Ациклические
(алифатические)

Насыщенные
(предельные)

Алканы
 C_nH_{2n+2}

Ненасыщенные
(непредельные)

Алкены
 C_nH_{2n}
Алкадиены
 C_nH_{2n-2}
Алкины
 C_nH_{2n-2}

Замкнутая цепь

Циклические

Алициклические

Циклоалканы
 C_nH_{2n}
Циклоалкены
 C_nH_{2n-2}
Циклоалкины
 C_nH_{2n-4}

Ароматические

Арены
 C_nH_{2n-6}
($n \geq 6$)

ВАЖНЕЙШИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ

Функциональная группа		Класс соединения
Обозначение	Название	
$-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$	Галоген	Галогенопроизводные углеводородов
$-\text{OH}$	Гидроксил	Спирты, фенолы
$>\text{C}=\text{O}$	Карбонил	Альдегиды, кетоны
$-\text{COOH}$	Карбоксил	Карбоновые кислоты
$-\text{NH}_2, >\text{NH}, >\text{N}-$	Аминогруппа	Амины
$-\text{NO}_2$	Нитрогруппа	Нитросоединения
$-\text{SO}_3\text{H}$	Сульфогруппа	Сульфокислоты

Характеристическая группа		Префикс	Суффикс
↓	$-(C)OON^1$	—	-овая кислота
	$-COOH$	карбокси-	-карбоновая кислота
	$-SO_3H$	сульфо-	-сульфо кислота
	$-(C)H=O$	оксо-	-аль
	$-CH=O$	формил-	-карбальдегид
	$>C=O$	оксо-	-он
	$-OH$	гидрокси-	-ол
	$-SH$	меркапто-	-тиол
Убывание старшинства	$-NH_2 (>NH, >N-)$	амино-	-амин
	$-NO_2$	нитро-	
	$-OR$	алкокси-	
	$-F, -Cl, -Br, -I$	фтор-, хлор-, бром-, иод-	
	$(-Hal)$	(галоген-)	

Изомеры — соединения, имеющие общую брутто формулу, но различное пространственное строение

Типы изомерии:

1. Структурная.

2. Пространственная:

а) геометрическая.

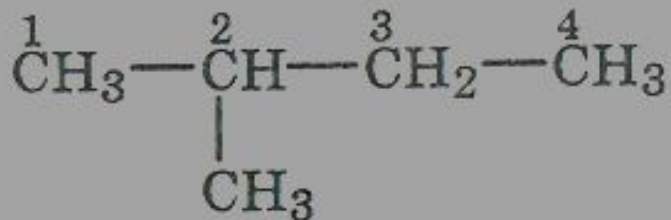
б) оптическая.

СТРУКТУРНАЯ ИЗОМЕРИЯ

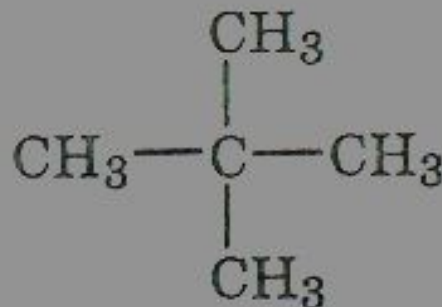
А) Изомерия углеродного скелета



н-пентан



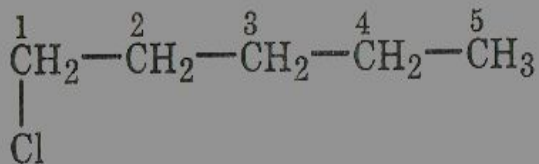
2-метилбутан



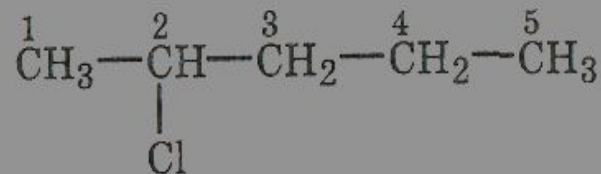
2,2-диметилпропан

Б) Изомерия положения заместителей

перемещение заместителя по цепи:

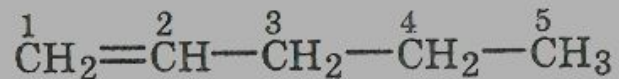


1—хлорпентан

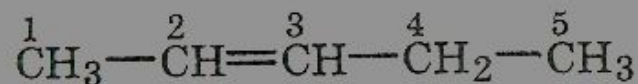


2 -хлорпентан

перемещение кратной связи по цепи:

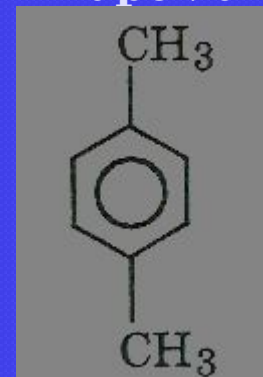
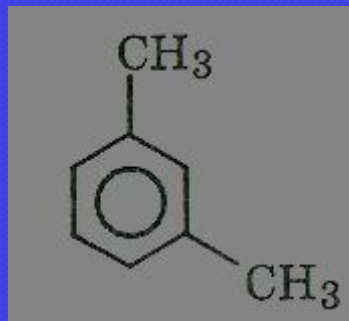
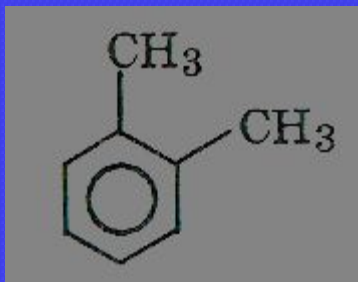


пентен-1

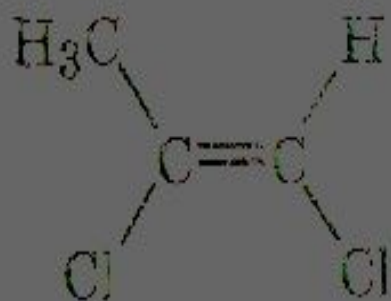


пентен-2

взаимное расположение заместителей в соединениях ароматического



ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЯ



цис-1,2-дихлор-
пропен



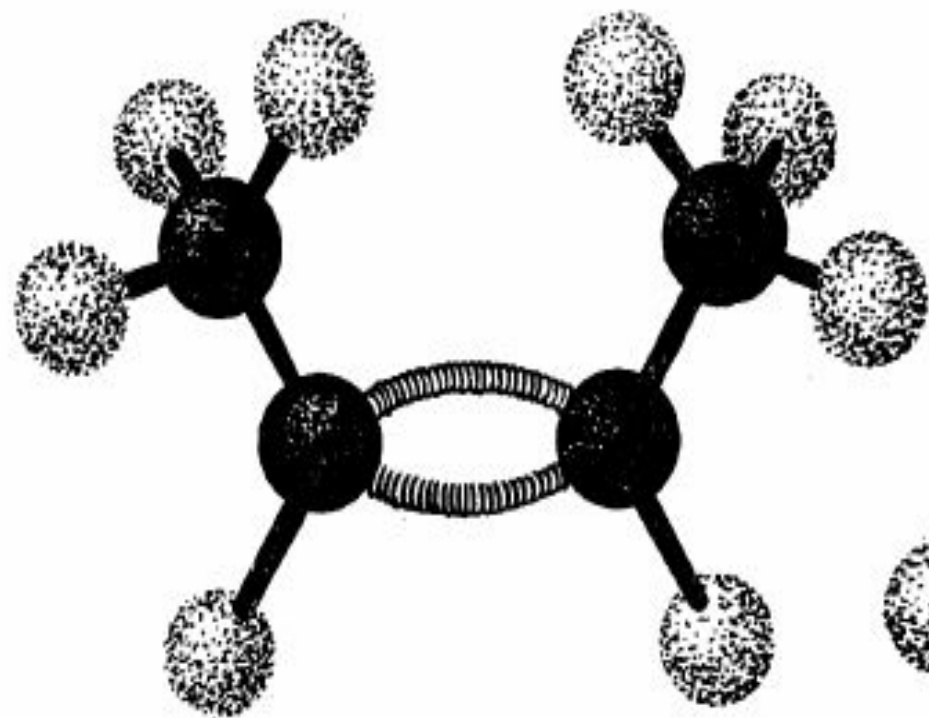
транс-1,2-дихлор-
пропен



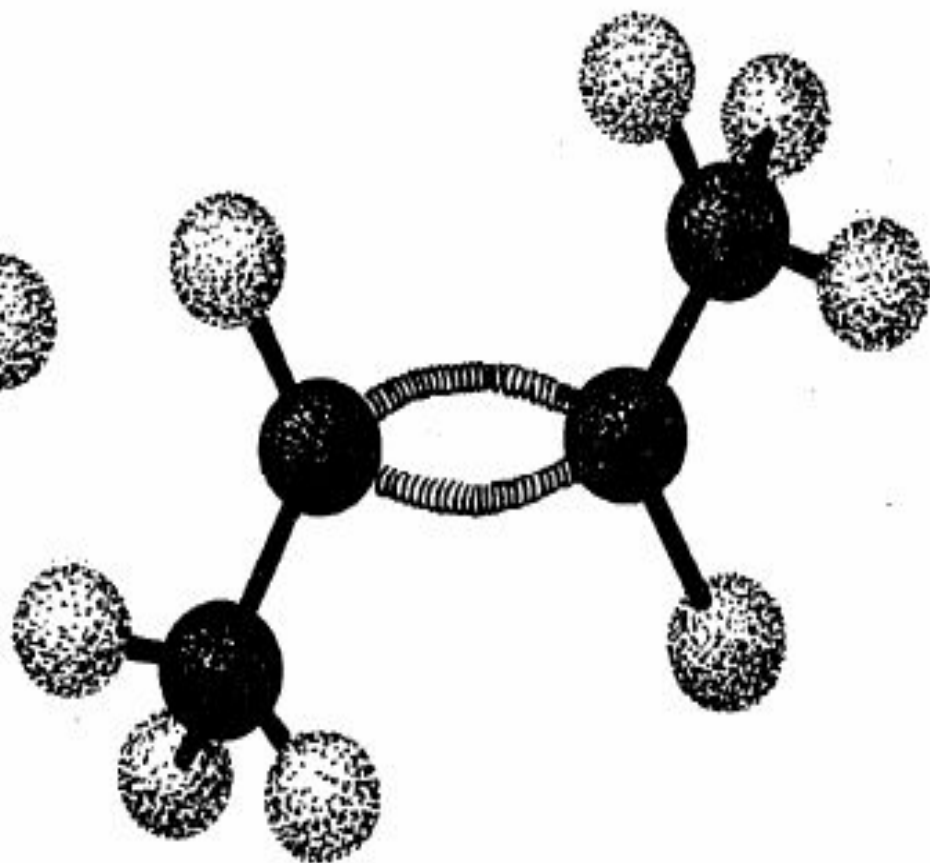
транс-1,3-диметил-
циклобутан



цис-1,3-диметил-
циклобутан



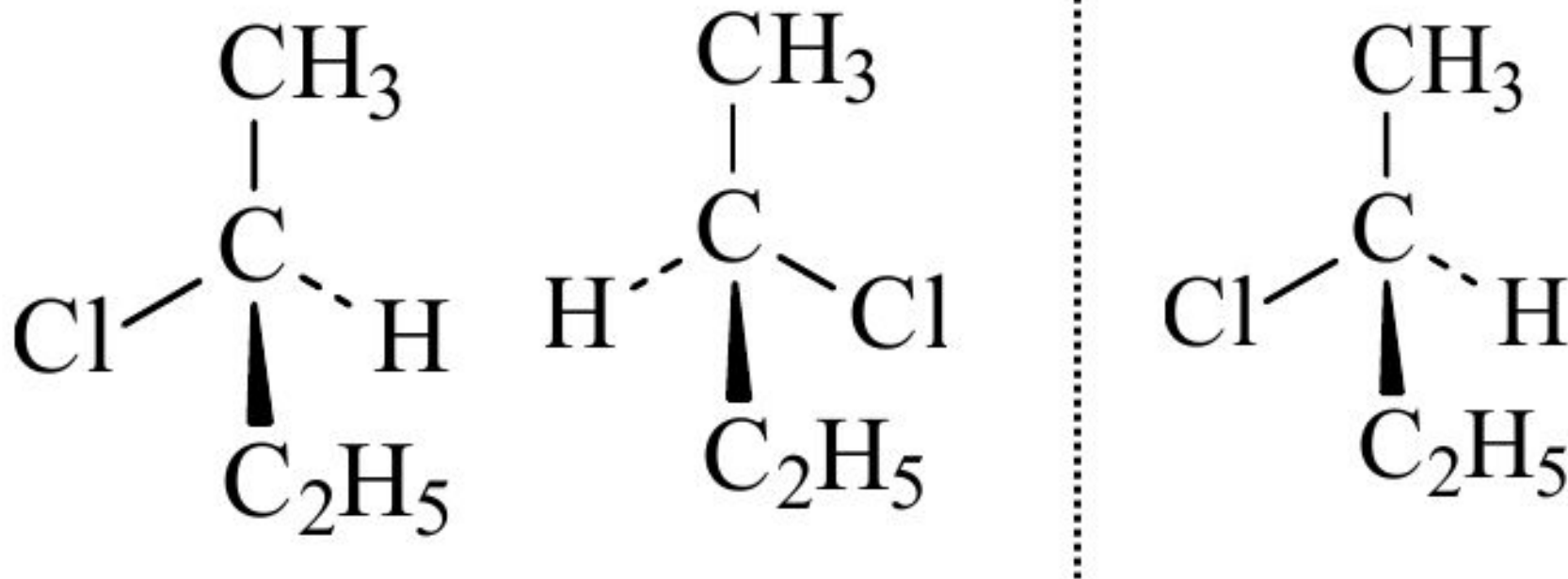
цис



транс

Ассиметричный атом углерода. Понятие хиральности. Энантиомеры

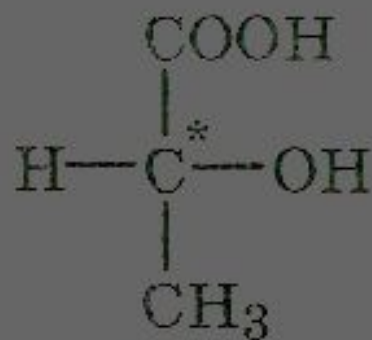
-изомеры, не совпадающие со своим зеркальным изображением



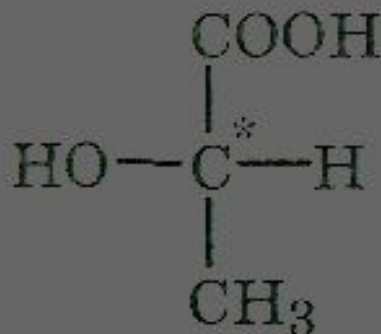
зеркало

ОПТИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЯ

Зеркало



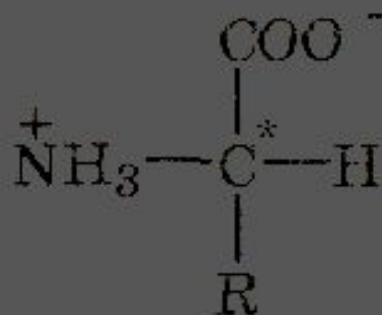
D-(-)-энантиомер



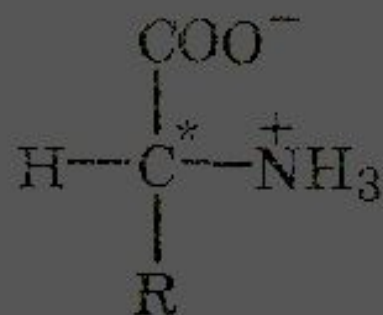
L-(+)-энантиомер

молочной кислоты

Зеркало



L-(-)-энантиомер

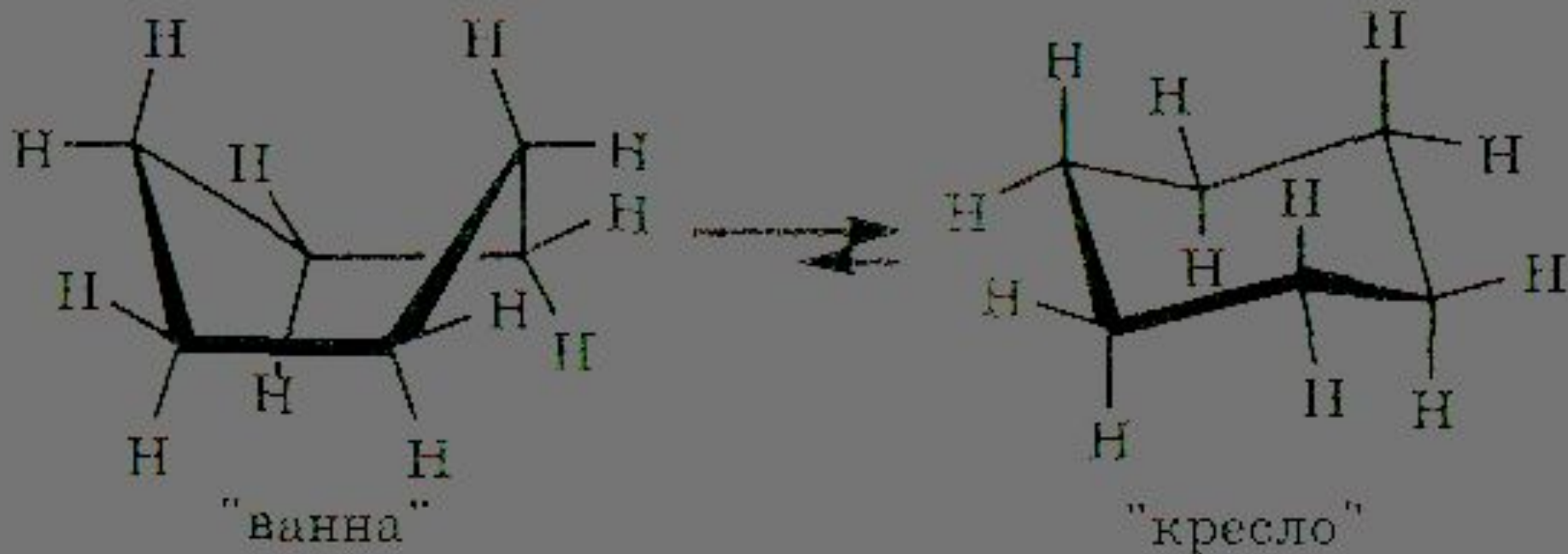


D-(+)-энантиомер

α-аминокислоты

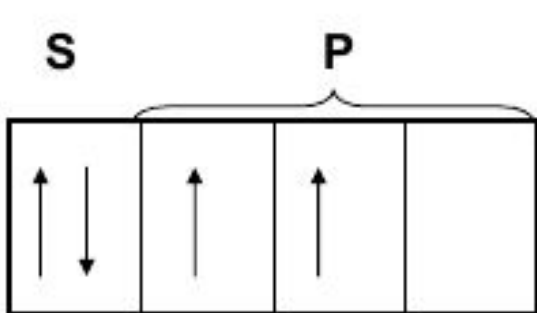
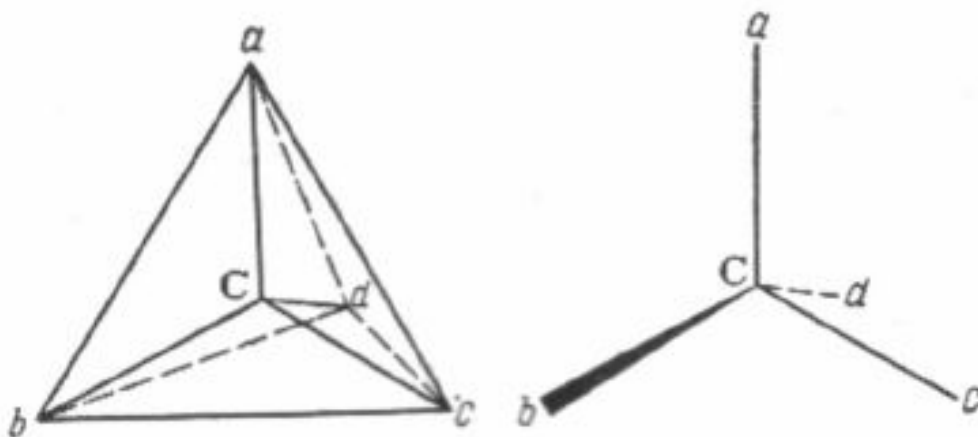
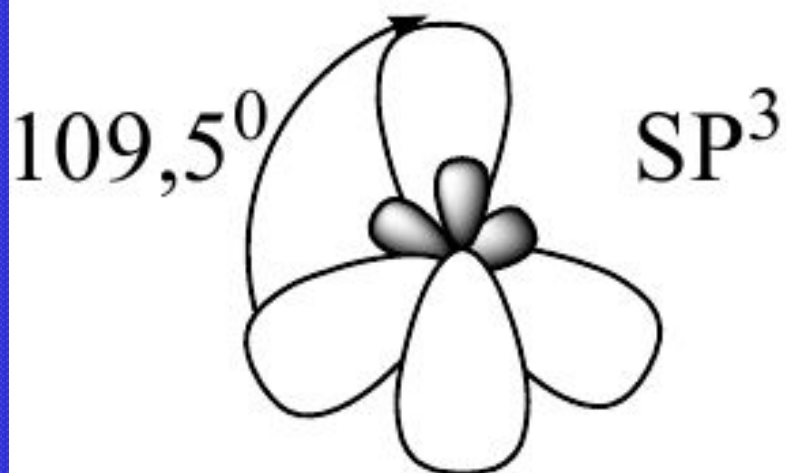
ЦИКЛОГЕКСАН

В КОНФОРМАЦИЯХ ВАННЫ И КРЕСЛА

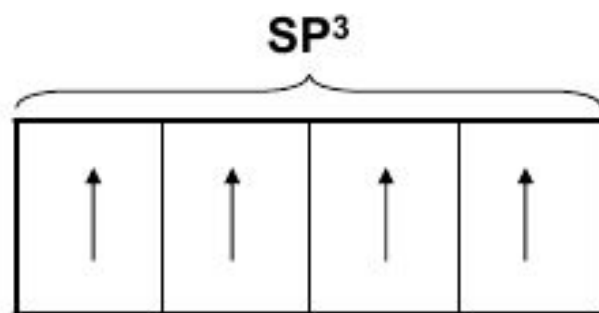


***Типы химических
связей и геометрия
молекул.***

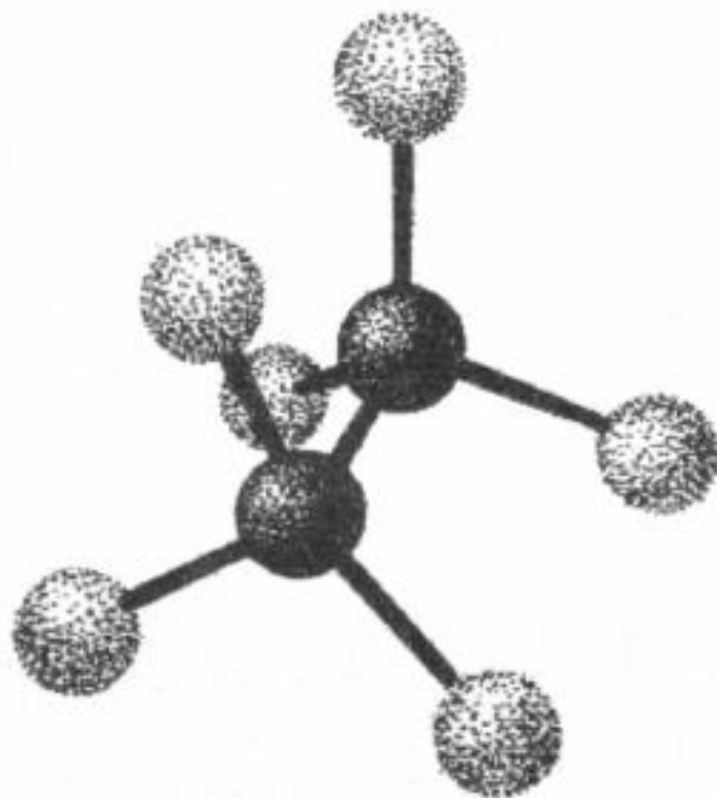
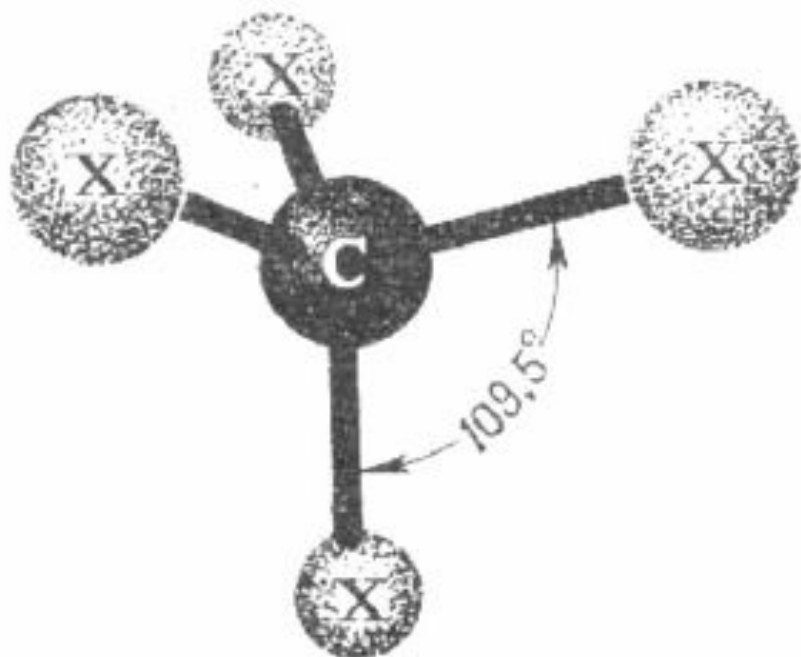
Пространственная структура



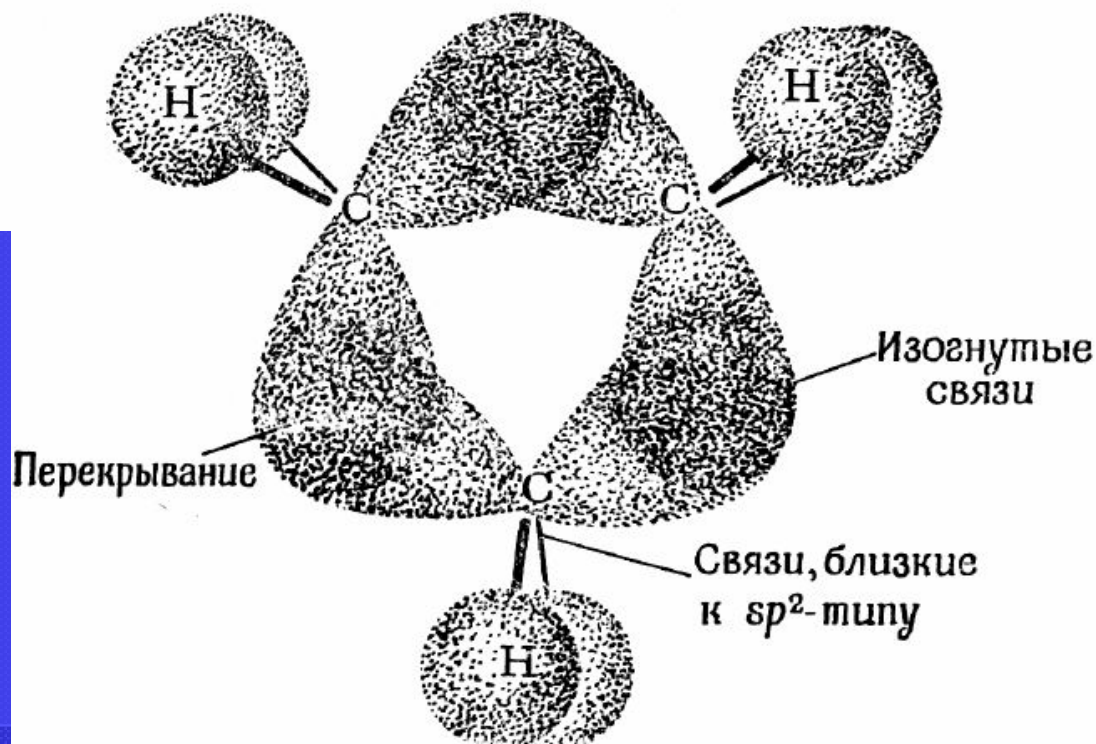
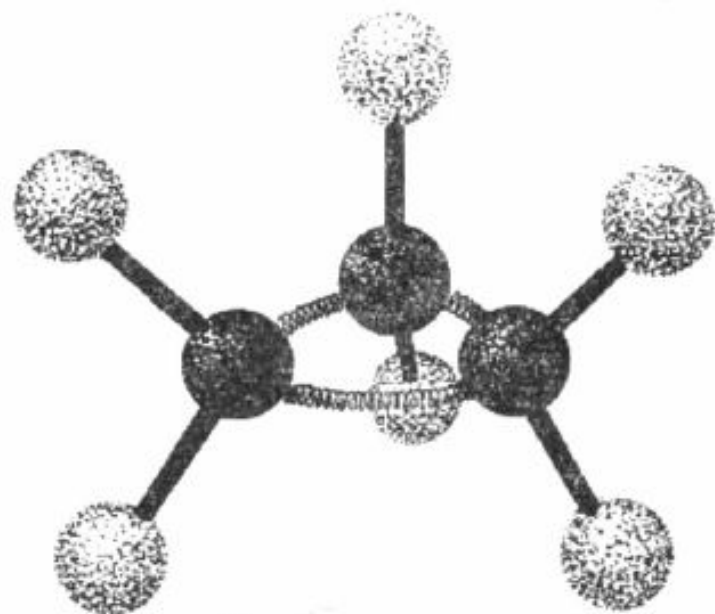
гибридизация



МЕТАН и ЭТАН



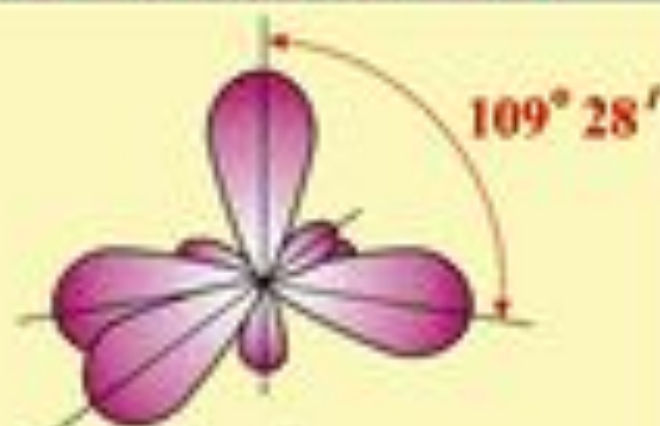
циклопропан



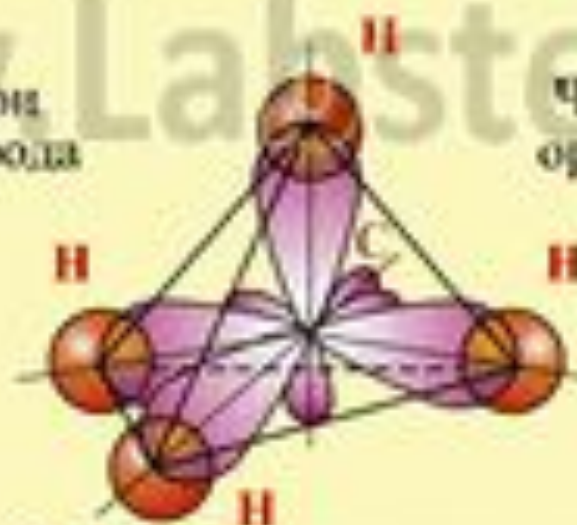
ОБРАЗОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ ОРБИТАЛЕЙ В МОЛЕКУЛЕ CH_4



Одна s -орбиталь и три p -орбитали атома углерода



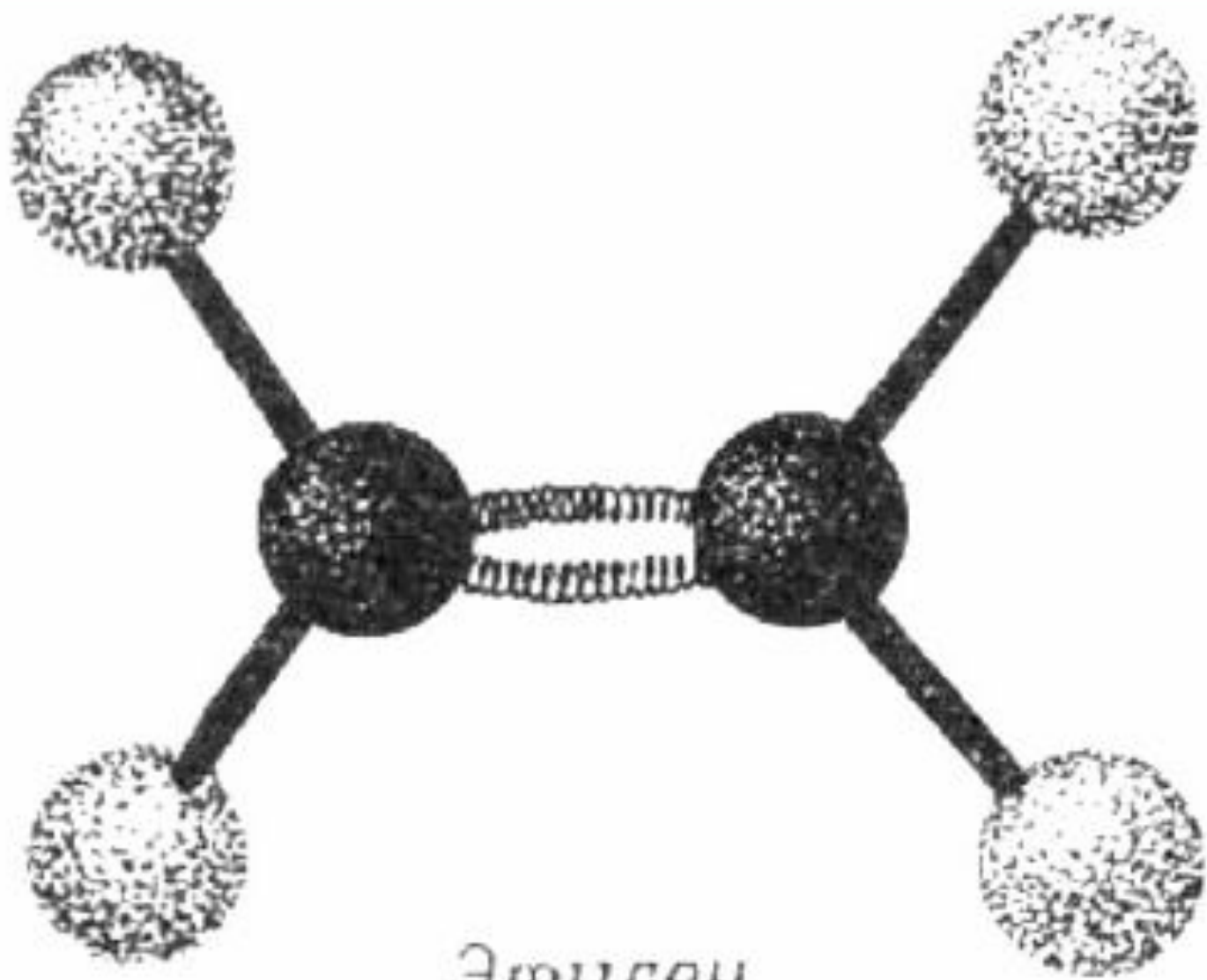
Четыре sp^3 -гибридные орбитали атома углерода



Объемная тетраэдрическая молекула CH_4

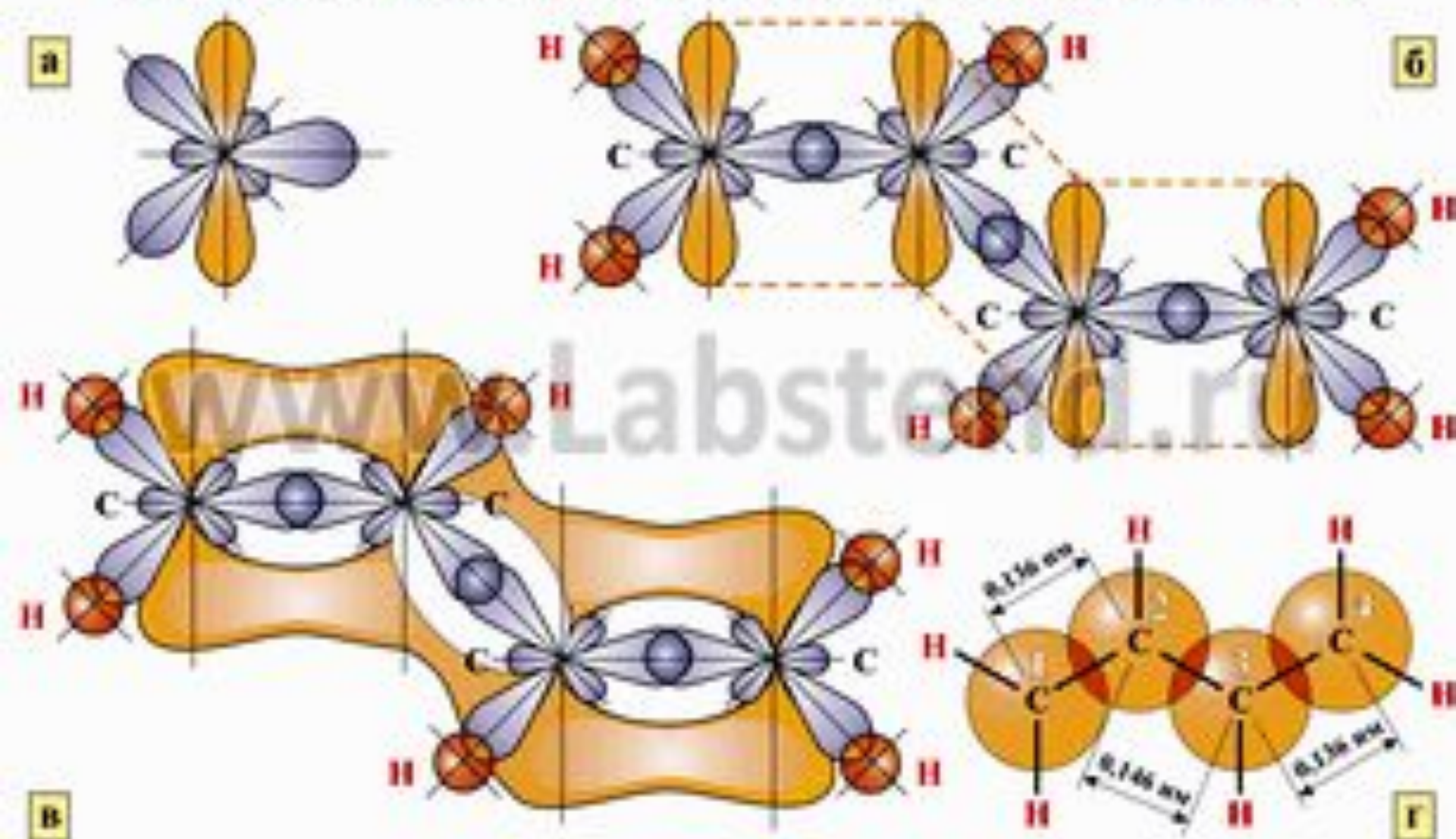
ОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЕ ЭТИЛЕНА
 $H_2C = CH_2$



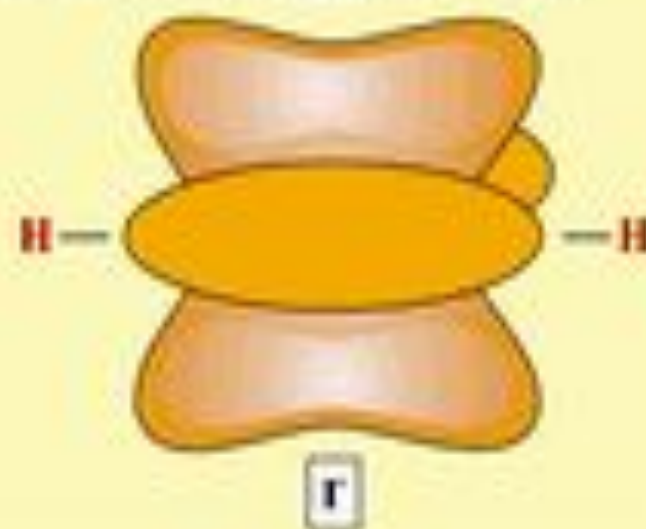
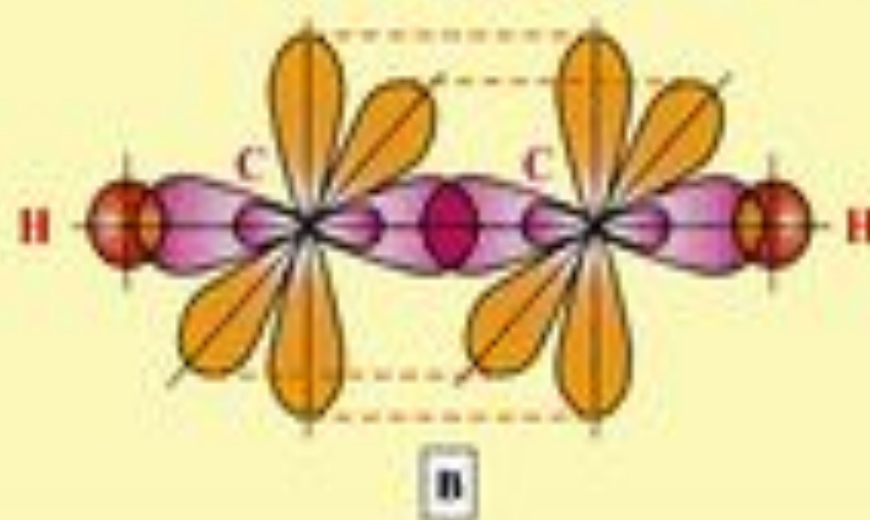


Этилен

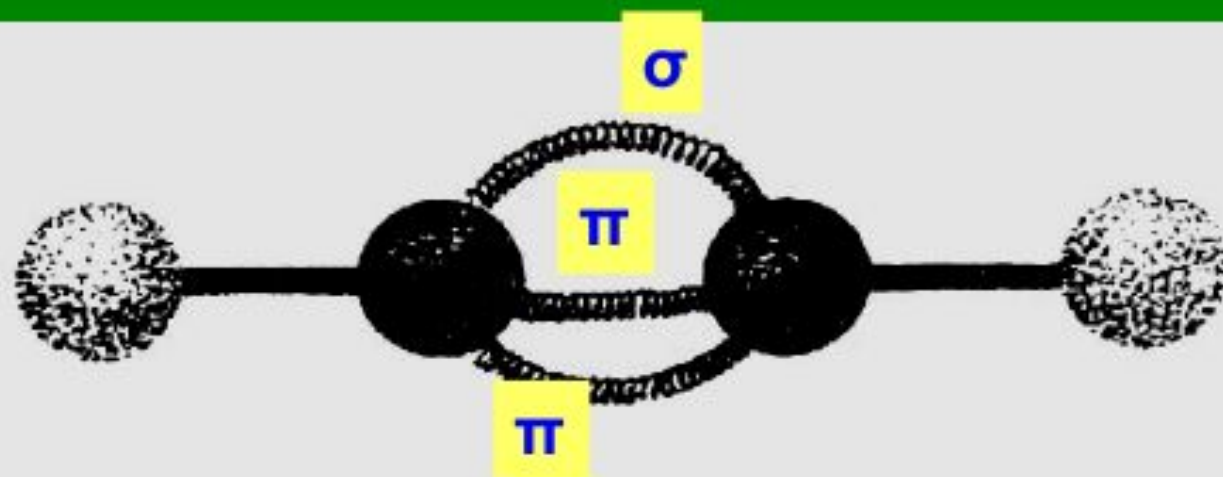
ОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЕ БУТАДИЕНА - 1, 3



ОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЕ АЦЕТИЛЕНА
 $\text{HC} \equiv \text{CH}$

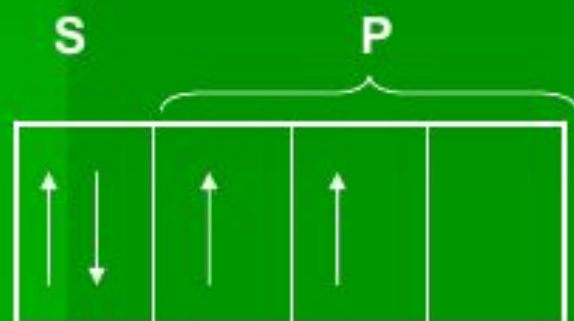


АЛКИНЫ

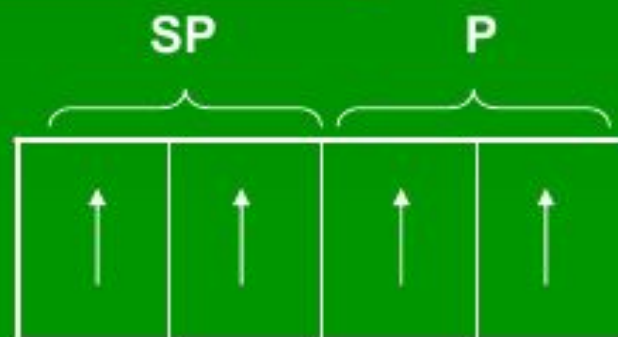


Ацетилен

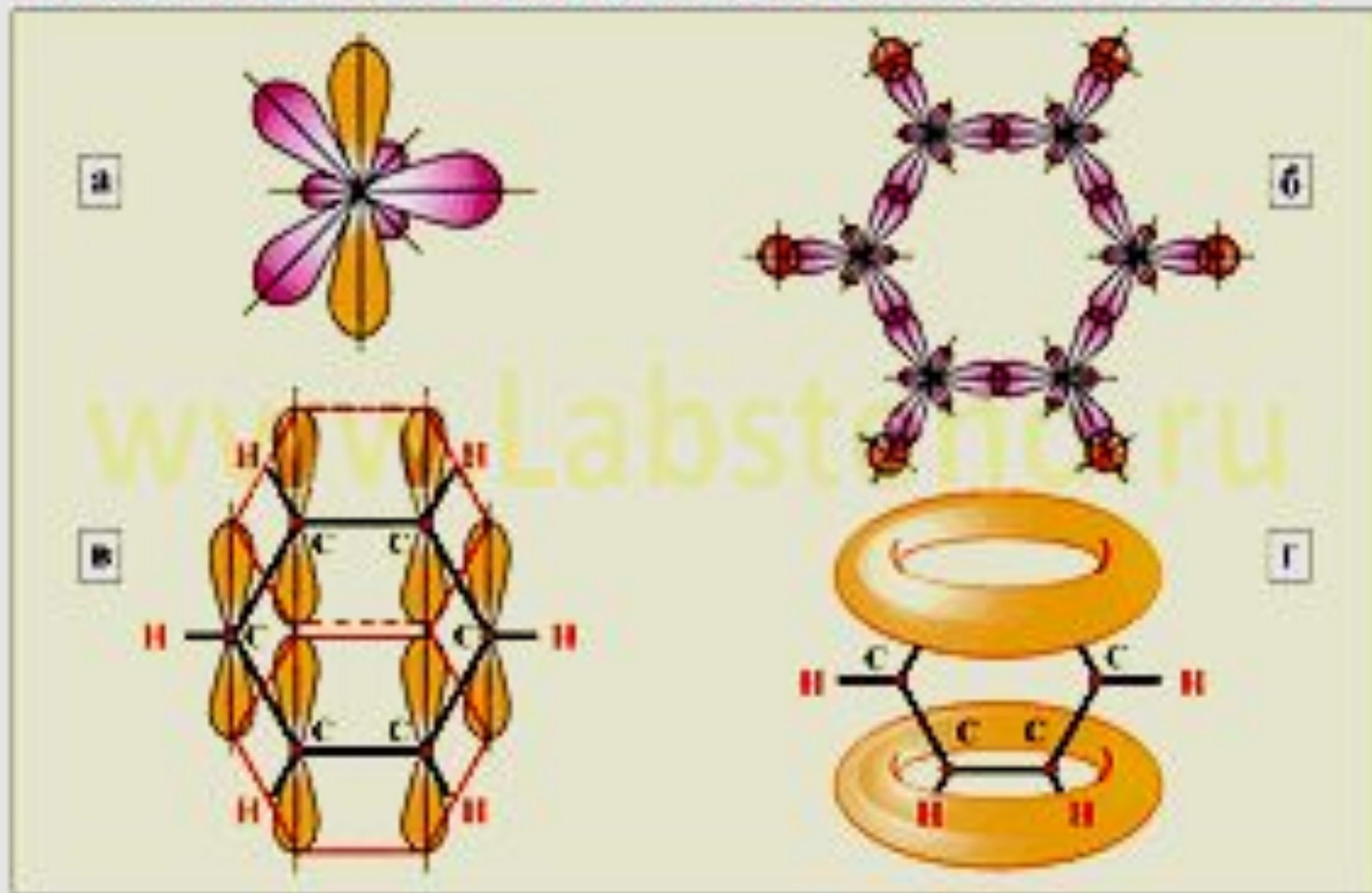
ЭТИН



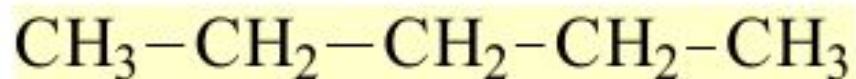
гибридизация



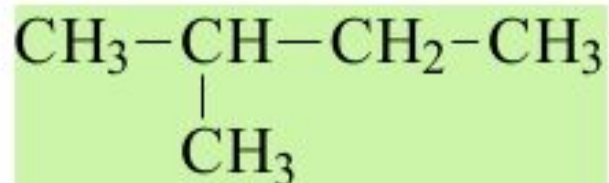
ОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЕ БЕНЗОЛА



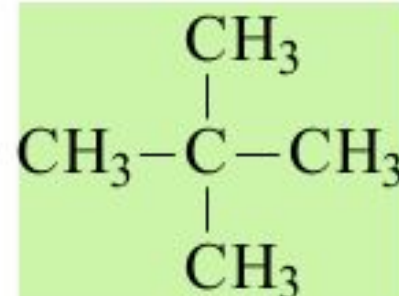
Разветвленные алканы и их радикалы



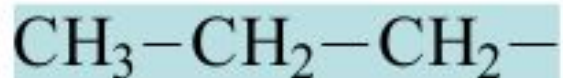
н-пентан



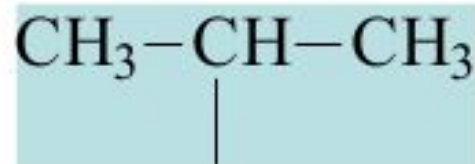
2-метилбутан



2,2-диметилпропан



н-пропил

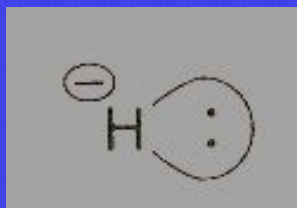
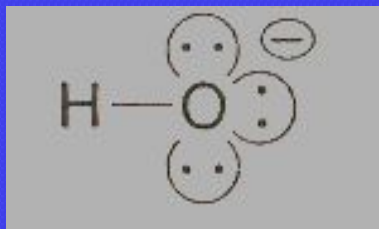
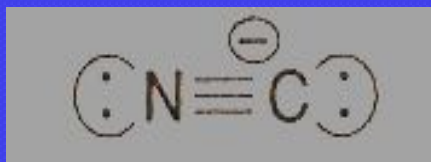
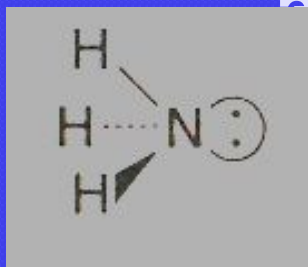


изопропил

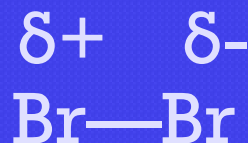
В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

РЕАГЕНТЫ

Нуклеофилы - это
частицы с
неподеленными
парами
электронов



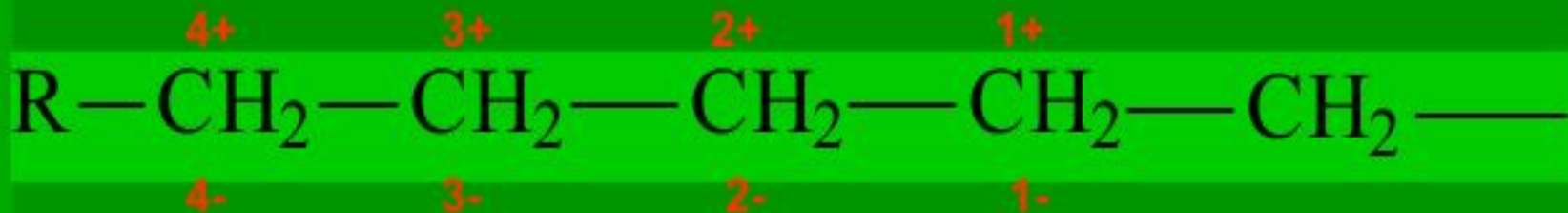
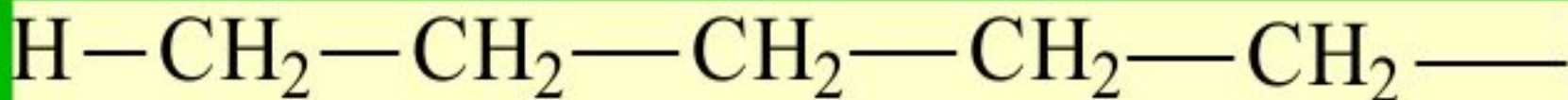
Электрофилы
являются
акцепторами пар
электронов



(индуцируется
соседней частицей)

Индуктивный и мезомерный эффекты

- Индуктивный эффект (I) передается по системе σ -связей и затухает от атома к атому (через 4 связи он уже практически не проявляется)



- Мезомерный эффект (М) передается только по цепи сопряженных связей и действует по всей цепи с одинаковой силой



Типичные электронодоноры

- CH_3^- (+I)
- CH_3CH_2^- (+I)
- CH_3O^- (+M)
- NH_2^- (+M)

Типичные электроноакцепторы

- Hal^- (-I)
- NO_2^- (-M)
- $-\text{COOH}$ (-M)

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ

Электронные эффекты	Заместители
$+I$ ($M = 0$)	Алкильные заместители ($-R$)
$+I, +M$	$-\text{O}^{\ominus}, -\text{S}^{\ominus}$
$+I, -M$	$-\text{C}_6\text{H}_5$
$-I, +M$	$-\text{OH}^*, -\text{OR}^*, -\text{SH}, -\text{SR}, -\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{NH}_2^*, -\text{NHR}^*, -\text{NR}_2^*$
$-I, -M$	$-\overset{+}{\text{NR}}_3, -\text{NO}_2, -\text{SO}_3\text{H}, -\text{C}\begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{smallmatrix}, -\text{C}\begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{R} \end{smallmatrix}, -\text{C}\equiv\text{N}, -\text{COOH}$

* У заместителя мезомерный эффект преобладает над индуктивным эффектом.

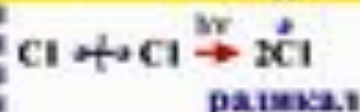
РЕАКЦИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ В АЛКАНАХ (S_R)

Схема реакции



Механизм цепной радикальный (S_R)

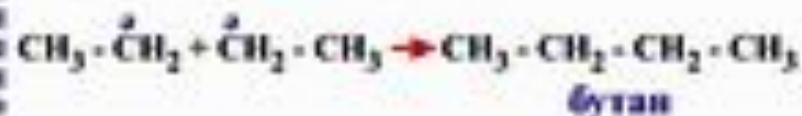
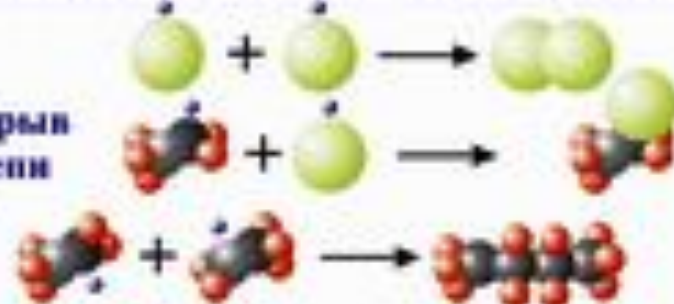
Иницирование
(зарождение цепи)



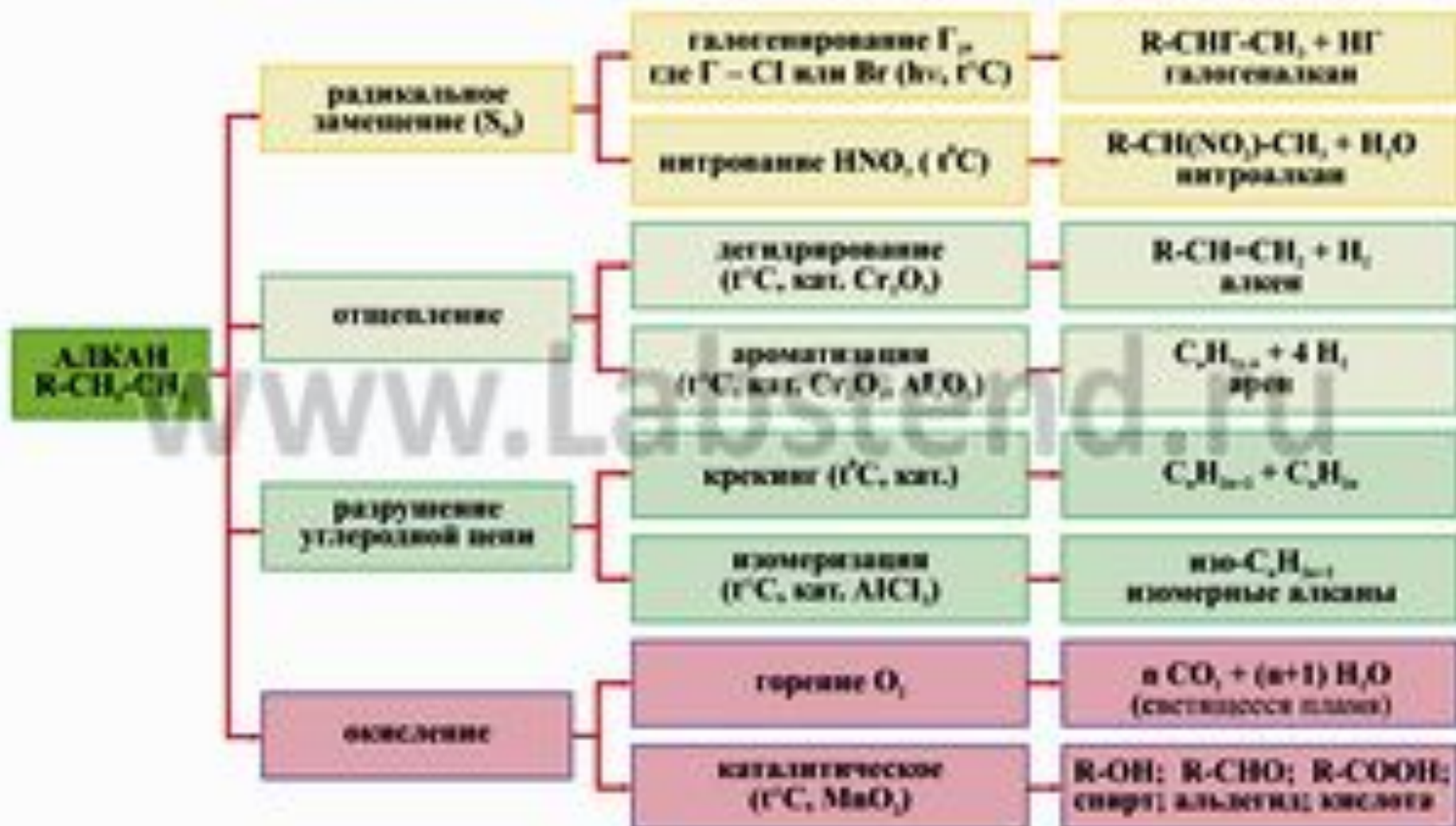
Рост
цепи



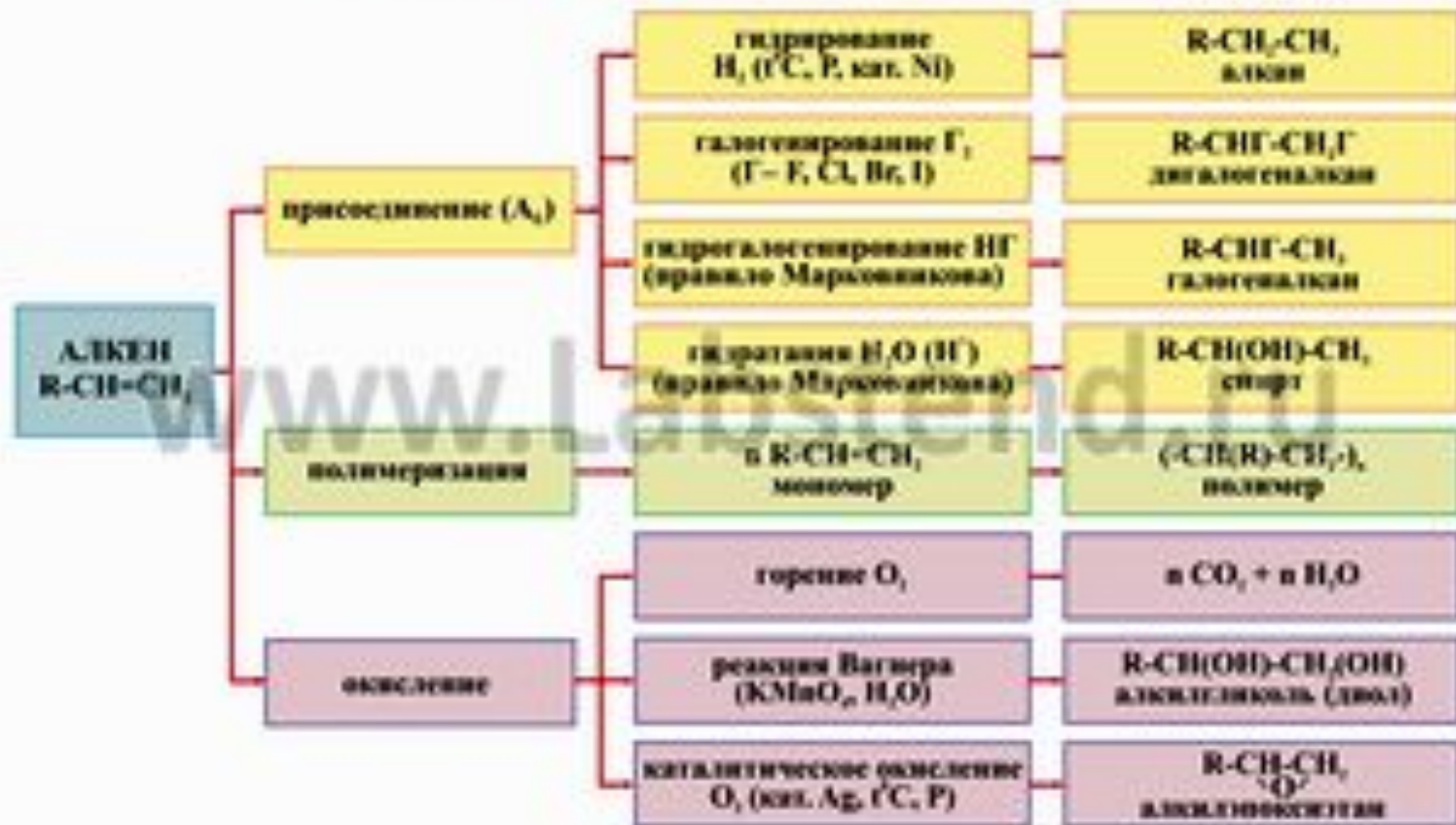
Обрыв
цепи



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАНОВ (C_nH_{2n+2})

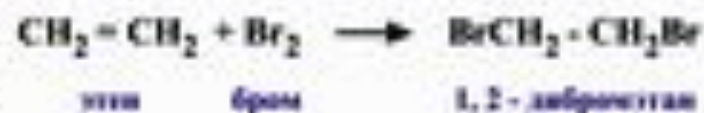


ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКЕНОВ (C_nH_{2n})

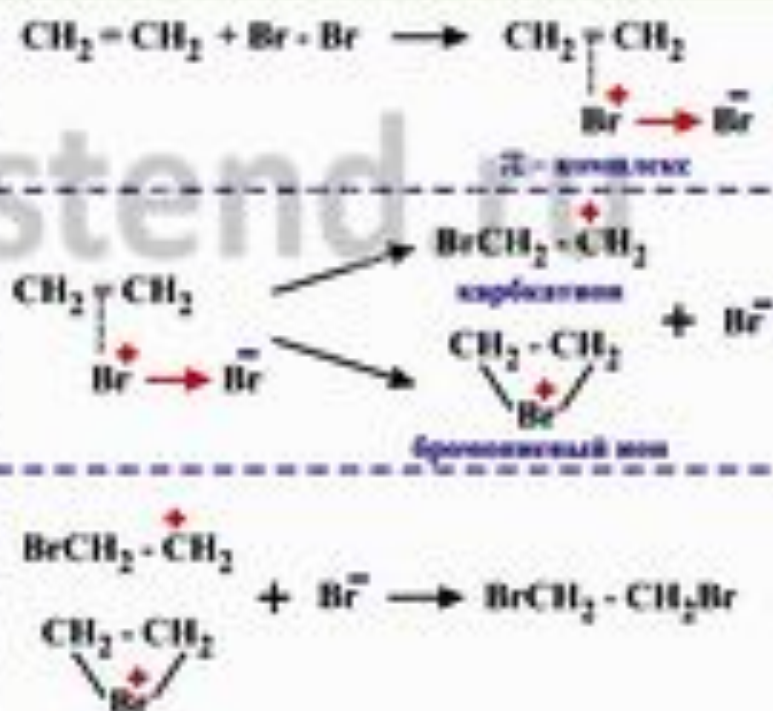
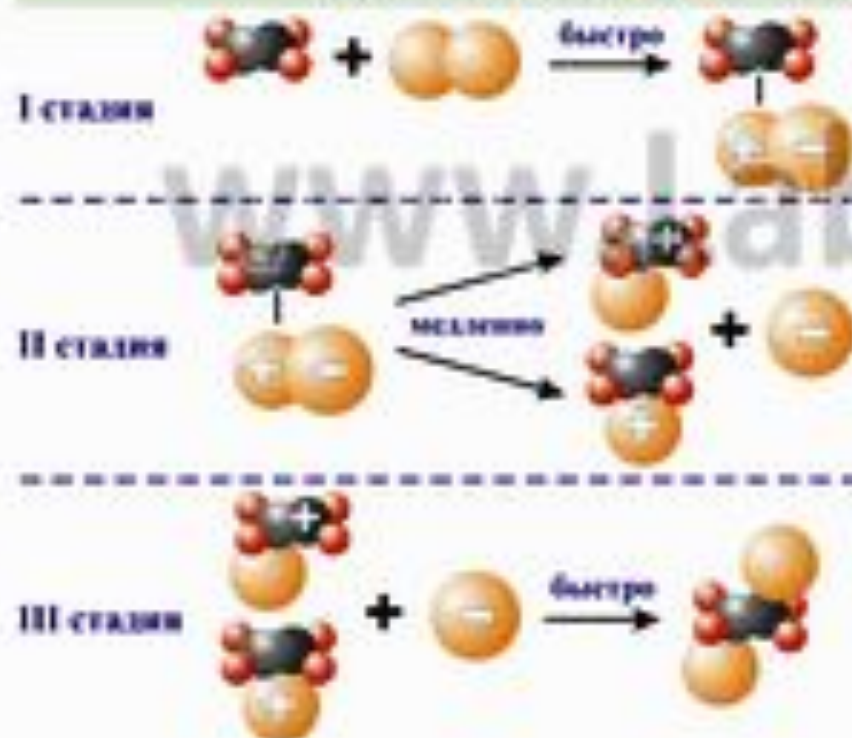


ЦЕПНОЙ ИОННЫЙ МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К АЛКЕНАМ

Схема реакции



Механизм цепной ионный - электрофильное присоединение (A_{AC})



РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ (S_E) В БЕНЗОЛЬНОМ ЯДРЕ

Схема реакции



Механизм реакции
S_E



Образование
π-комплекса



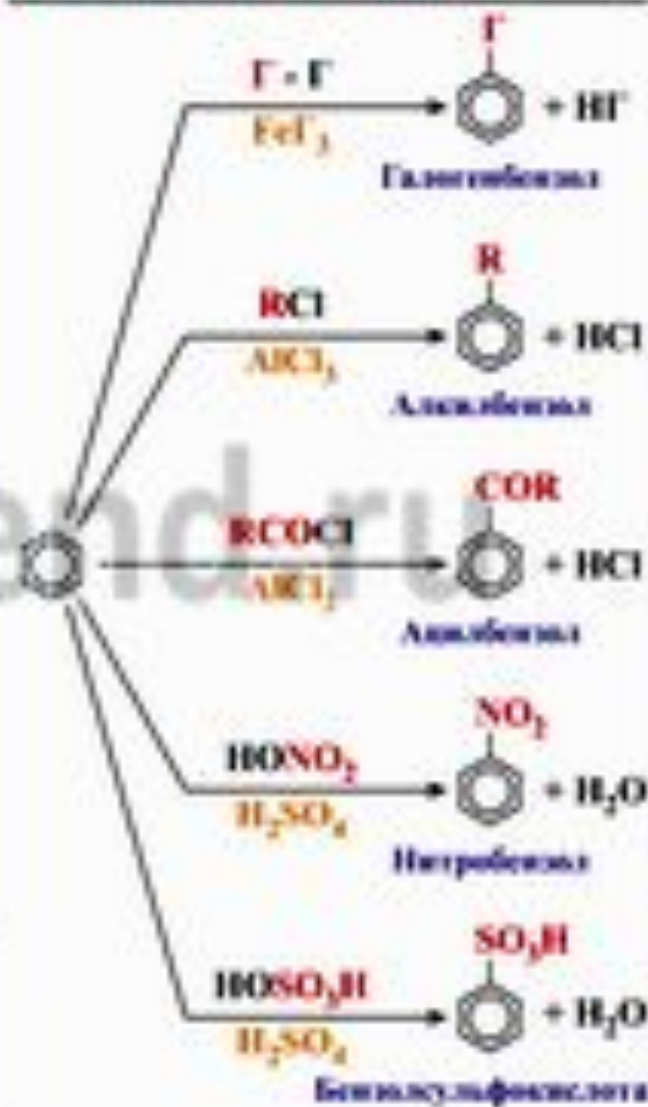
Образование
σ-комплекса



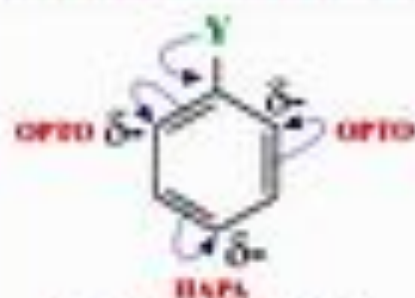
Образование
продукта реакции



Электрофильные частицы E⁺



ЗАМЕСТИТЕЛИ I РОДА И ИХ ОРИЕНТИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ В РЕАКЦИЯХ S_E



Y - электронодонорный заместитель I рода -
орто - и пара - ориентант

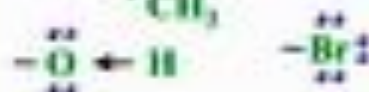
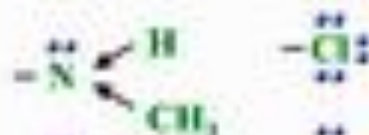
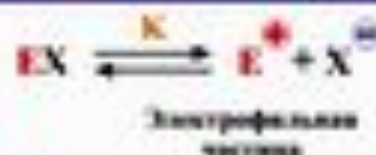


Схема реакции



Механизм реакции S_E



Образование π -комплекса



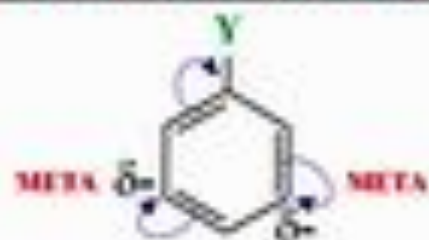
Образование σ -комплекса



Образование продукта реакции



ЗАМЕСТИТЕЛИ II РОДА И ИХ ОРИЕНТИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ В РЕАКЦИЯХ S_E



Y - электроноактивный заместитель II рода - МЕТА - ориентант



Схема реакции



МЕТА - продукт

Механизм реакции S_E



Образование π -комплекса



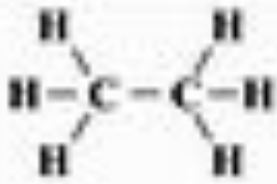
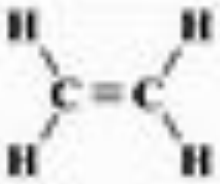
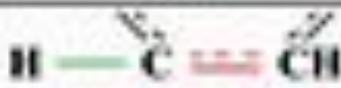
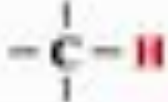
Образование σ -комплекса



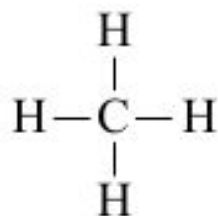
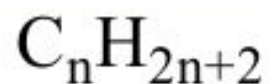
Образование продукта реакции



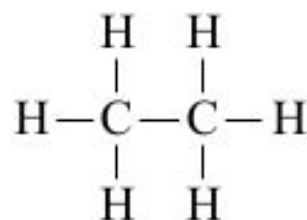
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДОВ

Общая формула	Алканы C_nH_{2n+2} ($n \geq 1$)	Алкены C_nH_{2n} ($n \geq 2$)	Алкины C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$)	Арены C_nH_{2n-6} ($n \geq 6$)
Пример соединения	 этан	 этен	 этин	 бензол
Тип гибридизации атомов углерода	sp^3	sp^2	sp	sp^2
Валентный угол	$109^\circ 28'$	120°	180°	120°
Кратность связей	$1 - \sigma$	$2 - \sigma + \pi$	$3 - \sigma + 2\pi$	$1,67 - \sigma + 0,67\pi$
СХО атом углерода	2,50	2,69	2,75	2,69
Характеристика связей				
Длина, нм	0,110 0,154	0,108 0,134	0,106 0,120	0,109 0,139
Энергия, кДж/моль	415 348	435,5 612	463,5 836	490
Типы реакций	Замещение S_E, S_E	Присоединение A_E, A_E	Присоединение A_E, A_E, A_N	Замещение S_E
Реакционный центр молекулы				

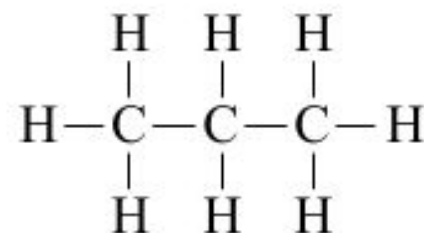
АЛКАНЫ



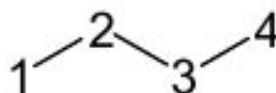
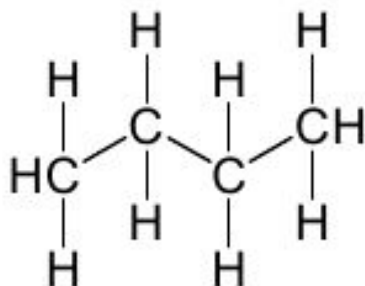
метан



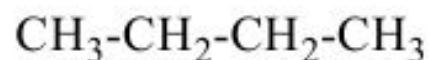
этан



пропан



н-бутан



Нормальные алканы и соответствующие им радикалы

Нормальные алканы – это алканы, имеющие линейную структуру

- метан
- этан
- пропан
- н-бутан
- н-пентан
- н-гексан
- н-гептан
- н-октан
- н-нонан

- метил
- этил
- н-пропил
- н-бутил
- н-пентил
- н-гексил
- н-гептил
- н-октил
- н-нонил

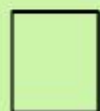
Циклоалканы



↙
3,4 (малые)



циклопропан



циклобутан

↓
5-7 (обычные)



циклопентан

↓
8-11 (средние)



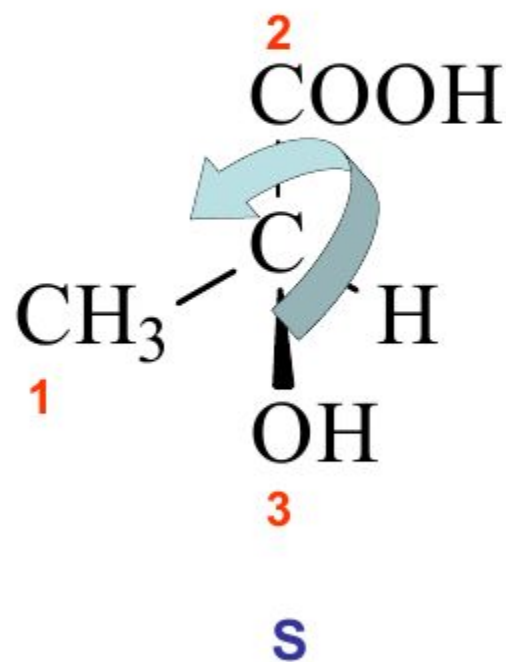
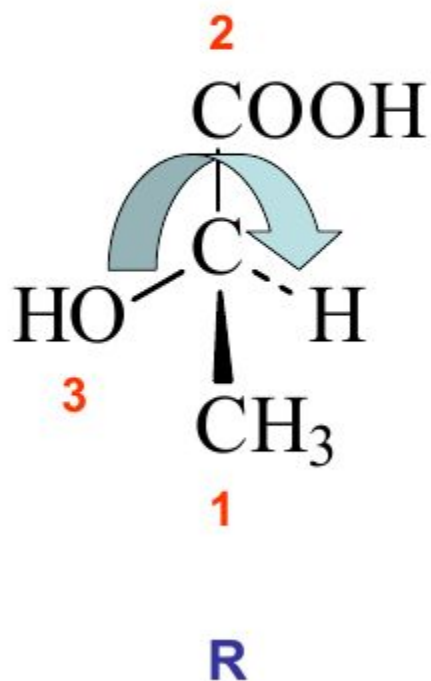
циклооктан

↘
>12 (большие)



норборнан

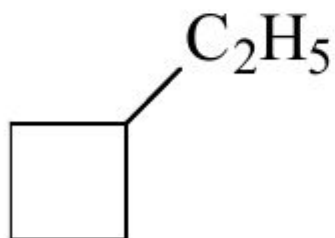
R/S номенклатура энантиомеров



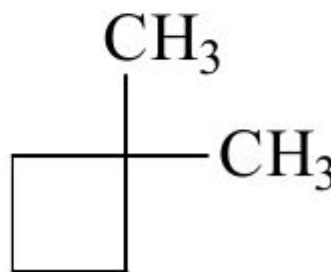
Изомеры — соединения, имеющие общую
брутто формулу, но различное
пространственное строение

на примере (C_6H_{12})

1. Структурные изомеры— имеющие различное
название

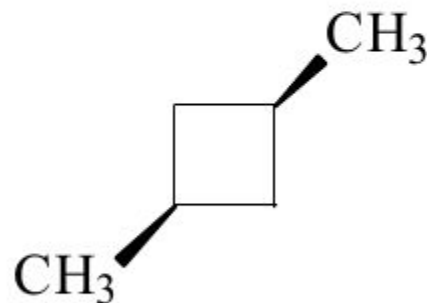
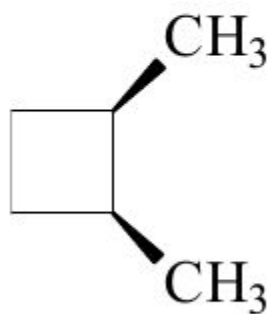
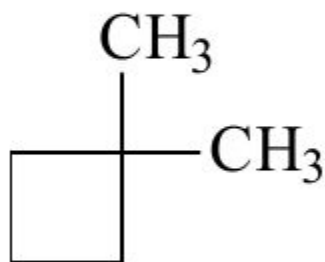


этилциклобутан



1,1-диметилциклобутан

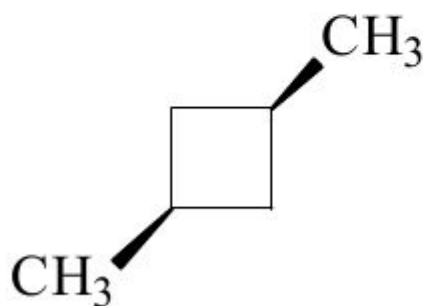
2. Позиционные изомеры – отличающиеся положением заместителей



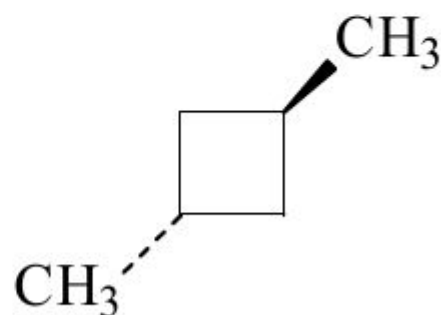
1,1-диметилциклобутан 1,2-диметилциклобутан 1,3-диметилциклобутан

3. **Стереоизомеры** – изомеры с одинаковым названием, но различными буквенными локантами

- Геометрические изомеры – это стереоизомеры, отличающиеся положением заместителей при двойной связи или плоскости кольца

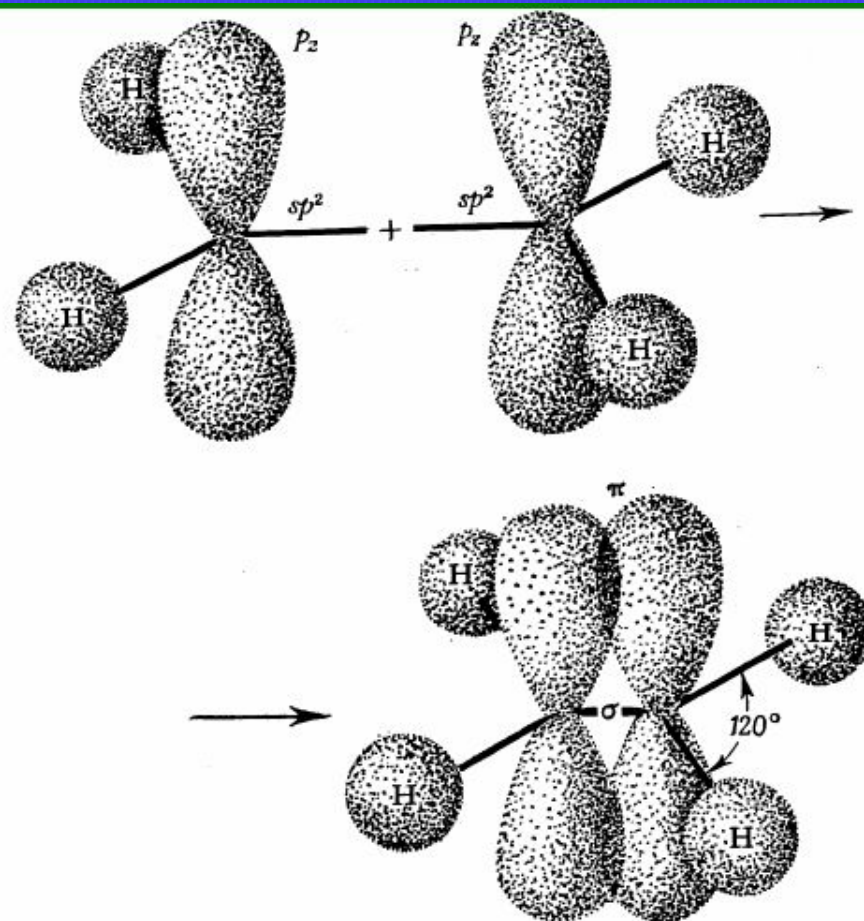
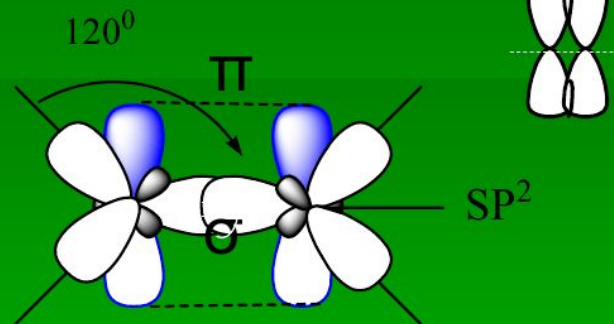


цис-1,3-диметилциклобутан



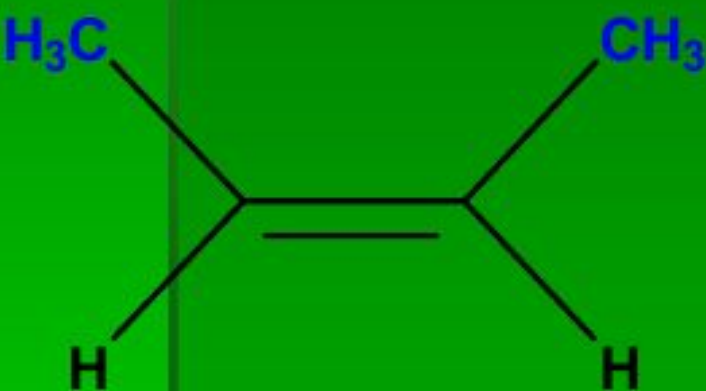
транс-1,3-диметилциклобутан

Структура

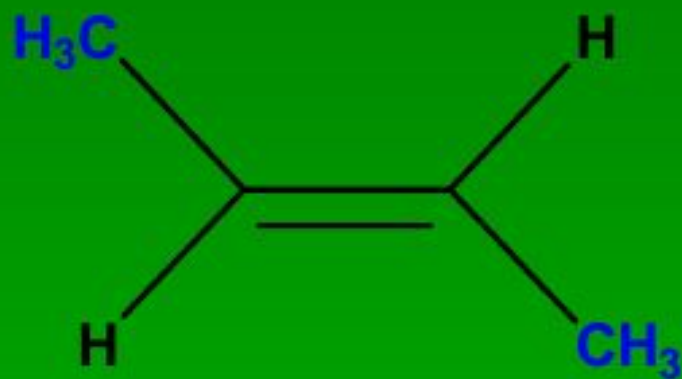


Алкены

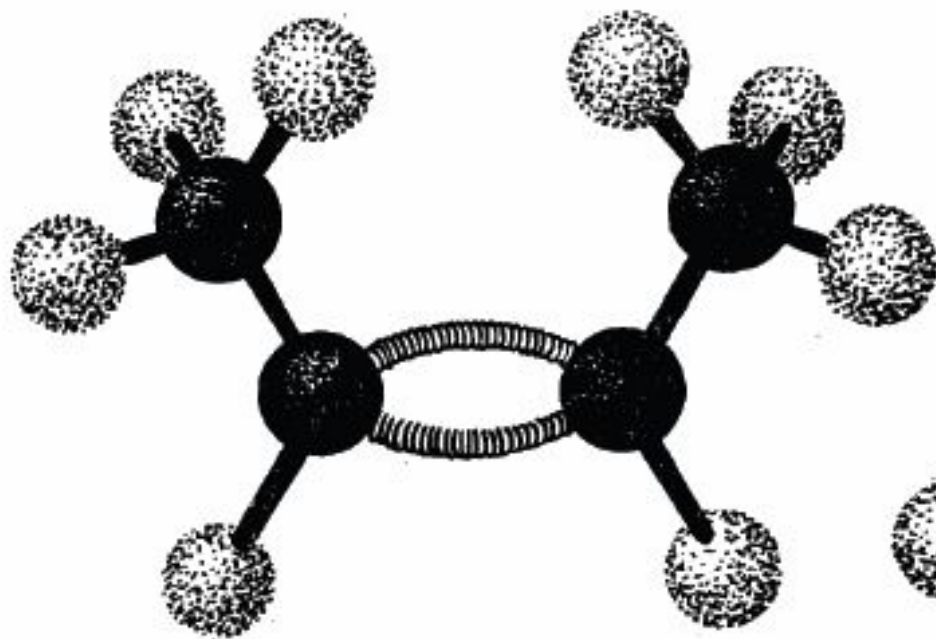
Изомерия алкенов



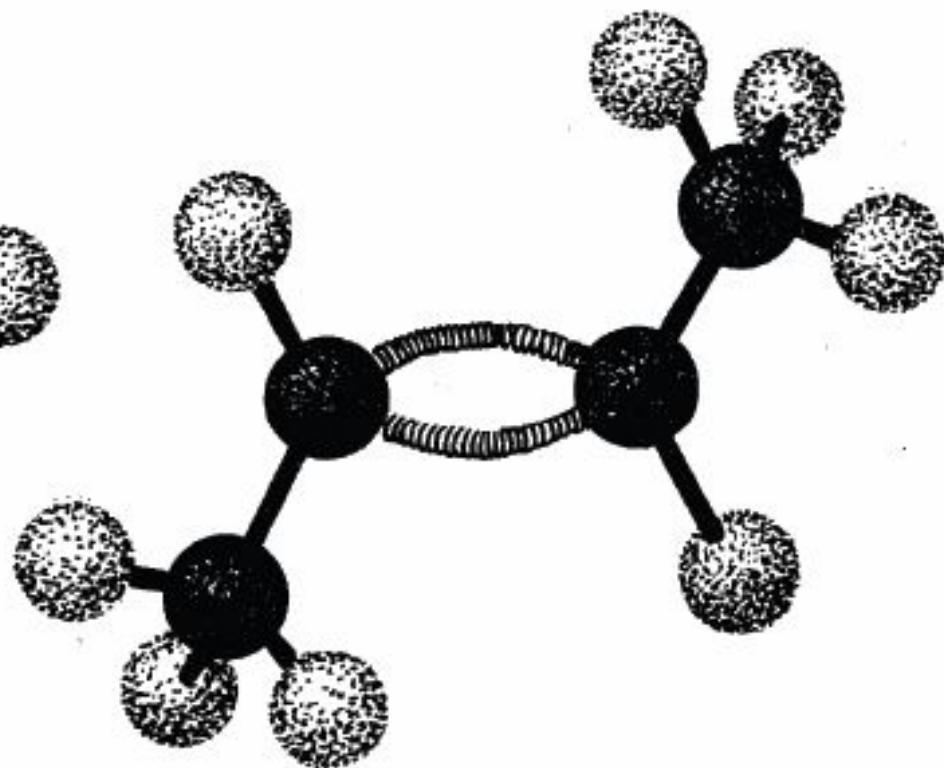
цис-бутен-2



транс-бутен-2



цис



транс

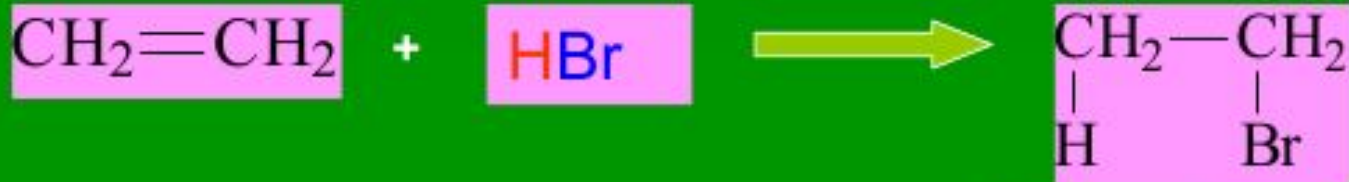
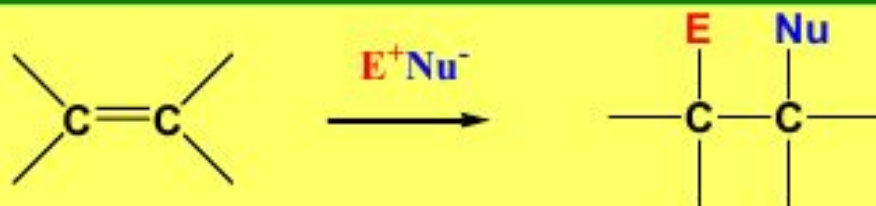
Гидрирование алкенов



Галогенирование алкенов

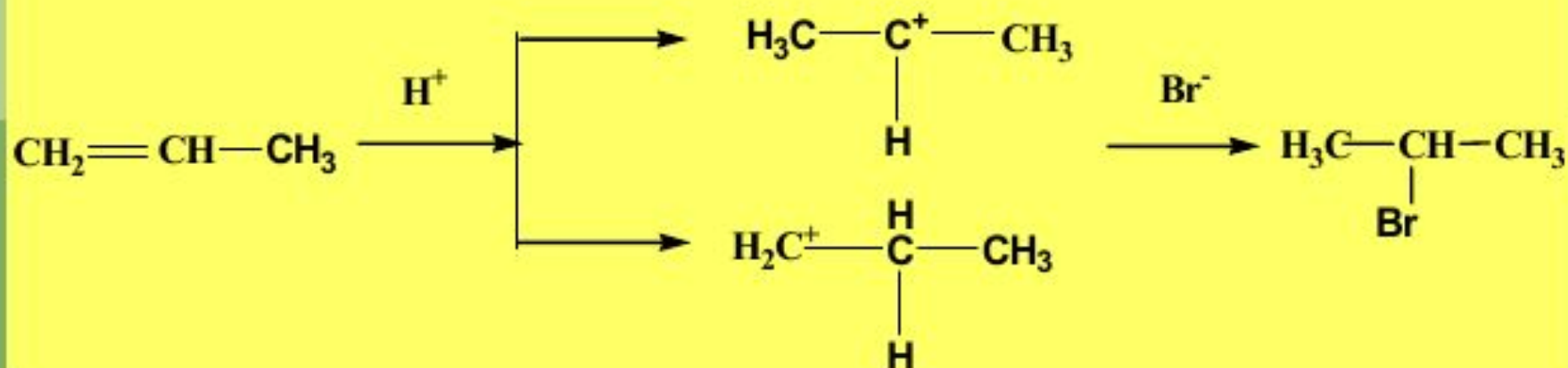
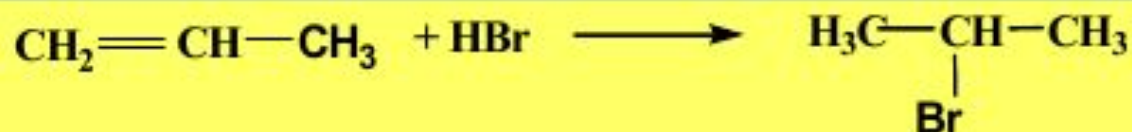


Электрофильное присоединение



бромэтан

Гидрогалогенирование



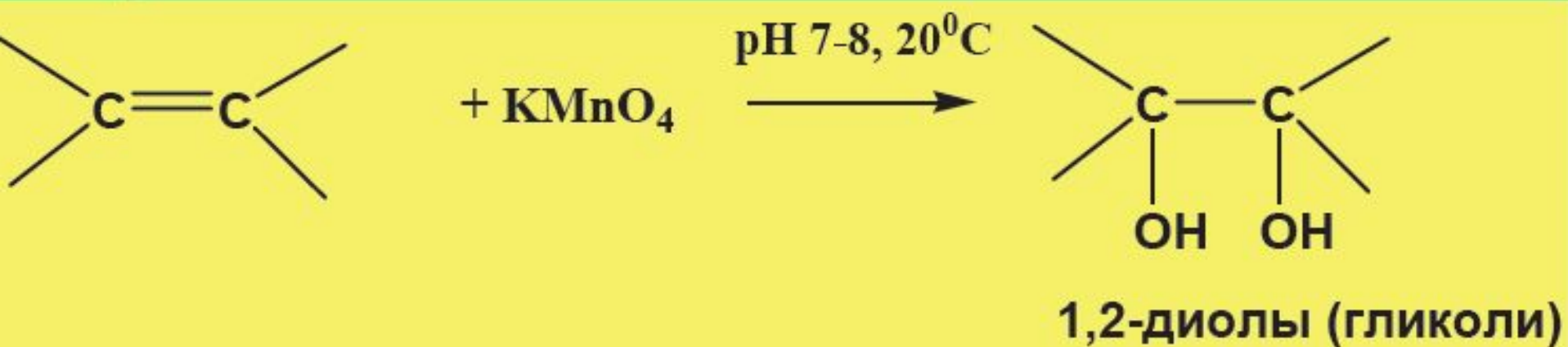
Галогенирование несимметричных алкенов



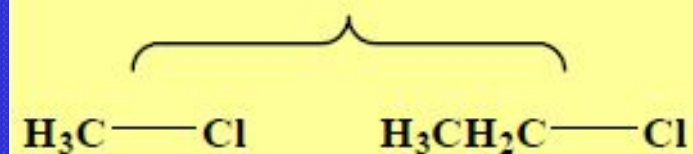
Правило Марковникова

При присоединении реагентов типа HNaI к несимметричным алкенам, атом водорода (H) присоединяется к более гидрогенизируемому атому углерода (C) двойной связи

Окисление (гидроксилирование)

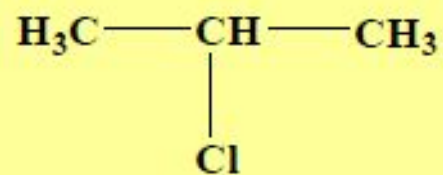


Галогенуглеводороды

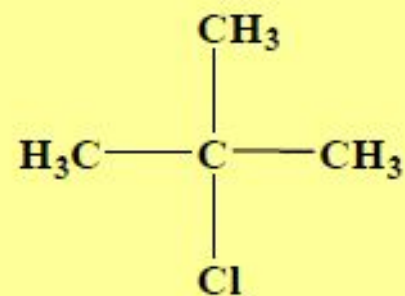


хлорметан

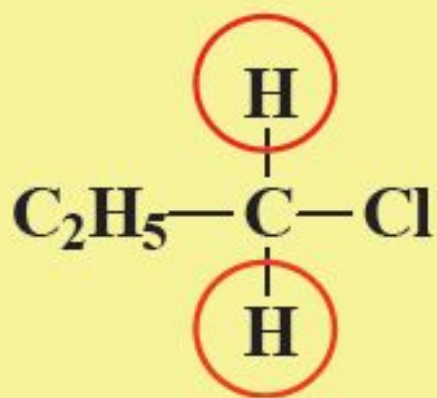
хлорэтан



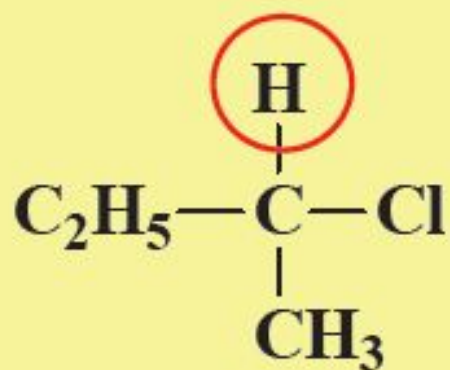
2-хлорпропан



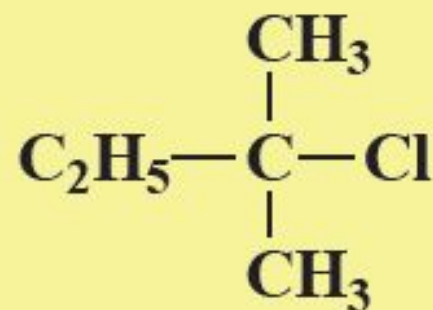
2-метил, 2-хлорпропан



первичный

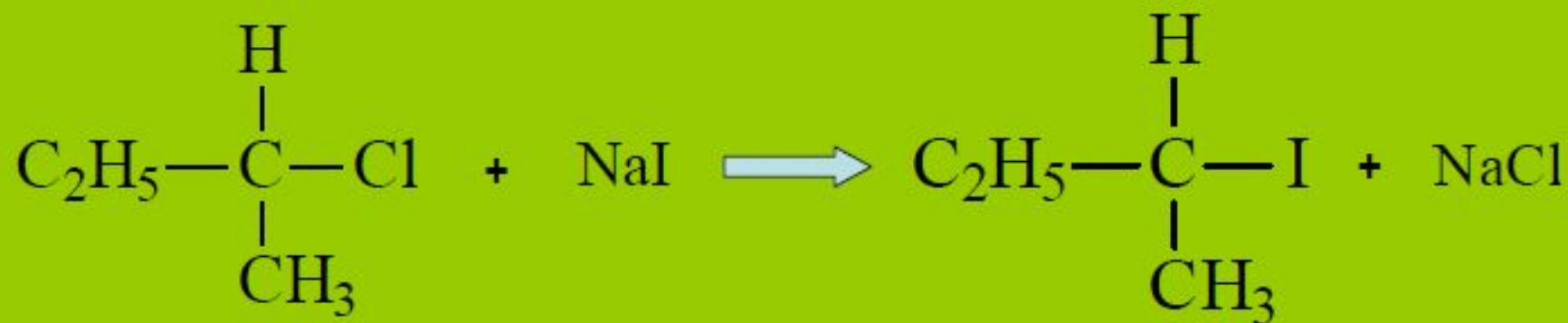


вторичный



третичный

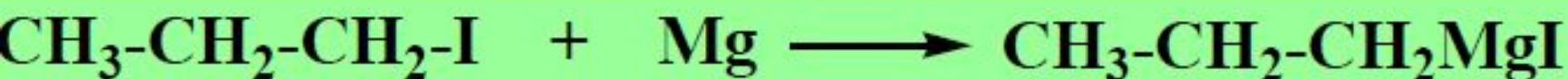
Замещение одного галогена на другой



Щелочной гидролиз алкилгалогенидов



Получение реактива Гриньяра



н-пропилмагниййодид
(реактив Гриньяра)

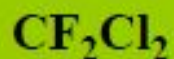
Синтез Вьюрца-Фиттига

Реактивы Гриньяра обладают сильными нуклеофильными свойствами и реагируют с галогеноалканами:

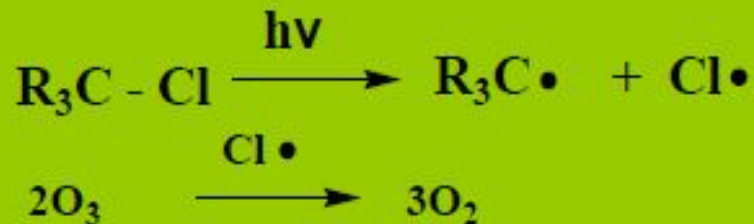


Применение галогенуглеводородов

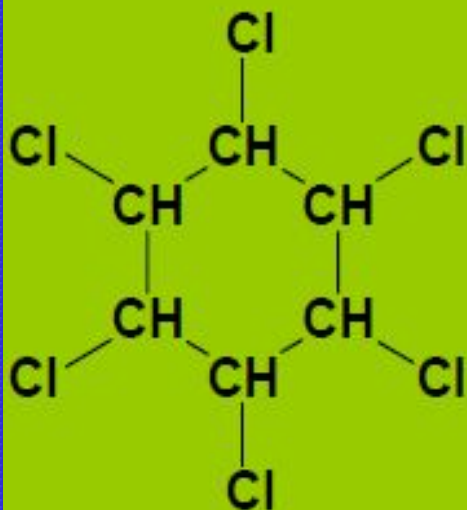
1. Фреоны или хладоны



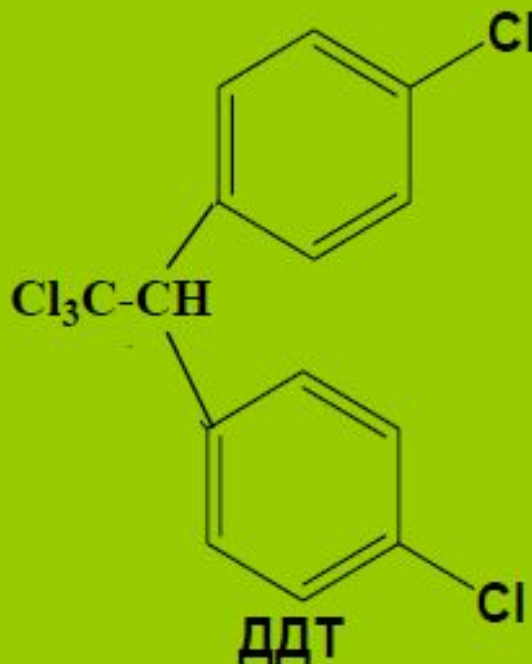
дифтордихлорметан
(фреон-12)



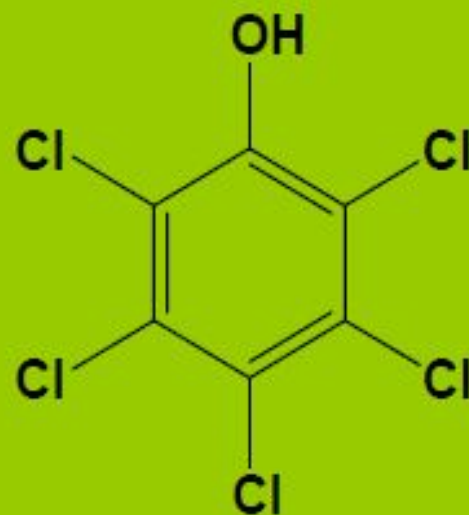
2. Инсектициды



гексахлоран



ДДТ

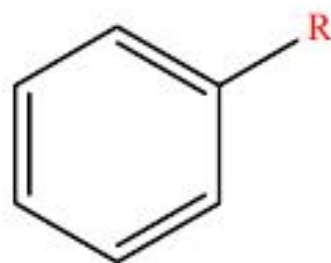
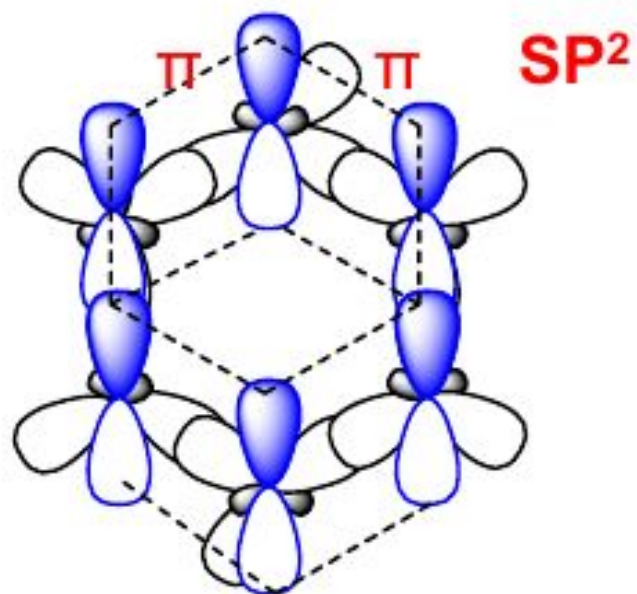


пентахлорфенол

Арены

АРОМАТИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ (АРЕНАМИ)

называются **плоские циклические
сопряженные системы** с числом
 π электронов **$4n + 2$** .



R

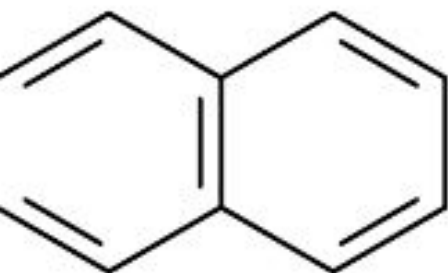
NH_2 – анилин

$COOH$ – бензойная к-та

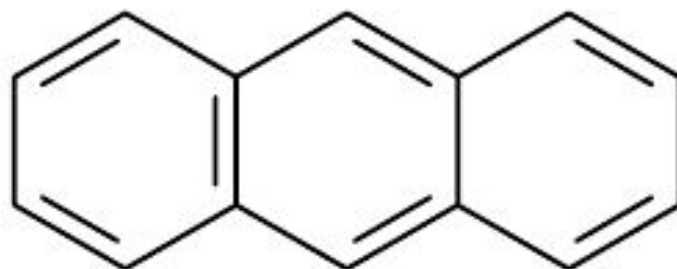
OH – фенол

$CONH_2$ – бензальдегид

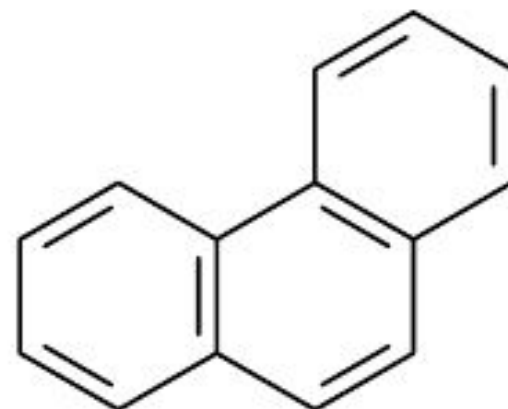
Полиядерные арены



нафталин

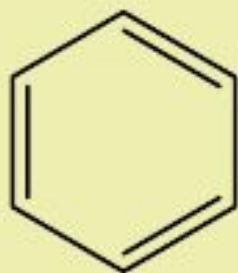


антрацен

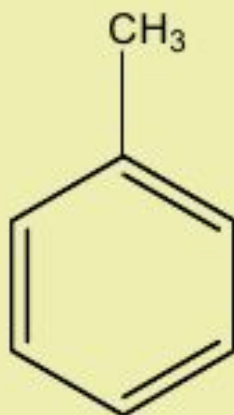


фенантрен

$$\pi e = 4n + 2$$

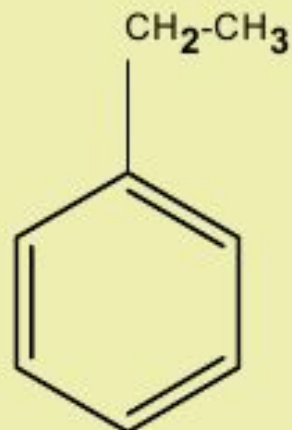


бензол

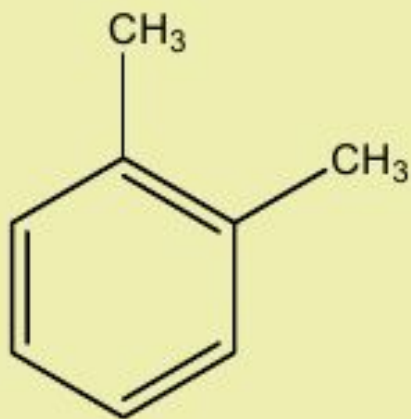


метилбензол

толуол

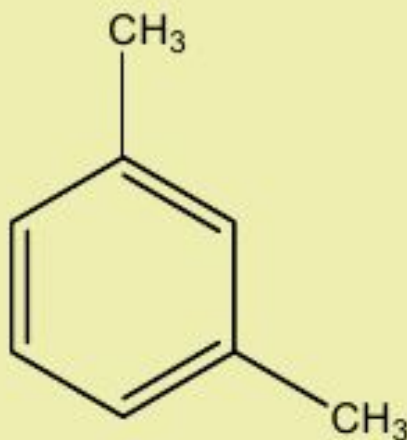


этилбензол



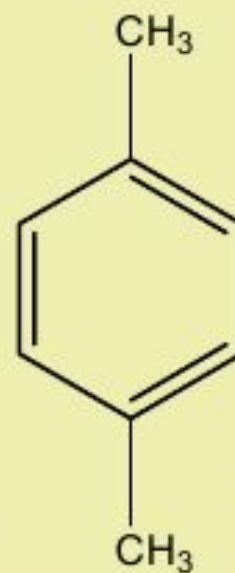
1,2-диметилбензол

орто-ксилол



1,3-диметилбензол

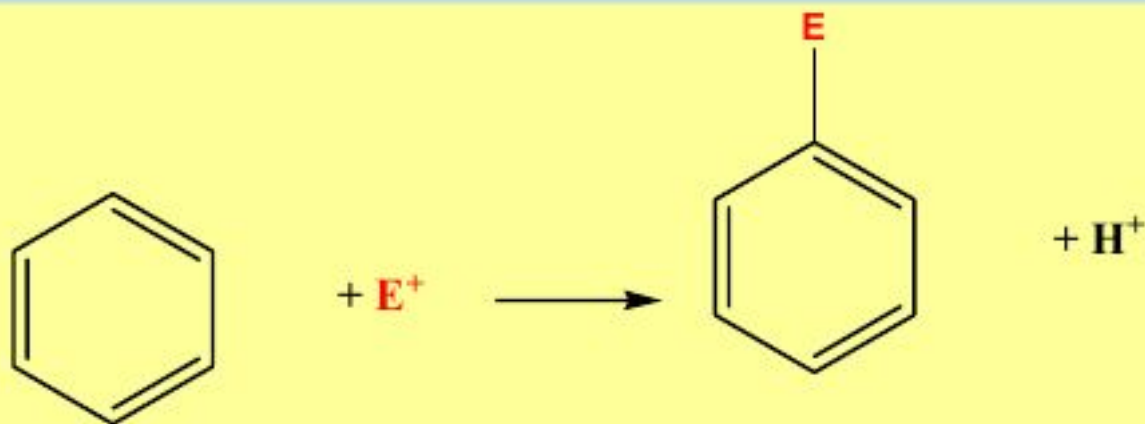
мета-ксилол



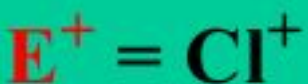
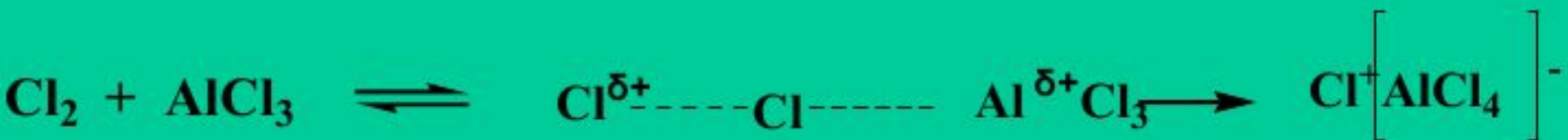
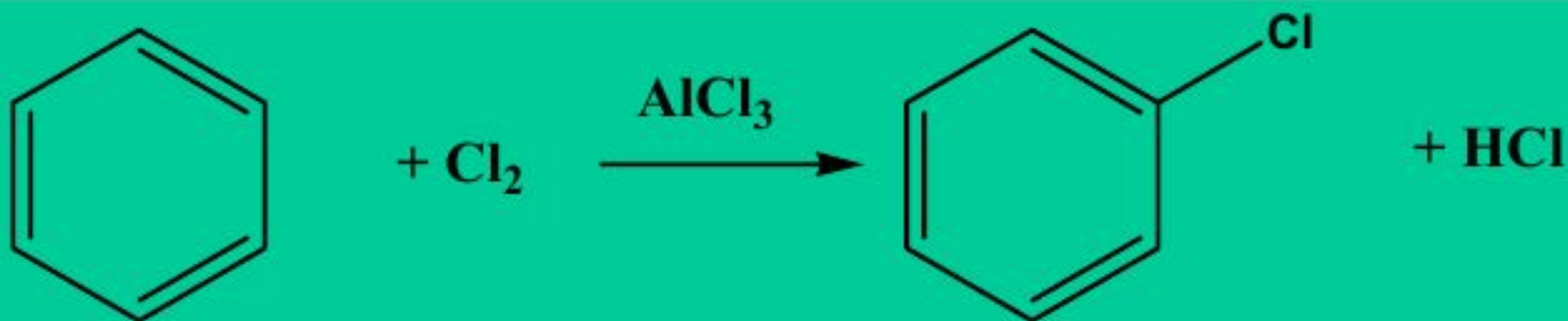
1,4-диметилбензол

пара-ксилол

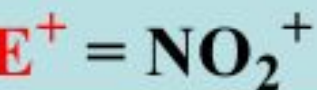
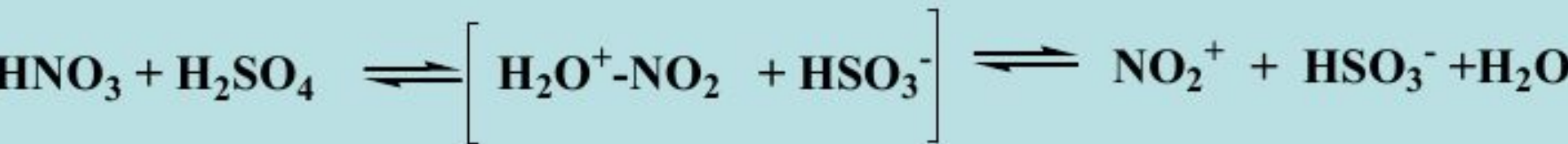
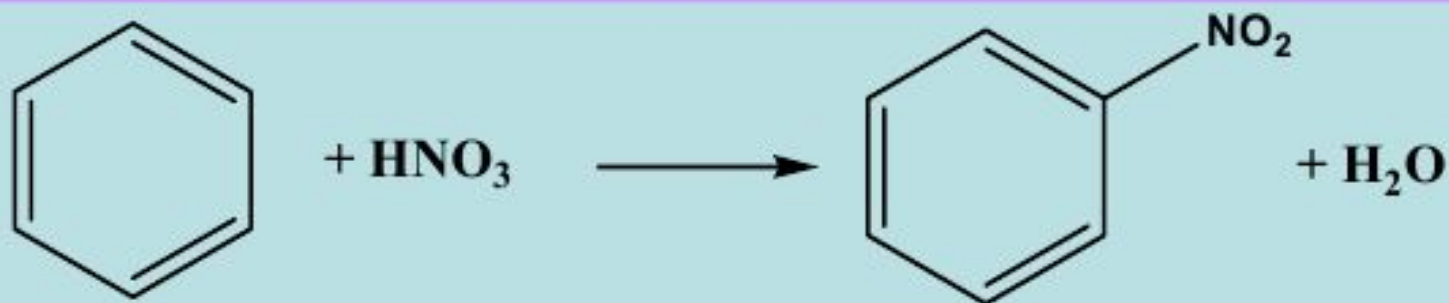
Электрофильное замещение



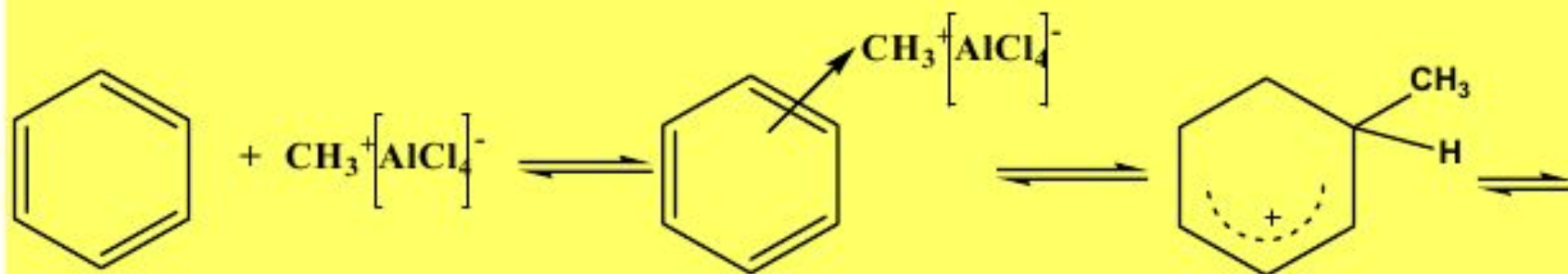
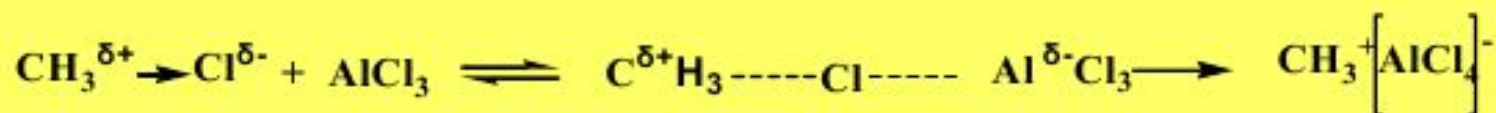
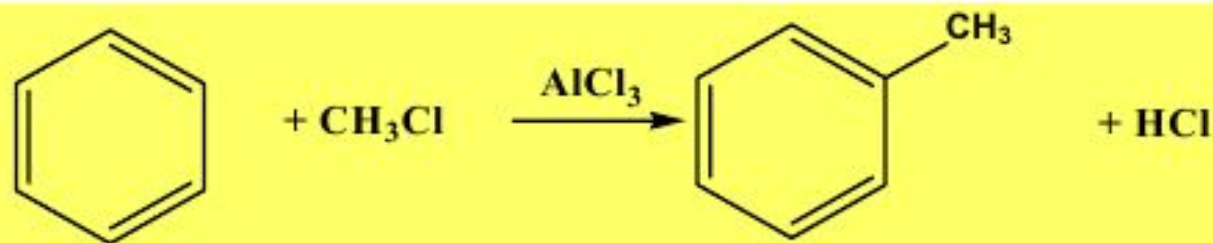
Галогенирование



Нитрование

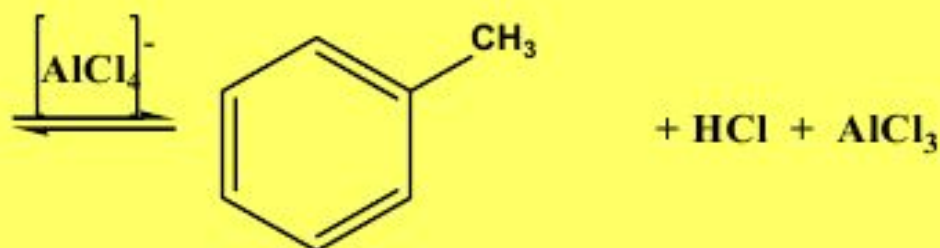


Алкилирование по Фриделю-Крафтсу

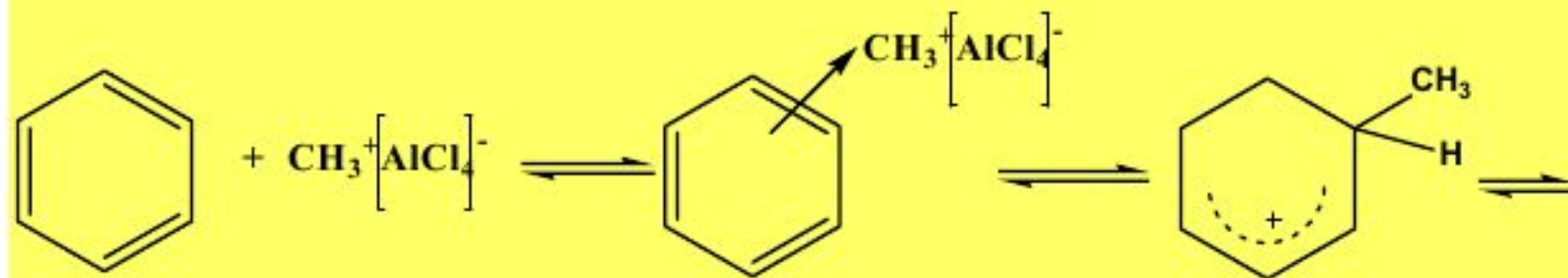
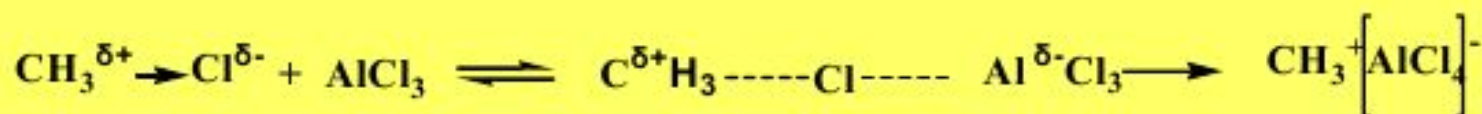
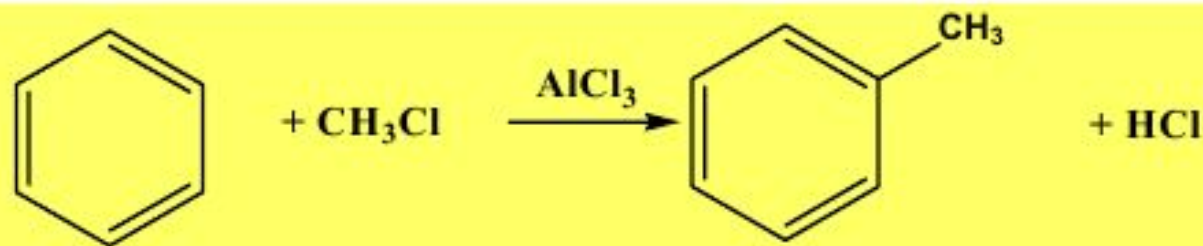


π-комплекс

σ-комплекс

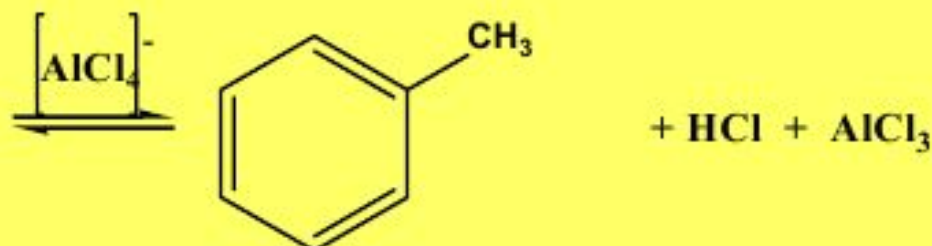


Алкилирование по Фриделю-Крафтсу



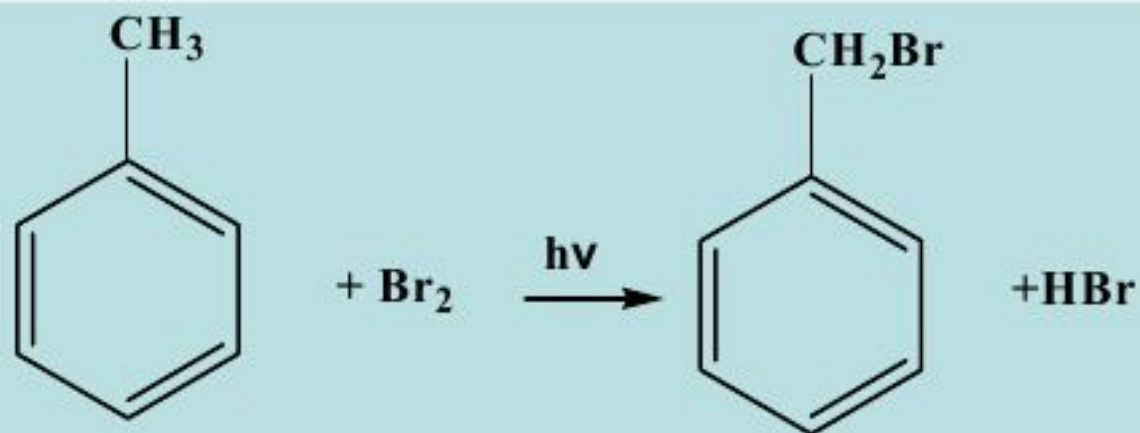
π-комплекс

σ-комплекс

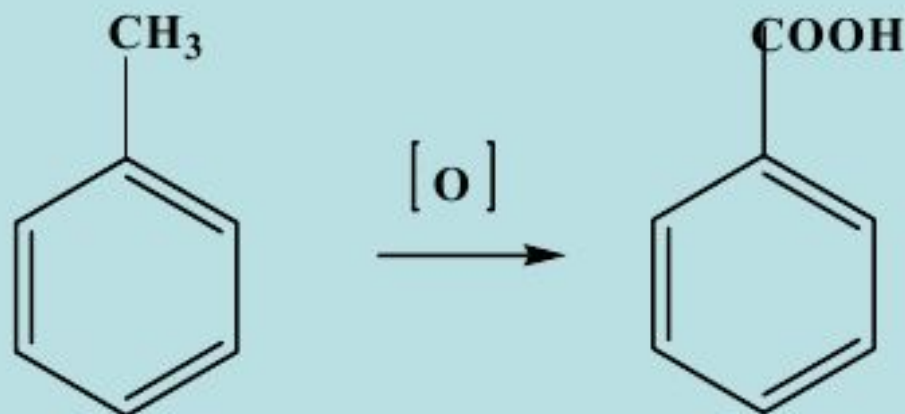


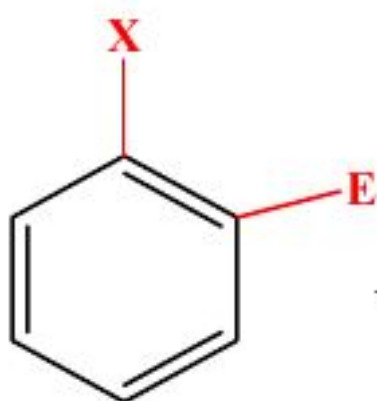
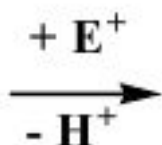
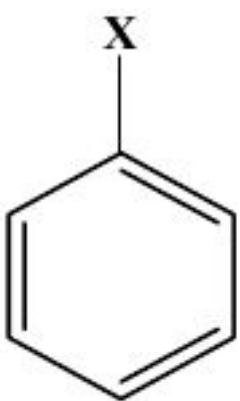
Реакции боковых цепей

1. Свободнорадикальное галогенирование

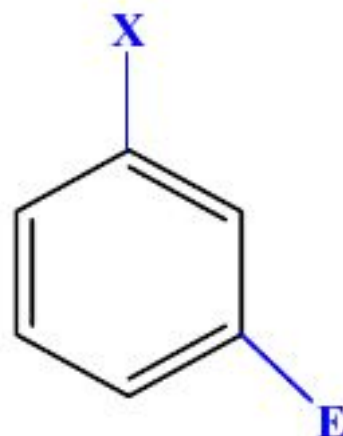


2. Окисление

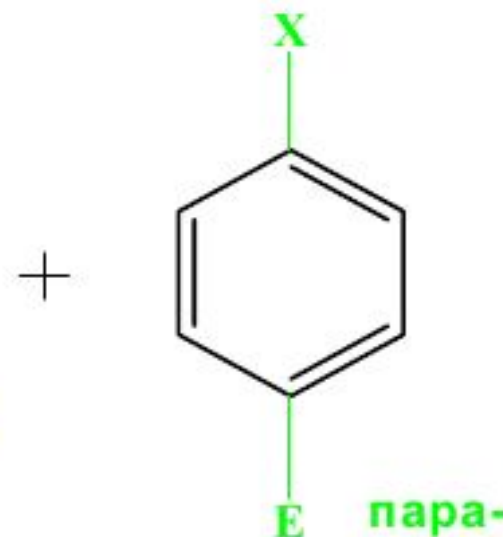




орто-



мета-



X
заместители 1-го рода
(орто-, пара-ориентанты)

-OH
-Hal
-NH₂, NHR, NR₂
-OR
-алкил
-арил

X
заместители 2-го рода
(мета-ориентанты)

-CN
-COOH
-COOR
-CHO
-COR
-NO₂
-NR₃⁺

Спасибо за внимание!