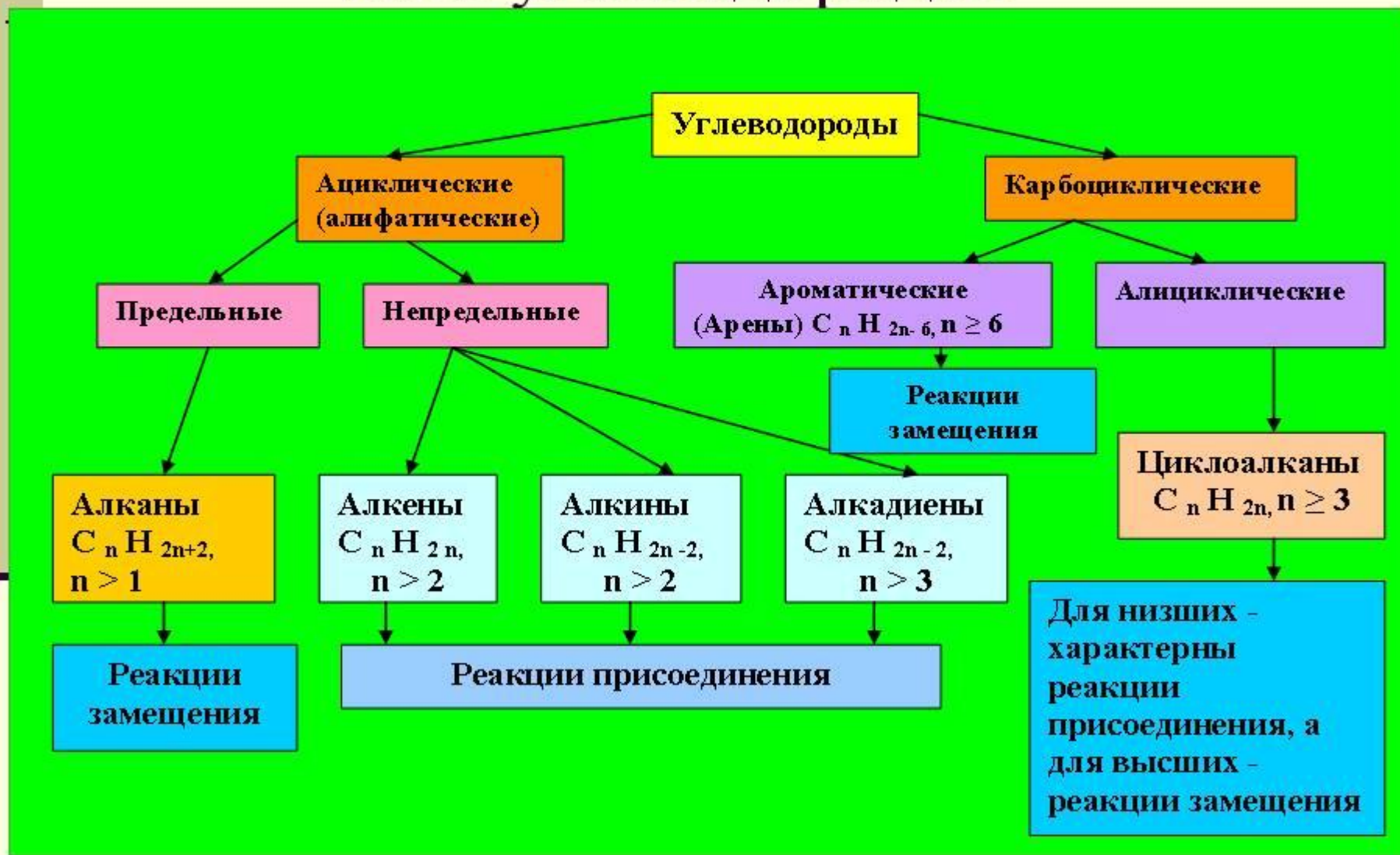


Обобщение свойств углеводородов

Характерные химические реакции всех углеводородов



Характеристики углеводороды	Общая формула	Первый гомолог	Вид гибридизации	Вид ковалентной связи	Длина связи С-С, нм	Угол между связями	Характерный тип реакций
Алканы	C_nH_{2n+2}	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	sp^3	$\sigma_{\text{C-C}}$ $\sigma_{\text{C-H}}$	0,154	$109^{\circ}28'$	Замещение, разложение (крекинг)
Циклоалканы	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	sp^3	$\sigma_{\text{C-C}}$ $\sigma_{\text{C-H}}$	0,154	C_3, C_4 меньше 109°	Присоединение
						C_5, C_6 и т.д. $\approx 109^{\circ}28'$	Замещение
Алкены	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	sp^2	$\sigma_{\text{C-C}}$ $\sigma_{\text{C-H}}$ $\pi_{\text{C-C}}$	0,134	120°	Присоединение
Алкины	C_nH_{2n-2}	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	sp	$\sigma_{\text{C-C}}$ $\sigma_{\text{C-H}}$ $2\pi_{\text{C-C}}$	0,120	180°	Присоединение
Арены	C_nH_{2n-6}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{C}=\text{C} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \quad \diagdown \quad / \\ \text{H}-\text{C} \quad \text{C} \quad \text{H} \\ / \quad \diagdown \quad / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{C} \quad \text{H} \end{array}$	sp^2	$\sigma_{\text{C-C}}, \sigma_{\text{C-H}}$ π -электронное сопряжение в цикле	0,140	120°	Замещение

Сравнительная характеристика углеводородов (продолжение)

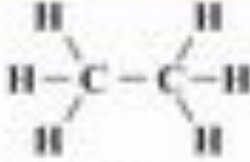
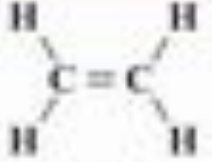






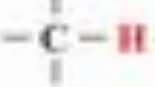


	Алканы	Циклоалканы	Алкены	Алкадиены	Алкины	Арены
Валентный угол	109°28'	В зависимости от цикла	120°	120°	180°	120°
Виды изомерии	Изомерия цепи	Изомерия цепи;	Изомерия цепи; изомерия положения связи; пространственная изомерия;	Изомерия цепи; изомерия положения связи;	Изомерия цепи; изомерия положения связи;	Изомерия взаимного расположения заместителей (орто, мета, пара)
Преимущественное агрегатное состояние	C ₁ – C ₄ – газы, C ₅ – C ₁₅ – жидкости, C ₁₆ ... твердые вещества	C ₃ – C ₄ – газы; C ₅ – C ₁₆ – жидкости; C ₁₇ ... твердые вещества	C ₂ – C ₄ – газы, C ₅ – C ₁₇ – жидкости, C ₁₈ ... твердые вещества	C ₃ – C ₄ – газы, C ₅ – C ₁₆ – жидкости, C ₁₈ ... твердые вещества	C ₃ – C ₄ – газы, C ₅ – C ₁₆ – жидкости, C ₁₇ ... твердые вещества	Газы – нет, C ₆ – C ₉ – жидкости, C ₁₀ ... твердые вещества
Химические свойства	горение; замещение (реакции с галогенами и азотной кислотой)	горение; замещение (реакции с галогенами); присоединение (гидрирование); дегидрирование	горение; окисление (KMnO ₄); присоединение (галогены, H ₂ , галогеноводороды; H ₂ O); полимеризация	горение; окисление (KMnO ₄); присоединение (галогены, H ₂); полимеризация	горение; окисление (KMnO ₄); присоединение (галогены, H ₂ , галогеноводороды; H ₂ O); полимеризация	горение; окисление (KMnO ₄) гомологов бензола; присоединение (H ₂ , Cl ₂ кат - свет); замещение (Br ₂ кат – FeCl ₃ ; HNO ₃ кат – H ₂ SO ₄)
Качественные реакции			Обесцвечивание раствора KMnO ₄ ; обесцвечивание бромной воды (Br ₂) – качественные реакции на непредельность)			

Приложение 3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВОДОРОДОВ

	АЛКАНЫ	АЛКЕНЫ	АЛКИНЫ	ЦИКЛОАЛКАНЫ	АРЕНЫ
Общая формула	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-4}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-6}
Тип гибридизации ключевых атомов углерода	sp^3 -	sp^2 -	sp -	sp^3 -	sp^2 -
Отличительный признак	Все связи одинарные C - C	Есть одна двойная связь C = C	Есть одна тройная связь $C \equiv C$	Есть цикл	Есть бензольное кольцо
Тип ковалентной связи	σ -связи	σ - и π -связи	σ - и π -связи	σ -связи	σ - и π -связи
Характерные типы изомерии	Углеродного скелета	Углеродного скелета, положения кратной связи, межклассовая с циклоалканами, геометрическая.	Углеродного скелета, положения кратной связи, межклассовая с алкадиенами.	Углеродного скелета, межклассовая с алкенами, геометрическая.	Углеродного скелета
Типы наиболее характерных химических реакций	Радикальное замещение.	Присоединение, замещение, полимеризации.	Присоединение.	В зависимости от размеров цикла присоединение или замещение.	Электрофильное замещение.
Отношение к раствору $KMnO_4$	Не реагируют.	Обесцвечивание.	Обесцвечивание.	Не реагируют.	Окисление заместителей в цикле.
Взаимодействие с галогенами	Радикальное замещение.	Присоединение.	Присоединение.	Присоединение или радикальное замещение	Электрофильное (по кольцу) или радикальное (по боковой цепи) замещение.

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 строения	 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	$1 = \sigma$	$2 = \sigma + \pi$	$3 = \sigma + 2\pi$	$1,67 = \sigma + 0,67\pi$
ОЭО атома углерода	2,50	2,69	2,75	2,69
Характеристики 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	463,5 816	490
Типы реакций	Замещение $S_N - S_E$	Присоединение $A_R - A_E$	Присоединение $A_E + A_R, A_N$	Замещение S_E
Реакционный центр молекулы			 Замещение $-C \equiv C - H$	

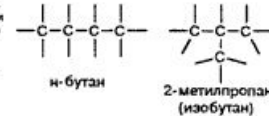
ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ, ПАРАФИНЫ)



CH₄ — метан C₅H₁₂ — пентан
 C₂H₆ — этан C₆H₁₄ — гексан
 C₃H₈ — пропан C₇H₁₆ — гептан
 C₄H₁₀ — бутан C₈H₁₈ — октан

Возможна **изомерия углеродного скелета**:

Изомеры — соединения, одинаковые по составу и молекулярной массе, но различающиеся по строению или расположению атомов в пространстве (по свойствам).

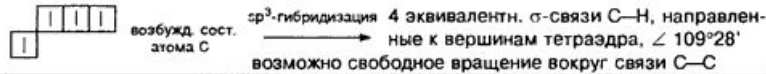


соединения, состоящие из C и H, в которых все связи атомов C, не затраченные на образование одинарных связей C—C, насыщены атомами H

Номенклатура: сначала выбирают самую длинную цепь. Название: N^o заместителя-заместитель-цепь. Например, 2,3,3-триметил-4-этилгексан
 C¹, C⁶ — первичные, C² — вторичный, C³, C⁴ — третичные, C⁵ — четвертичный атомы углерода

Физические свойства: CH₄ — бесцветный газ, t_{кип} = -162°C. C₂—C₄ — газы; C₅—C₁₅ — жидкости (при обычных условиях), далее — тв. вещества. t_{кип} предельных углеводородов с неразветвленной цепью выше, чем t_{кип} у соответствующих углеводородов с разветвленной цепью.

Строение:



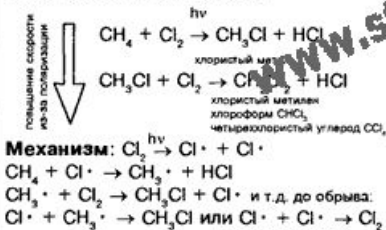
Химические свойства: связи C—C и C—H прочные, характеризуются низкой поляризуемостью, поэтому **свободнорадикальный механизм** реакций: CH₃·H → CH₃· + H·

C—H-связь

↓ окисление

C—C-связь

Реакции свободнорадикального замещения (свет, нагрев):



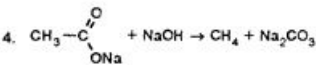
для гомологов: $\begin{matrix} \swarrow & \searrow \\ CH_3CHBrCH_3 & 90\% \\ CH_3CH_2CH_2Br & 10\% \end{matrix}$
 третичный > вторичный > первичный

Нитрование (реакция М.Н. Коновалова):
 C_nH_{2n+2} + HNO₃ → C_nH_{2n+1}NO₂ + H₂O (t-ра выше 400°C)

Дегидрирование:
 C₄H₁₀ → C₄H₈ + H₂ (Ni-катализатор, 360°C)

Получение (природный газ, нефть):

Без изменения числа атомов C:
 1. CH₂=CH₂ + H₂ → CH₃-CH₃ 2. CH₃I + 2H → CH₄ + HI
 CH₃I + HI → CH₄ + I₂
 или с увеличением числа атомов C:
 3. Реакция Вюрца C_nH_{2n+2} [1 + 2Na + I] C_nH₂ → C_nH₁₀ + 2NaI
 C — уменьшением числа атомов C:

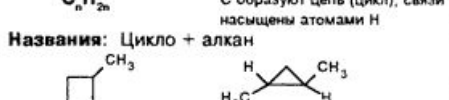


5. Синтез из CO и H₂: CO + H₂ → смесь углевод. + H₂O
 6. Электролиз растворов солей карбоновых кислот (Кольбз)
 2CH₃COO⁻ - 2e → 2CO₂ + CH₃-CH₃

1. Горение: CH₄ + 2O₂ = CO₂ + 2H₂O
 смеси с воздухом взрывоопасны
 2. Каталитическое окисление (промышленность)
 CH₄ → CH₃OH
 CH₄ → HCOH
 Гомологи — с разрывом C-C связи:
 CH₃CH₂CH₂CH₃ → 2CH₃COOH + H₂O (соед. Mn)
 получение уксусной кислоты

Крекинг
 От англ. to crack — расщеплять — нагревание нефти и нефтепродуктов без доступа воздуха, приводящее к разрыву связей C—C и образованию продуктов с меньшей молекулярной массой.
 $CH_4 \begin{cases} \xrightarrow{1500^\circ C} C + 2H_2 \\ \xrightarrow{1600^\circ C} HC=CH + H_2 \end{cases}$
 C_nH₁₀ → C₂H₆ + C₂H₄
 смесь продуктов — разветвленные, непредельные.

Циклопарафины: углеводороды, в которых атомы C образуют цепь (цикл), связи насыщены атомами H



Изомерия: углеводородного скелета + пространственная
 Химические свойства: подобны парафинам. Характерно свободнорадикальное замещение.

Следует отметить:
 1. Для циклогексанов — легкая дегидрогенизация

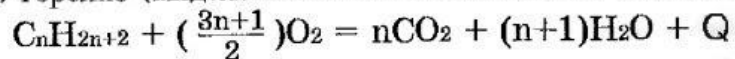
 2. Легкое разрушение 3-4-членных циклов: $\Delta + Br_2 \rightarrow Br-CH_2-CH_2-CH_2-Br$

Химические свойства алканов

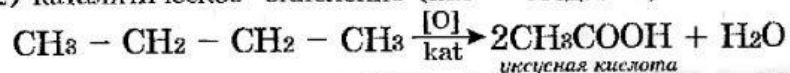
Инертные вещества. Связи С-С и С-Н прочные, низкая поляризуемость → реакции по гомолитическому разрыву связей.

I. Окисление

1) горение (выделение большого количества теплоты Q)



2) каталитическое окисление (kat – соед. Mn)

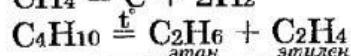
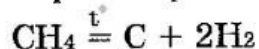


II. Устойчивость к действию обычных окислителей

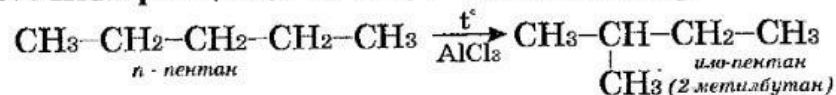
(KMnO₄, Br₂ вода) Качественная реакция

C_nH_{2n+2} не обесцвечивает Br₂ воду и р-р KMnO₄

III. Крекинг (разложение при t°)



IV. Изомеризация (с "C" ≥ 4, t°=100°C, kat AlCl₃)

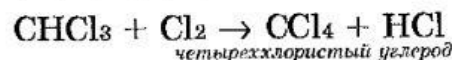


V. Реакции замещения

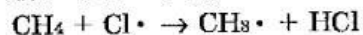
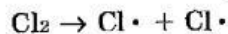
1) с галогенами



hν – свет, t°, цепной свободнорадикальный механизм



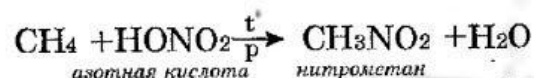
Механизм:



и т.д. до обрыва



2) нитрование (реакция Коновалова) t°, p.



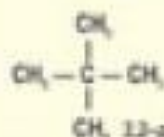
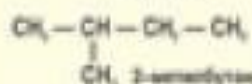
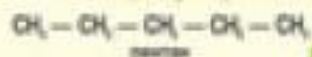
Ответ на вопрос № 19

Общая характеристика вещества	Характеристика	
	метана	этана
1. Молекулярная формула	CH ₄	C ₂ H ₆
2. Структурная формула	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
3. Электронная формула	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
4. Образование связей	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \downarrow \\ \text{H} \rightarrow \text{C} \leftarrow \text{H} \\ \uparrow \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ \text{H} \rightarrow \text{C} - \text{C} \leftarrow \text{H} \\ \uparrow \quad \uparrow \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
5. Нахождение в природе	1. Природный газ (90% CH ₄) 2. Образуется в результате разложения остатков растительных и природных организмов без доступа воздуха 3. Выделяется из каменноугольных пластов	1. Природный газ (3% C ₂ H ₆)
6. Получение а) в лаборатории	$\text{CH}_3\text{COONa}_{(тв)} + \text{NaOH}_{(тв)} \xrightarrow{t = 300^\circ\text{C}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4 \uparrow$	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{I} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{NaI}$
7. Физические свойства	газ без цвета и запаха, почти в 2 раза легче воздуха, мало растворим в воде	газ без цвета и запаха
8. Химические свойства	а) CH ₄ + Cl ₂ → HCl + CH ₃ Cl б) CH ₄ + 2O ₂ → CO ₂ + 2H ₂ O в) CH ₄ $\xrightarrow{t > 1000^\circ\text{C}}$ C + 2H ₂ 2CH ₄ $\xrightarrow{t > 1500^\circ\text{C}}$ C ₂ H ₂ + 3H ₂	а) C ₂ H ₆ + Cl ₂ → C ₂ H ₅ Cl + HCl б) C ₂ H ₆ + $\frac{7}{2}$ O ₂ → 2CO ₂ + 3H ₂ O в) C ₂ H ₆ $\xrightarrow{500^\circ\text{C}, \text{Ni}}$ C ₂ H ₄ + H ₂
9. Применение	1. Топливо 2. Исходный продукт для получения а) CH ₃ OH б) CH ₃ COOH в) синтетические каучуки 3. Синтез-газ T = 800-900 °C kat: Ni, MgO или Al ₂ O ₃ а) CH ₄ + H ₂ O → CO + 3H ₂ б) CH ₃ + CO ₂ → CO + 3H ₂	1. Топливо
	4. Hal-производные используются в качестве растворителей	

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУППАХ УГЛЕВОДОРОДОВ

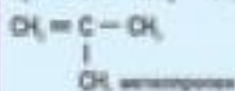
$\zeta_{C-C} = 0,154$ нм **АЛКАНЫ (ПАРАФИНЫ)** C_nH_{2n+2}

Изомерия углеродных скелетов



$\zeta_{C=C} = 0,134$ нм **АЛКЕНЫ (ОЛЕФИНЫ)** C_nH_{2n}

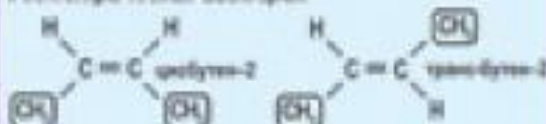
Изомерия углеродных скелетов



Изомерия положения кратных связей

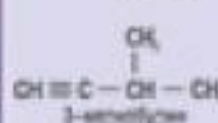
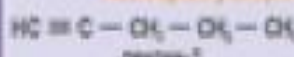


Геометрическая изомерия

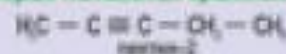


$\zeta_{C\equiv C} = 0,120$ нм **АЛКИНЫ** C_nH_{2n-2}

Изомерия углеродных скелетов

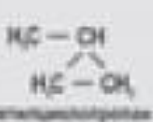
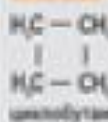


Изомерия положения кратных связей

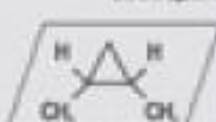


$\zeta_{C-C} = 0,154$ нм **ЦИКЛОАЛКАНЫ (ЦИКЛОПАРАФИНЫ)** C_nH_{2n}

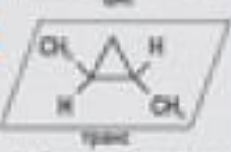
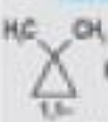
Изомерия углеродных скелетов



Геометрическая изомерия

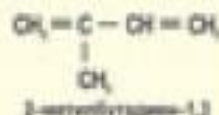
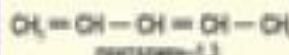


Изомерия положения заместителей



$\zeta_{C=C} = 0,137$ нм **АЛКАДИЕНЫ** C_nH_{2n-2}

Изомерия углеродных скелетов

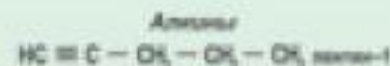
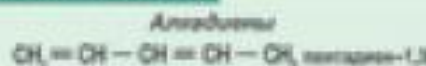
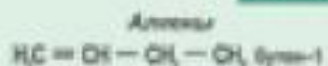


Изомерия положения кратных связей



$\zeta_{C-C} = 0,140$ нм **АРЕНЫ (АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ)** C_nH_{2n-6}

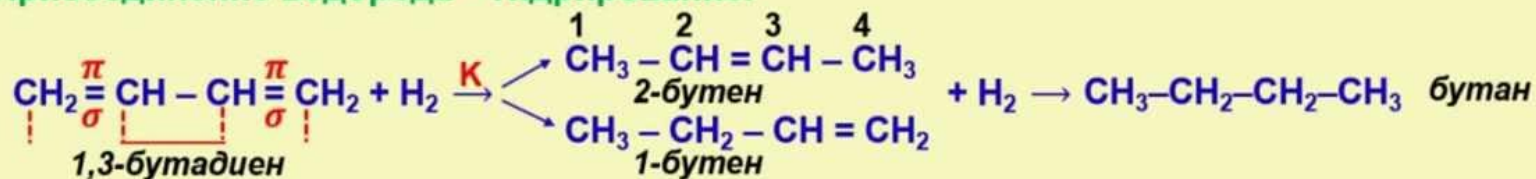
Изомерия положения заместителей



МЕЖКЛАССОВАЯ ИЗОМЕРИЯ

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

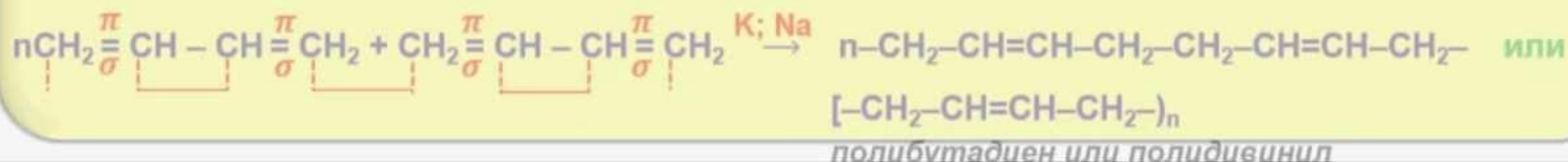
1. Присоединение водорода – гидрирование.



2. Присоединение галогенов – галогенирование.



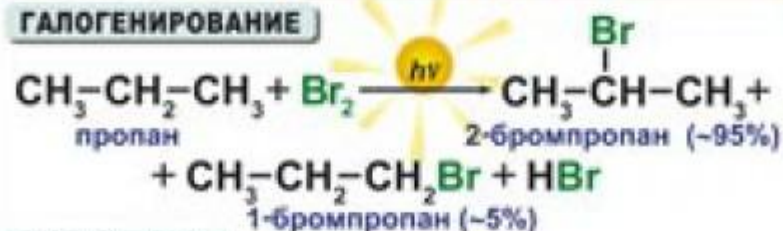
3. Реакция полимеризации.



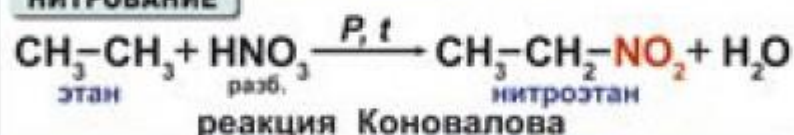
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАНОВ

РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ

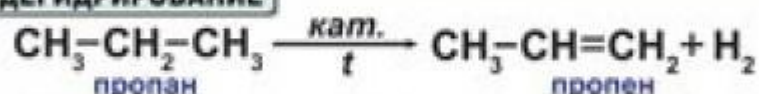


НИТРОВАНИЕ

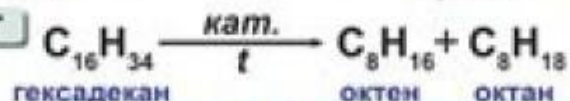


РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ

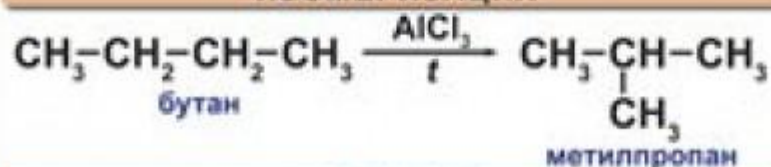
ДЕГИДРИРОВАНИЕ



КРЕКИНГ



ИЗОМЕРИЗАЦИЯ



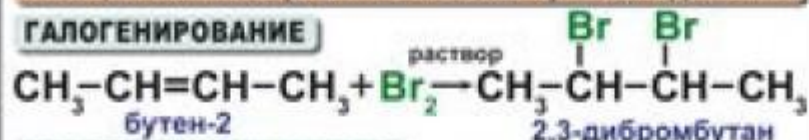
ГОРЕНИЕ



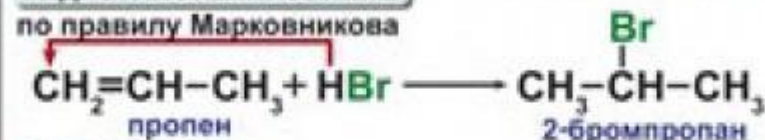
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКЕНОВ

РЕАКЦИИ ИОННОГО (ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО) ПРИСОЕДИНЕНИЯ

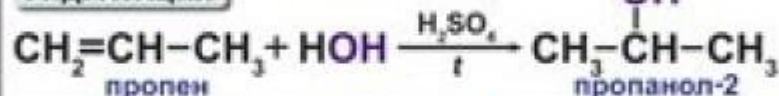
ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ



ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ

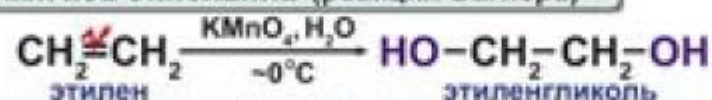


ГИДРАТАЦИЯ

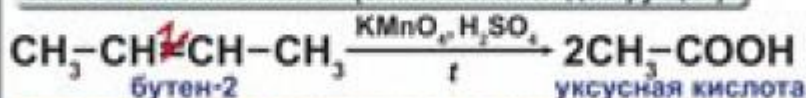


РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ

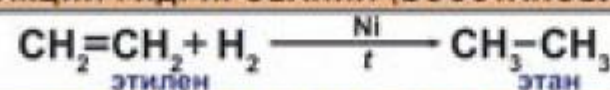
МЯГКОЕ ОКИСЛЕНИЕ (реакция Вагнера)



ЖЕСТКОЕ ОКИСЛЕНИЕ (окислительная деструкция)



РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ (ВОССТАНОВЛЕНИЕ)



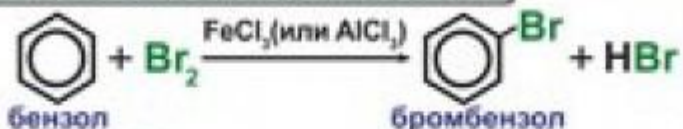
РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ



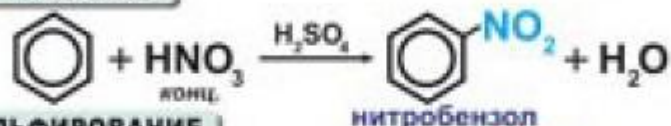
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОЛА

РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

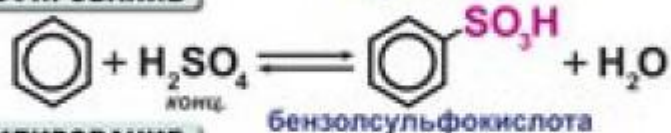
КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ



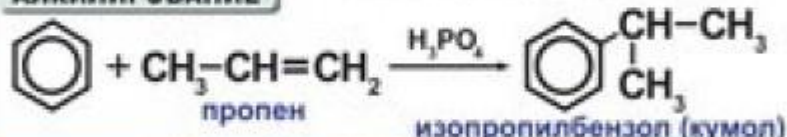
НИТРОВАНИЕ



СУЛЬФИРОВАНИЕ

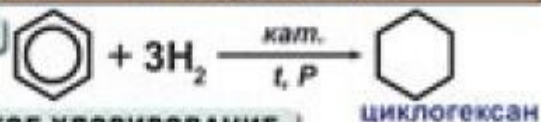


АЛКИЛИРОВАНИЕ

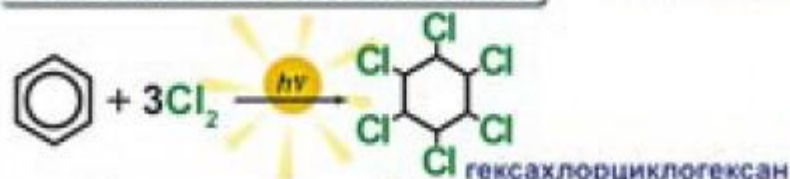


РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

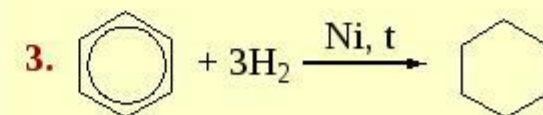
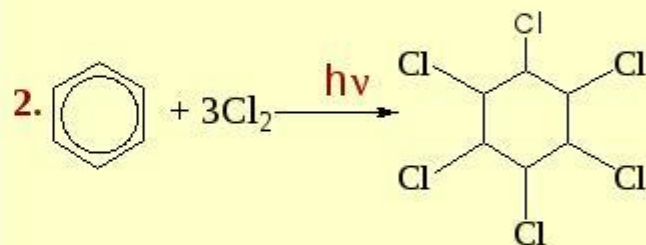
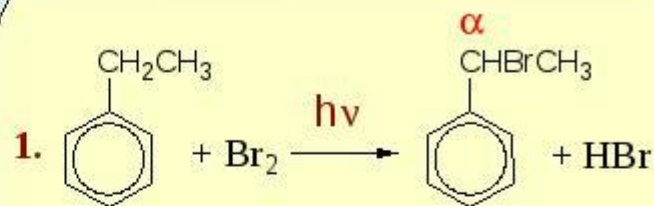
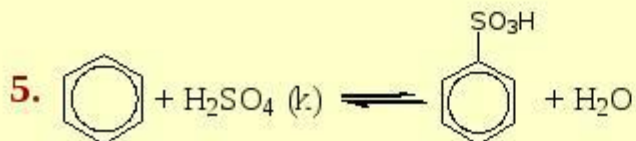
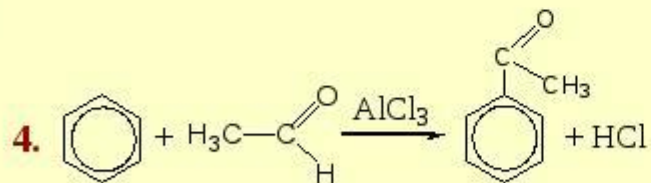
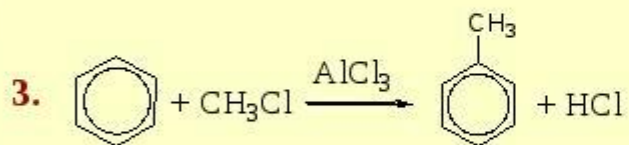
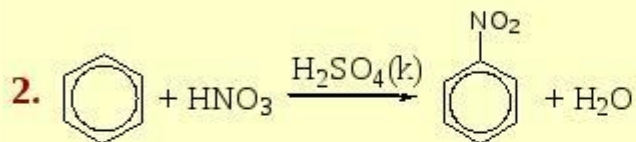
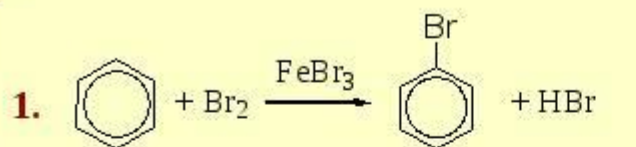
ГИДРИРОВАНИЕ



ФОТОХИМИЧЕСКОЕ ХЛОРИРОВАНИЕ



Химические свойства бензола



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Бензол

1. Реакции замещения:

а) галогенирование

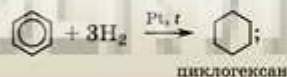


б) нитрование

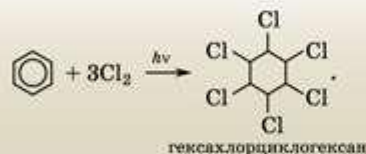


2. Реакции присоединения:

а) гидрирование



б) галогенирование



3. Окисление (горение):



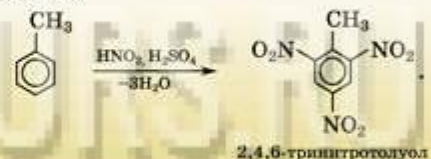
Толуол

1. Реакции замещения:

а) галогенирование

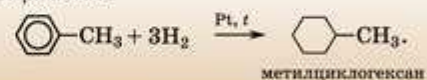


б) нитрование



2. Реакции присоединения:

а) гидрирование



3. Окисление (горение):

а) горение



б) окисление по радикалу

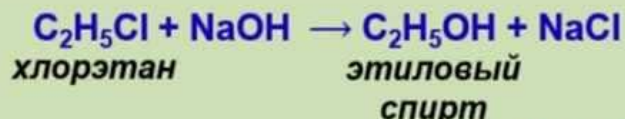


ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫХ

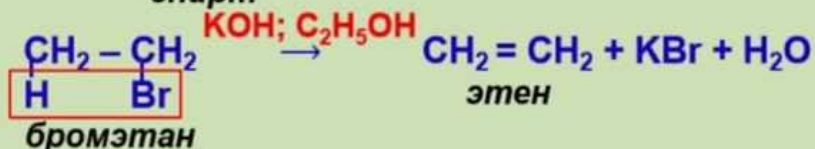
Галогенопроизводные это бесцветные жидкости со специфическим запахом, растворимы в спирте и эфире.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫХ

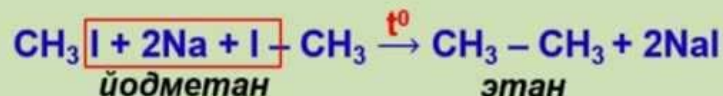
1. Реакция замещения.



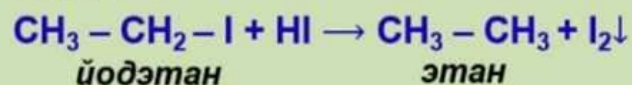
2. Отщепление галогеноводородных.



3. Реакция Вюрца.



4. Восстановление галогенопроизводных.



5. Образование с металлами металлоорганических соединений.



Алкины

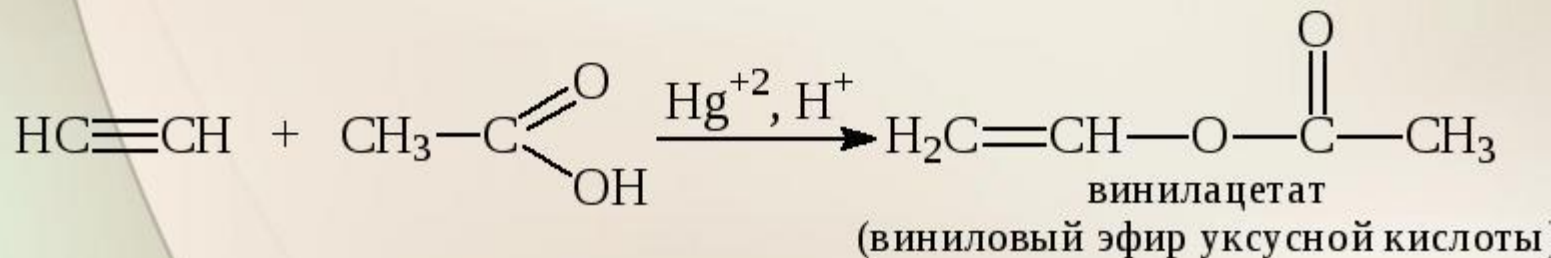
Химические свойства

Взаимодействие с нуклеофильными реагентами

Присоединение спиртов



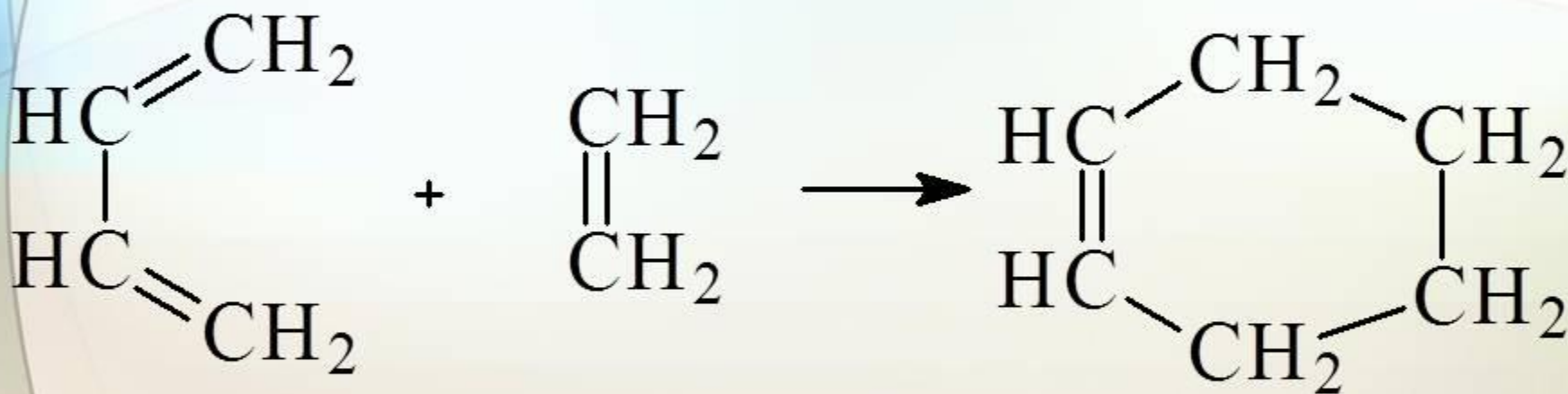
Присоединение карбоновых кислот



Алкадиены

Химические свойства

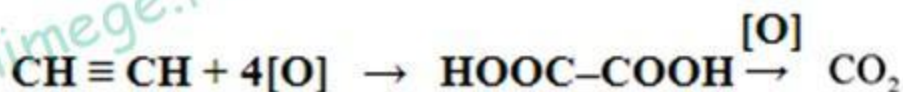
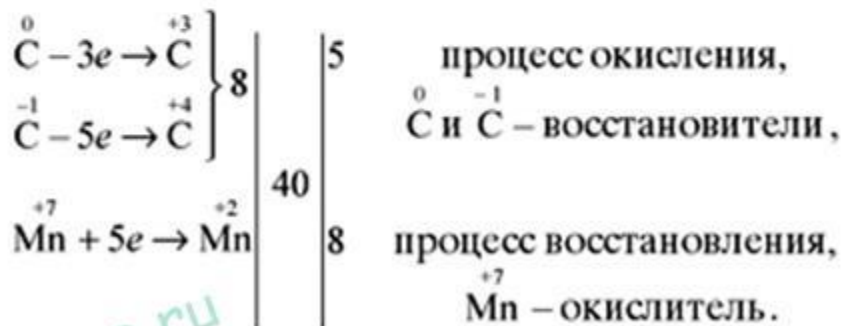
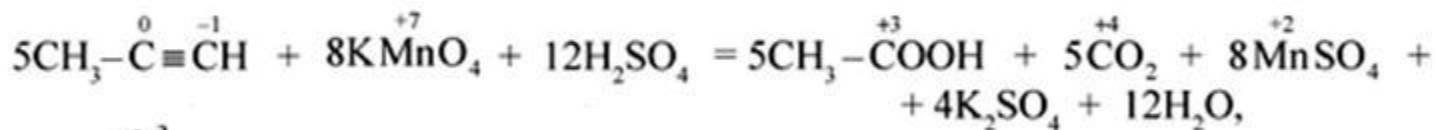
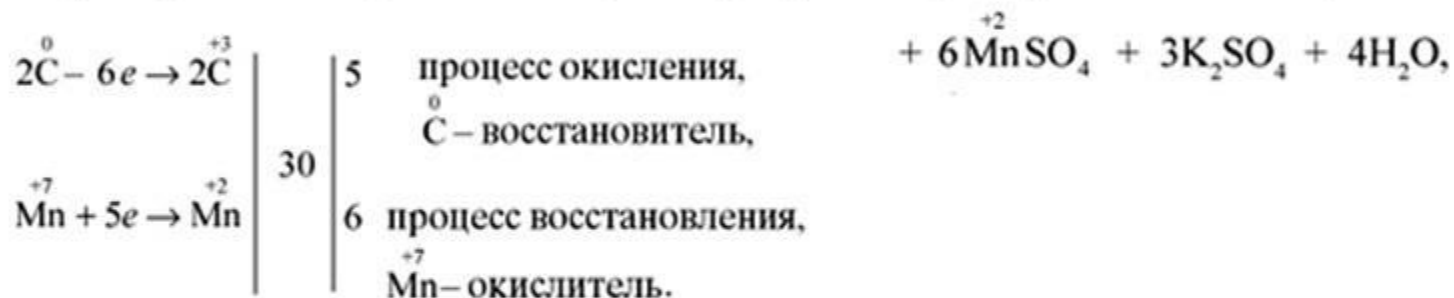
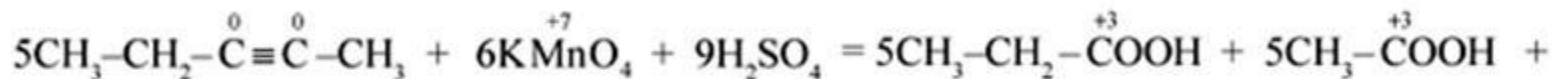
Диеновые синтезы (реакция Дильса-Альдера)

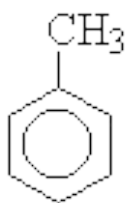


диенофилы

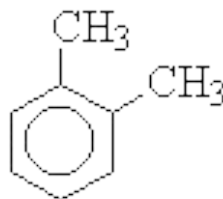
3. Окисление алкинов

Ацетилен и его гомологи окисляются перманганатом калия с расщеплением тройной связи и образованием карбоновых кислот. Алкины обесцвечивают раствор KMnO_4 , что используется для их качественного определения.

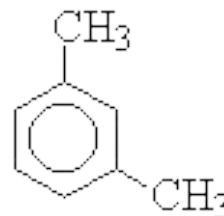




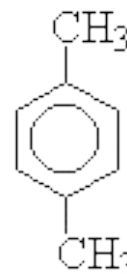
метилбензол
(толуол)



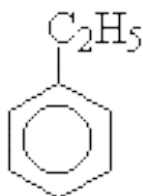
1,2-диметилбензол
(о-ксилол)



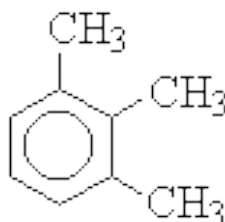
1,3-диметилбензол
(м-ксилол)



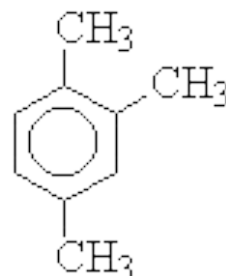
1,4-диметилбензол
(п-ксилол)



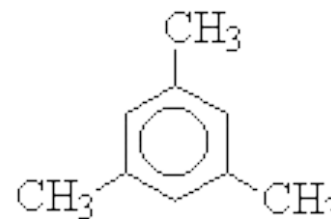
этилбензол



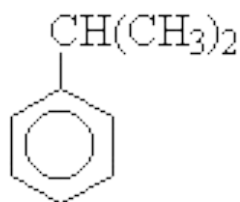
1,2,3-триметилбензол



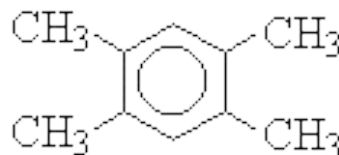
1,2,4-триметилбензол
(псевдокумол)



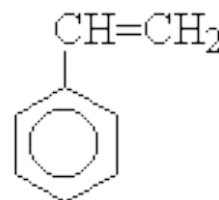
1,3,5-триметилбензол
(мезитилен)



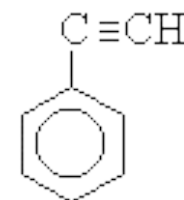
изопропилбензол
(кумол)



1,2,4,5-тетраметилбензол
(дурол)



винилбензол
(стирол)



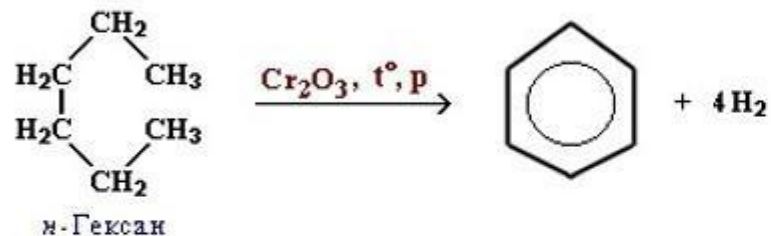
этинилбензол
(фенилацетилен)

Получение аренов

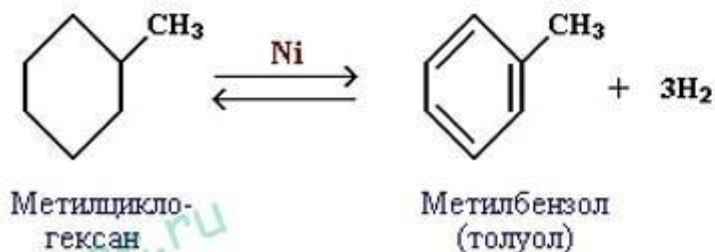
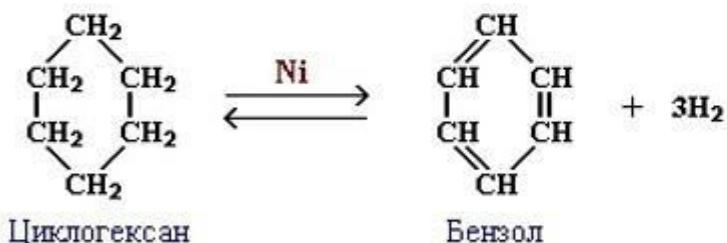
Основными природными источниками ароматических углеводородов являются каменный уголь и нефть.

При коксовании каменного угля образуется каменноугольная смола, из которой выделяют бензол, толуол, ксилолы, нафталин и многие другие органические соединения.

Дегидроциклизация



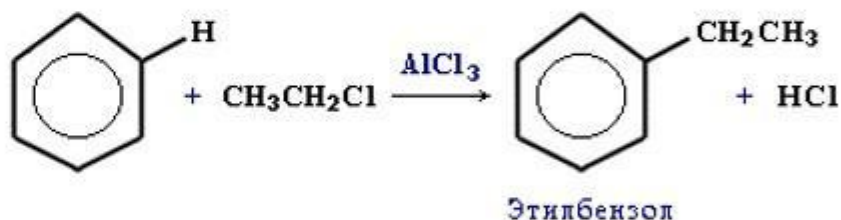
Дегидрирование циклогексана и его производных



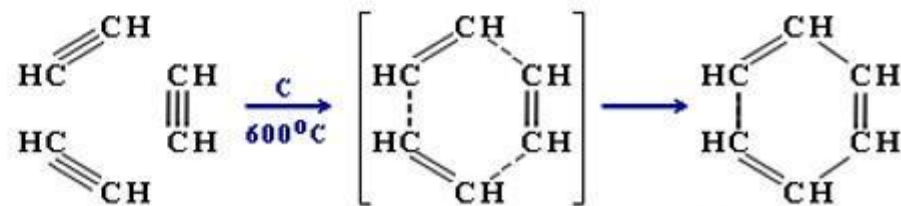
При дегидрировании этилбензола образуется производное бензола с непредельной боковой цепью – винилбензол (стирол)

$C_6H_5-CH=CH_2$ (исходное вещество для получения ценного полимера *полистирола*)

Алкилирование бензола галогеналканами или алкенами



Тримеризация алкинов над активированным углем (реакция Зелинского)



Алкины (ацетиленовые углеводороды)



Непредельные углеводороды, в молекуле которых имеется одна **тройная связь** между атомами углерода.

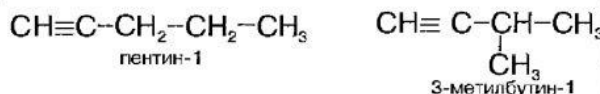
Номенклатура



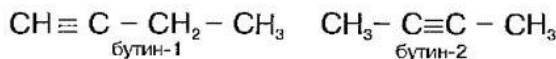
Выбор главной цепи и начало нумерации определяется тройной связью.



углеродного скелета с "с" ≥ 5



Изомерия \rightarrow положение тройной (кратной) связи



классов соединений (алкадиены)



пространственной нет

Физические свойства

$C_2 - C_4$ газы, $C_5 - C_{16}$ жидкости, $C \geq 17$ твердые вещества, растворимость в H_2O небольшая, но больше чем у алкенов и алканов, $\rho < 1 \text{ г/см}^3$, $T_{\text{кип}}^{\circ}(H) > T_{\text{кип}}^{\circ}(\text{разв})$, с увеличением M_r $T_{\text{кип}}^{\circ}$ увеличивается.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ

	Галоген- хлор. +H ₂	Дигалоген- дихлор. -H ₂	Галоген- дихлор. +Cl ₂ , Br ₂	Бромная вода +Br ₂	Гидрохлор- соединение +HCl (HCl)	Гидратация (кислота в воде) -HOH	Нитро- вос. HO-NO ₂	Гидролиз (водн. раствор) -HOH	Амино- вос. +NH ₂	Водный раствор NaOH	Спиртовой раствор NaOH	Активный металл Na	Оксиды CuO, Ag ₂ O	Гидроксид, медн. Cu(OH) ₂	Перманганат KMnO ₄
<u>Алканы</u> C _n H _{2n+2}	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Циклоалканы</u> C _n H _{2n}	(+) для малых (-) для больших	+	+	-	(-) для малых (+) для больших	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Только циклич. соедин. (с трудом)
<u>Алкены</u> C _n H _{2n}	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+
<u>Алкины</u> C _n H _{2n-2}	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	с Ag ₂ O + ZnCl ₂	-	+
<u>Алкадиены</u> C _n H _{2n-2}	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Арены (БЕНЗОЛ) C₆H₆</u>	+	-	+ ZnCl ₂ + FeCl ₃	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Арены (ТОЛУОЛ, кумол, ксилол) C_nH_{2n-6}</u>	+	-	+ ZnCl ₂ + FeCl ₃	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Стирол</u> C _n H _{2n-4}	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Галоген- производные</u> C _n H _{2n-1} Г	-	-	дальнейшее замещение дихлором	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-