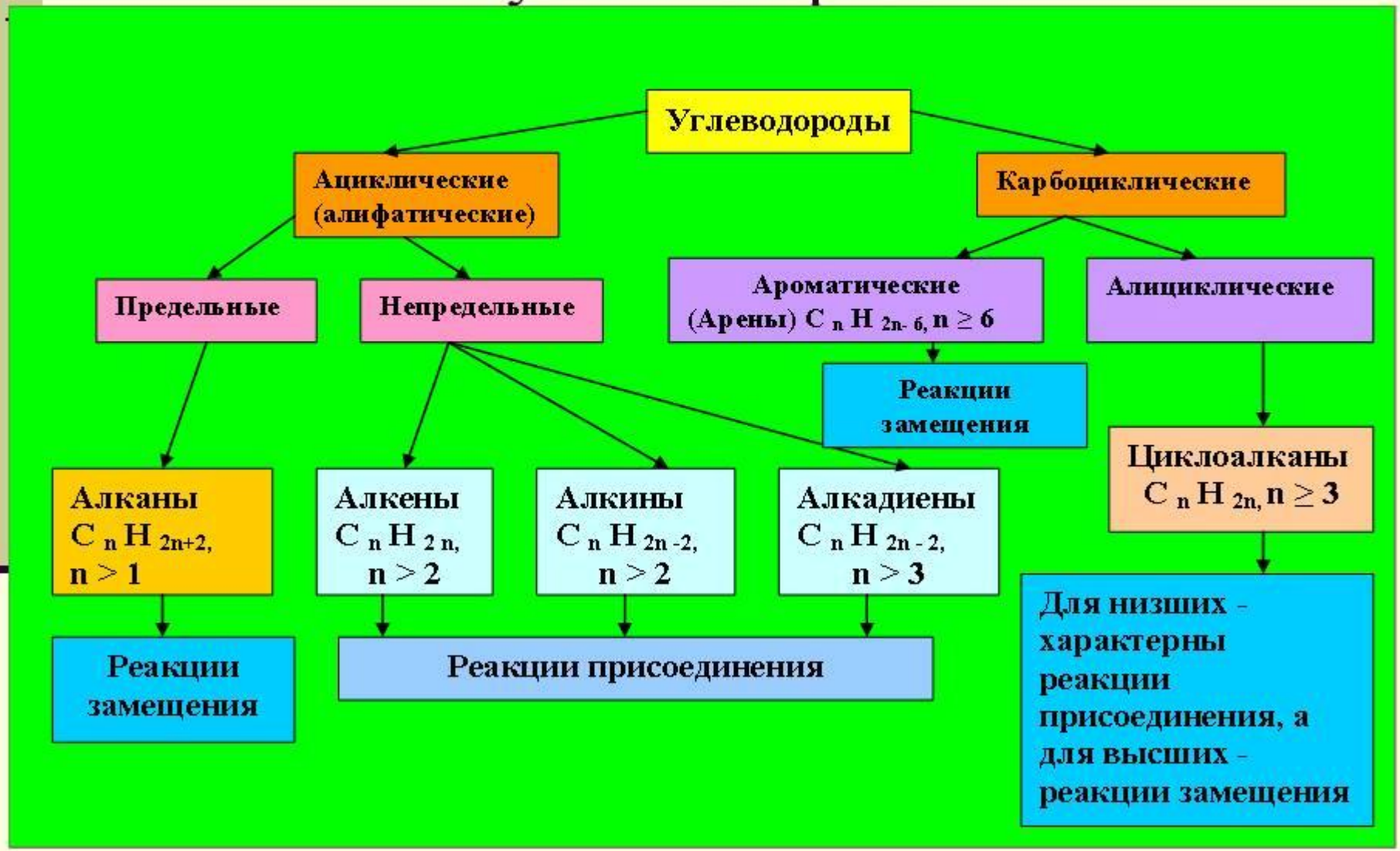
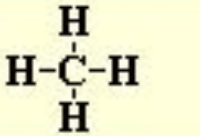
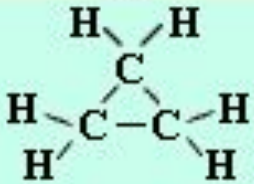
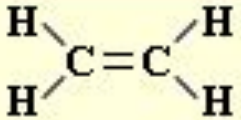
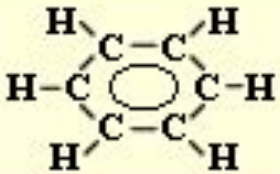
Обобщение свойств углеводородов

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}		sp^3	σ_{C-C} σ_{C-H}	0,154	$109^0 28'$	**Замещение, разложение (крекинг)**
Цикло-алканы	C_nH_{2n}		sp^3	σ_{C-C} σ_{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}		sp^2	σ_{C-C} σ_{C-H} π_{C-C}	0,134	120^0	**Присоединение**
Алкины	C_nH_{2n-2}	$H-C\equiv C-H$	sp	σ_{C-C} σ_{C-H} $2\pi_{C-C}$	0,120	180^0	**Присоединение**
Арены	C_nH_{2n-6}		sp^2	$\sigma_{C-C}, \sigma_{C-H}$ 6π-электронное сопряжение в цикле	0,140	120^0	**Замещение**

Сравнительная характеристика углеводородов (продолжение)

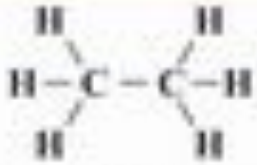
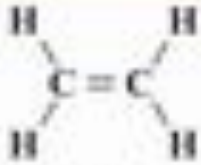
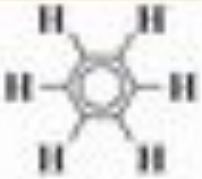
	Алканы	Циклоалканы	Алкены	Алкадиены	Алкины	Арены
Валентный угол	$109^0 28'$	В зависимости от цикла	120^0	120^0	180^0	120^0
Виды изомерии	Изомерия цепи	Изомерия цепи;	Изомерия цепи; изомерия положения связи; пространственная изомерия;	Изомерия цепи; изомерия положения связи;	Изомерия цепи; изомерия положения 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_2O); полимеризация	горение; окисление ($KMnO_4$); присоединение (галогены, H_2,); полимеризация	горение; окисление ($KMnO_4$); присоединение (галогены, H_2, галогеноводороды; H_2O); полимеризация	горение; окисление ($KMnO_4$) гомологов бензола; присоединение (H_2, Cl_2 кат - свет); замещение (Br_2 кат – $FeCl_3$; HNO_3 кат – H_2SO_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}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-6}
Тип гибридизации ключевых атомов углерода	sp^3-	sp^2-	sp-	sp^2-	sp^2-
Отличительный признак	Все связи одинарные C - C	Есть одна двойная связь C = C	Есть одна тройная связь C ≡ 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 соединения	 этан	 этен	$H-C\equiv C-H$ этин	 бензол
Тип гибридизации атомов углерода	sp^3	sp^2	sp	sp^2
Валентный угол	$109^\circ28'$	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
Характеристика связей Длина, нм Энергия, кДж / моль	$H-CH_2-CH_3$ 0,110 0,154 415 348	$H-CH=CH_2$ 0,108 0,134 435,5 612	$H-C\equiv CH$ 0,106 0,120 463,5 836	$H-C=C=CH$ 0,109 0,139 490
Типы реакций	Замещение S_R, S_E	Присоединение A_R, A_E	Присоединение A_E, A_R, A_N Замещение	Замещение S_E
Реакционный центр молекулы	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}-H$	$C=C$	$-C\overset{2\pi}{\equiv}C-$ $-C\equiv C-H$	

www.latsted.ru

ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ, ПАРАФИНЫ)

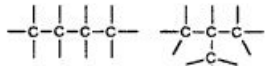
C_nH_{2n+2}

CH_4 — метан C_5H_{12} — пентан
C_2H_6 — этан C_6H_{14} — гексан
C_3H_8 — пропан C_7H_{16} — гептан
C_4H_{10} — бутан C_8H_{18} — октан

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

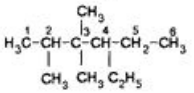
Возможна изомерия углеродного скелета:

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



н-бутан 2-метилпропан (изобутан)

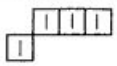
Номенклатура: сначала выбирают самую длинную цепь. Название: $N^{\circ}_{(min)}$ заместителя–заместитель–цепь. Например, 2,3,3,-триметил-4-этилгексан



C^1, C^6 — первичные, C^5 — вторичный, C^2, C^4 — третичные, C^3 — четвертичный атомы углерода

Физические свойства: CH_4 — бесцветный газ, $t_{кип} = -162°C$. C_2–C_4 — газы; C_5–C_{15} — 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:



возбужд. сост. атома C —sp^3-гибридизация→ 4 эквивалентн. σ-связи C—H, направленные к вершинам тетраэдра, ∠ 109°28'
возможно свободное вращение вокруг связи C—C

Химические свойства: связи C–C и C–H прочные, характеризуются низкой поляризуемостью, поэтому **свободнорадикальный механизм** реакций: $CH_3{:}H \rightarrow CH_3\cdot + H\cdot$

C—H-связь | **окисление** | **C—C-связь**

Реакции свободнорадикального замещения (свет, нагрев):

повышение скорости из-за поляризации

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$

хлористый метил

$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

хлористый метилен
хлороформ $CHCl_3$
четыреххлористый углерод CCl_4

Механизм: $Cl_2 \xrightarrow{h\nu} Cl\cdot + Cl\cdot$
$CH_4 + Cl\cdot \rightarrow CH_3\cdot + HCl$
$CH_3\cdot + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + Cl\cdot$ и т.д. до обрыва:
$Cl\cdot + CH_3\cdot \rightarrow CH_3Cl$ или $Cl\cdot + Cl\cdot \rightarrow Cl_2$

для гомологов → $CH_3CHBrCH_3$ 90%; $CH_3CH_2CH_2Br$ 10%

третичный > вторичный > первичный

Нитрование (реакция М.Н. Коновалова):
$C_6H_{14} + HNO_3 \rightarrow C_6H_{13}NO_2 + H_2O$ (т-ра выше 400°C)

Дегидрирование:
$C_4H_{10} \rightarrow C_4H_8 + H_2$ (Ni-катализатор, 360°C)

Получение (природный газ, нефть):
Без изменения числа атомов C:
1. $CH_2{=}CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_3$ 2. $CH_3I + 2H \rightarrow CH_4 + HI$
$CH_3I + HI \rightarrow CH_4 + I_2$
или с увеличением числа атомов C:
3. Реакция Вюрца $C_2H_5[I + 2Na + I]C_2H_5 \rightarrow C_4H_{10} + 2NaI$
С уменьшением числа атомов C:

4. $CH_3{-}C(=O){-}ONa + NaOH \rightarrow CH_4 + Na_2CO_3$

5. Синтез из CO и H_2: $CO + H_2 \rightarrow$ смесь углеводор. $+ H_2O$
6. Электролиз растворов солей карбоновых кислот (Кольбэ)
$2CH_3COO^- - 2e \rightarrow 2CO_2 + CH_3{-}CH_3$

1. **Горение**: $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$
смеси с воздухом взрывоопасны
2. **Каталитическое окисление** (промышленность)

$CH_4 \rightarrow CH_3OH$; $CH_4 \rightarrow HCOH$

Гомологи — с разрывом C–C связи:
$CH_3CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow[соед\ Mn]{[O]} 2CH_3COOH + H_2O$
получение уксусной кислоты

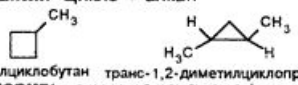
Крекинг
От англ. to crack — расщеплять — нагревание нефти и нефтепродуктов без доступа воздуха, приводящее к разрыву связей C–C и образованию продуктов с меньшей молекулярной массой.

$CH_4 \xrightarrow{1500°C} C + 2H_2$
$CH_4 \xrightarrow{1600°C} HC{\equiv}CH + H_2$

$C_4H_{10} \xrightarrow{t^\circ} C_2H_6 + C_2H_4$
смесь продуктов — разветвленные, непредельные.

Циклопарафины: углеводороды, в которых атомы C образуют цепь (цикл), связи насыщены атомами H
C_nH_{2n}

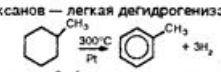
Названия: Цикло + алкан



метилциклобутан транс-1,2-диметилциклопропан

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: △ $+ Br_2 \rightarrow Br{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2Br$

www.studarbiz.com

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)

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)O_2 = nCO_2 + (n+1)H_2O + Q$$

$$n=1 \quad CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q$$

2) каталитическое окисление (kat – соед. Mn)

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \xrightarrow[kat]{[O]} \underset{\text{уксусная кислота}}{2CH_3COOH} + H_2O$$

II. Устойчивость к действию обычных окислителей ($KMnO_4$, Br_2 вода) <u>**Качественная реакция**</u>

C_nH_{2n+2} **не обесцвечивает** Br_2 воду и р-р $KMnO_4$

III. Крекинг (разложение при t°)

$$CH_4 \overset{t^\circ}{=} C + 2H_2$$

$$C_4H_{10} \overset{t^\circ}{=} \underset{\text{этан}}{C_2H_6} + \underset{\text{этилен}}{C_2H_4}$$

IV. Изомеризация (с "С" ⩾ 4, t°=100°C, kat $AlCl_3$)

$$\underset{\text{н - пентан}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3} \xrightarrow[AlCl_3]{t^\circ} \underset{\text{изо-пентан}}{CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_3}$$

(2 метилбутан)

V. Реакции замещения

1) с галогенами

hν – свет, t°, цепной свободнорадикальный механизм

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{\text{хлористый метил}}{CH_3Cl} + HCl$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow \underset{\text{хлористый метилен}}{CH_2Cl_2} + HCl$$

. . . . . .

$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow \underset{\text{четыреххлористый углерод}}{CCl_4} + HCl$$

Механизм:

$$Cl_2 \rightarrow Cl\cdot + Cl\cdot$$

$$CH_4 + Cl\cdot \rightarrow CH_3\cdot + HCl$$

$$CH_3\cdot + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + Cl\cdot$$

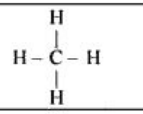
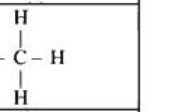
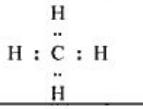
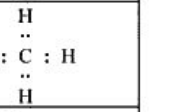
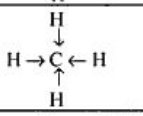
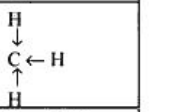
и т.д. до обрыва

$$Cl\cdot + \cdot CH_3 \rightarrow CH_3Cl$$

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

$$CH_4 + \underset{\text{азотная кислота}}{HONO_2} \xrightarrow[p]{t^\circ} \underset{\text{нитрометан}}{CH_3NO_2} + H_2O$$

Ответ на вопрос № 19

Общая характеристика вещества	Характеристика	
	метана	этана
1. Молекулярная формула	CH_4	C_2H_6
2. Структурная формула		
3. Электронная формула		
4. Образование связей		
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_2H_6)
6. Получение а) в лаборатории	$CH_3COONa_{(тв)} + NaOH_{(тв)} \xrightarrow{t = 300°C} Na_2CO_3 + CH_4\uparrow$	$2CH_3I + 2Na \longrightarrow C_2H_6 + 2NaI$
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) $CH_4 + Cl_2 \longrightarrow HCl + CH_3Cl$ б) $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ в) $CH_4 \xrightarrow{t > 1000°C} C + 2H_2$ $2CH_4 \xrightarrow{t > 1500°C} C_2H_2 + 3H_2$	а) $C_2H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_2H_5Cl + HCl$ б) $C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ в) $C_2H_6 \xrightarrow{500°C, Ni} C_2H_4 + H_2$
9. Применение	1. Топливо 2. Исходный продукт для получения а) CH_3OH	1. Топливо
	б) CH_3COOH в) синтетические каучуки 3. Синтез-газ T = 800-900 °C kat: Ni, MgO или Al_2O_3 а) $CH_4 + H_2O \longrightarrow CO + 3H_2$ б) $CH_3 + CO_2 \longrightarrow CO + 3H_2$ 4. Hal-производные используются в качестве растворителей	

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУППАХ УГЛЕВОДОРОДОВ

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

Изомерия углеродного скелета

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ пентан

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ 2-метилбутан

$CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$ 2,2-диметилпропан

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

Изомерия углеродного скелета

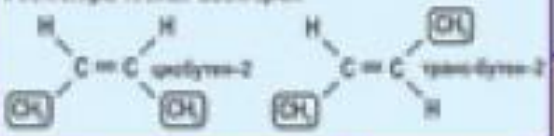
$H_2C=CH-CH_2-CH_3$ бутен-1

$CH_2=C(CH_3)-CH_3$ метилпропен

Изомерия положения кратных связей

$CH_3-CH=CH-CH_3$ бутен-2

Геометрическая изомерия



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

Изомерия углеродного скелета

$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ пентин-1

$CH\equiv C-CH(CH_3)-CH_3$ 3-метилбутин

Изомерия положения кратных связей

$H_3C-C\equiv C-CH_2-CH_3$ пентин-2

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

Изомерия углеродного скелета

$H_2C(CH_2)_2CH_2$ циклобутан

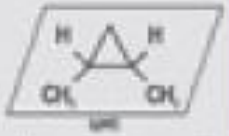
$H_2C(CH_2)CH(CH_3)$ метилциклопропан

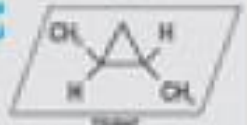
Изомерия положения заместителей

1,1-диметилциклопропан

1,2-диметилциклопропан

Геометрическая изомерия





l_{C-C} = 0,137 нм **АЛКАДИЕНЫ** C_nH_{2n-2}

Изомерия углеродного скелета

$CH_2=CH-CH=CH-CH_3$ пентадиен-1,3

$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ 2-метилбутадиен-1,3

Изомерия положения кратных связей

$CH_2-CH=CH=CH-CH_3$ пентадиен-2,3

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

Изомерия положения заместителей

1,2-диметилбензол (о-ксилол)

1,3-диметилбензол (м-ксилол)

1,4-диметилбензол (п-ксилол)

МЕЖКЛАССОВАЯ ИЗОМЕРИЯ

Циклоалканы: $H_2C(CH_2)_2CH_2$ циклобутан

Алкены: $H_2C=CH-CH_2-CH_3$ бутен-1

Алкадиены: $CH_2=CH-CH=CH-CH_3$ пентадиен-1,3

Алкины: $HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ пентин-1

ХИМИЯ EDUSTRONG КЛАССНОЕ ДЛЯ КЛАССОВ

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

1. Присоединение водорода – гидрирование.

$CH_2 \overset{\pi}{\underset{\sigma}{=}} CH - CH \overset{\pi}{\underset{\sigma}{=}} CH_2 + H_2 \xrightarrow{K}$

1,3-бутадиен

$\overset{1}{CH_3} - \overset{2}{CH} = \overset{3}{CH} - \overset{4}{CH_3}$ *2-бутен*

$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$ *1-бутен*

$+ H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ *бутан*

2. Присоединение галогенов – галогенирование.

$\overset{1}{CH_2} = \overset{2}{C}(CH_3) - \overset{3}{CH} = \overset{4}{CH_2} \xrightarrow{+Br_2}$

изопрен

2-метил, 1,3-бутадиен

$\overset{1}{CH_2}(Br) - \overset{2}{C}(CH_3) = \overset{3}{CH} - \overset{4}{CH_2}(Br)$

2-метил, 1,4-дибром, 2-бутен

$\overset{4}{CH_2}(Br) - \overset{3}{C}(Br)(CH_3) - \overset{2}{CH} = \overset{1}{CH_2}$

3-метил, 3,4-дибром, 1-бутен

$\xrightarrow{+Br_2} \overset{1}{CH_2}(Br) - \overset{2}{C}(Br)(CH_3) - \overset{3}{CH}(Br) - \overset{4}{CH_2}(Br)$

2-метил, 1,2,3,4-тетра-бром бутан

3. Реакция полимеризации.

$nCH_2 \overset{\pi}{\underset{\sigma}{=}} CH - CH \overset{\pi}{\underset{\sigma}{=}} CH_2 + CH_2 \overset{\pi}{\underset{\sigma}{=}} CH - CH \overset{\pi}{\underset{\sigma}{=}} CH_2 \xrightarrow{K;\ Na}$ $n - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH_2 - CH = CH - CH_2 -$ или

$[-CH_2 - CH = CH - CH_2 -]_n$

полибутадиен или полидивинил

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАНОВ

РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ

$$CH_3-CH_2-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3-\underset{}{\overset{Br}{CH}}-CH_3 +$$

пропан — 2-бромпропан (~95%)

$$+ CH_3-CH_2-CH_2Br + HBr$$

1-бромпропан (~5%)

НИТРОВАНИЕ

$$CH_3-CH_3 + HNO_3 \xrightarrow{P,\ t} CH_3-CH_2-NO_2 + H_2O$$

этан — разб. — нитроэтан

реакция Коновалова

РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ

ДЕГИДРИРОВАНИЕ

$$CH_3-CH_2-CH_3 \xrightarrow[t]{кат.} CH_3-CH=CH_2 + H_2$$

пропан — пропен

КРЕКИНГ

$$C_{16}H_{34} \xrightarrow[t]{кат.} C_8H_{16} + C_8H_{18}$$

гексадекан — октен — октан

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[t]{AlCl_3} CH_3-\underset{CH_3}{CH}-CH_3$$

бутан — метилпропан

ГОРЕНИЕ

$$C_nH_{2n+2} + (1{,}5n + 0{,}5)\,O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O + Q$$

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКЕНОВ

РЕАКЦИИ ИОННОГО (ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО) ПРИСОЕДИНЕНИЯ

ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ

$$CH_3-CH=CH-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{раствор} CH_3-\overset{Br}{CH}-\overset{Br}{CH}-CH_3$$

бутен-2 — 2,3-дибромбутан

ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ

по правилу Марковникова

$$CH_2=CH-CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3-\overset{Br}{CH}-CH_3$$

пропен — 2-бромпропан

ГИДРАТАЦИЯ

$$CH_2=CH-CH_3 + HOH \xrightarrow[t]{H_2SO_4} CH_3-\overset{OH}{CH}-CH_3$$

пропен — пропанол-2

РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ

МЯГКОЕ ОКИСЛЕНИЕ (реакция Вагнера)

$$CH_2=CH_2 \xrightarrow[\sim 0^\circ C]{KMnO_4,\ H_2O} HO-CH_2-CH_2-OH$$

этилен — этиленгликоль

ЖЕСТКОЕ ОКИСЛЕНИЕ (окислительная деструкция)

$$CH_3-CH=CH-CH_3 \xrightarrow[t]{KMnO_4,\ H_2SO_4} 2CH_3-COOH$$

бутен-2 — уксусная кислота

РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ (ВОССТАНОВЛЕНИЕ)

$$CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow[t]{Ni} CH_3-CH_3$$

этилен — этан

РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИЯ

$$nCH_2=CH_2 \xrightarrow[t]{кат.} (-CH_2-CH_2-)_n$$

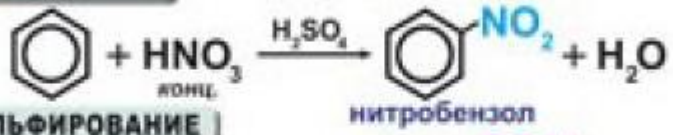
этилен (мономер) — полиэтилен (полимер)

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОЛА

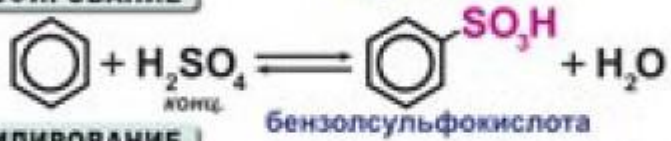
РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ

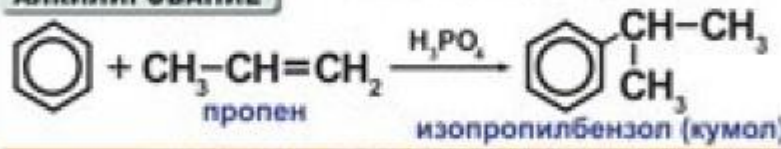
НИТРОВАНИЕ



СУЛЬФИРОВАНИЕ

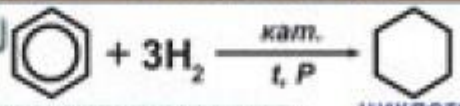


АЛКИЛИРОВАНИЕ

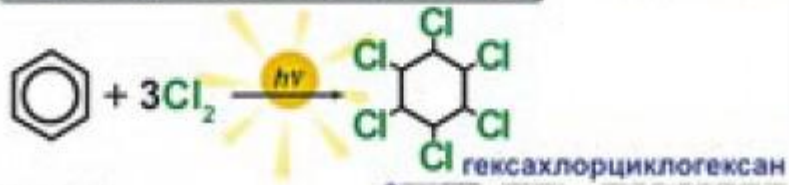


РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

ГИДРИРОВАНИЕ



ФОТОХИМИЧЕСКОЕ ХЛОРИРОВАНИЕ



Химические свойства бензола

1. $C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{FeBr_3} C_6H_5Br + HBr$

2. $C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4(к.)} C_6H_5NO_2 + H_2O$

3. $C_6H_6 + CH_3Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5CH_3 + HCl$

4. $C_6H_6 + H_3C-C(=O)H \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5-C(=O)CH_3 + HCl$

5. $C_6H_6 + H_2SO_4\ (к.) \rightleftharpoons C_6H_5SO_3H + H_2O$

1. $C_6H_5CH_2CH_3 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} C_6H_5\alpha CHBrCH_3 + HBr$

2. $C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_6H_6Cl_6$

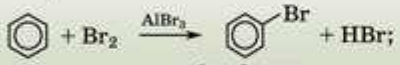
3. $C_6H_6 + 3H_2 \xrightarrow{Ni,\ t} C_6H_{12}$

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Бензол

1. Реакции замещения:

а) галогенирование



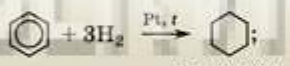
бромбензол

б) нитрование

нитробензол

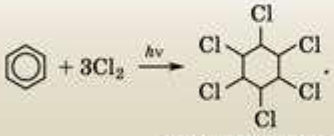
2. Реакции присоединения:

а) гидрирование



циклогексан

б) галогенирование



гексахлорциклогексан

3. Окисление (горение):

$$2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O + Q.$$

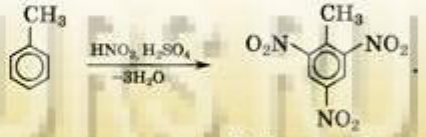
Толуол

1. Реакции замещения:

а) галогенирование

2,4,6-тribромтолуол

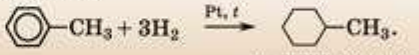
б) нитрование



2,4,6-тринитротолуол

2. Реакции присоединения:

а) гидрирование



метилциклогексан

3. Окисление (горение):

а) горение

$$C_7H_8 + 9O_2 \longrightarrow 7CO_2 + 4H_2O + Q;$$

б) окисление по радикалу

SCHOOL-RESURS.RU

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫХ

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

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫХ

1. Реакция замещения.

$$C_2H_5Cl + NaOH \longrightarrow C_2H_5OH + NaCl$$

хлорэтан → *этиловый спирт*

2. Отщепление галогеноводородных.

$$CH_2 - CH_2 \xrightarrow{KOH;\ C_2H_5OH} CH_2 = CH_2 + KBr + H_2O$$

(H, Br)

бромэтан → *этен*

3. Реакция Вюрца.

$$CH_3 - I + 2Na + I - CH_3 \xrightarrow{t^0} CH_3 - CH_3 + 2NaI$$

йодметан → *этан*

4. Восстановление галогенопроизводных.

$$CH_3 - CH_2 - I + HI \longrightarrow CH_3 - CH_3 + I_2\downarrow$$

йодэтан → *этан*

5. Образование с металлами металлоорганических соединений.

$$CH_3Br + 2Li \xrightarrow{эфир} CH_3Li + LiBr$$

бромметан → *литий метан*

Алкины

Химические свойства

Взаимодействие с нуклеофильными реагентами

Присоединение спиртов

$$HC{\equiv}CH + HO{-}C_2H_5 \xrightarrow{KOH} H_2C{=}CH{-}O{-}C_2H_5$$

ацетилен — этилвиниловый эфир

Присоединение карбоновых кислот

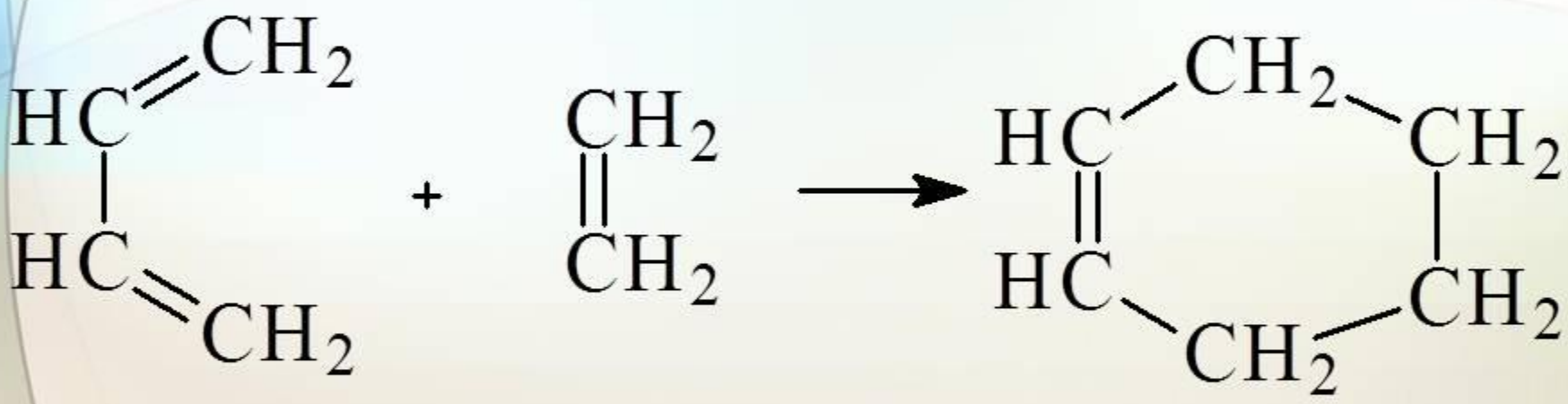
$$HC{\equiv}CH + CH_3{-}C(=O)OH \xrightarrow{Hg^{+2},\ H^+} H_2C{=}CH{-}O{-}C(=O){-}CH_3$$

винилацетат
(виниловый эфир уксусной кислоты)

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 KMnO4, что используется для их качественного определения.

$$R-C\equiv C-R' + 3[O] + H_2O \longrightarrow R-COOH + R'-COOH$$

$$5CH_3-CH_2-\overset{0}{C}\equiv\overset{0}{C}-CH_3 + 6K\overset{+7}{Mn}O_4 + 9H_2SO_4 = 5CH_3-CH_2-\overset{+3}{C}OOH + 5CH_3-\overset{+3}{C}OOH + 6\overset{+2}{Mn}SO_4 + 3K_2SO_4 + 4H_2O,$$

$$2\overset{0}{C} - 6e \rightarrow 2\overset{+3}{C}$$

$$\overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn}$$

30

5 процесс окисления, $\overset{0}{C}$ – восстановитель,

6 процесс восстановления, $\overset{+7}{Mn}$ – окислитель.

$$5CH_3-\overset{0}{C}\equiv\overset{-1}{C}H + 8K\overset{+7}{Mn}O_4 + 12H_2SO_4 = 5CH_3-\overset{+3}{C}OOH + 5\overset{+4}{C}O_2 + 8\overset{+2}{Mn}SO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O,$$

$$\left.\begin{array}{l}\overset{0}{C} - 3e \rightarrow \overset{+3}{C}\\ \overset{-1}{C} - 5e \rightarrow \overset{+4}{C}\end{array}\right\} 8$$

$$\overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn}$$

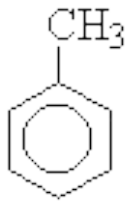
40

5 процесс окисления, $\overset{0}{C}$ и $\overset{-1}{C}$ – восстановители,

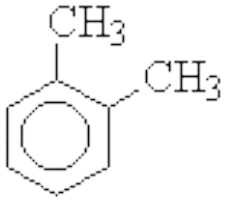
8 процесс восстановления, $\overset{+7}{Mn}$ – окислитель.

Himege.ru

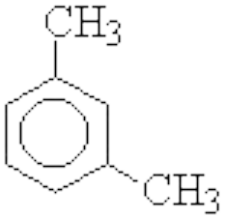
$$CH\equiv CH + 4[O] \rightarrow HOOC-COOH \xrightarrow{[O]} CO_2$$



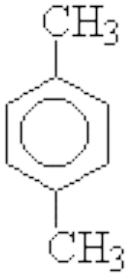
метилбензол
(толуол)



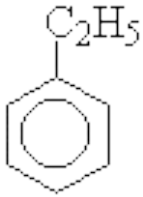
1,2-диметилбензол
(о-ксилол)



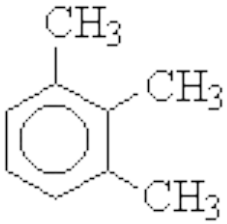
1,3-диметилбензол
(м-ксилол)



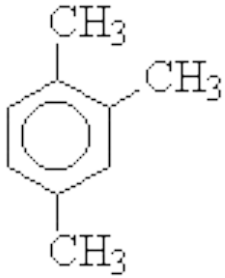
1,4-диметилбензол
(п-ксилол)



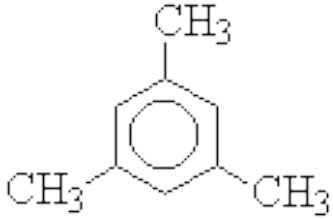
этилбензол



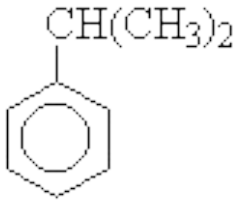
1,2,3-триметилбензол



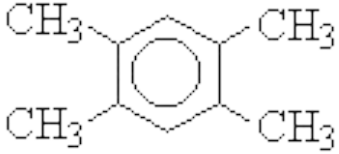
1,2,4-триметилбензол
(псевдокумол)



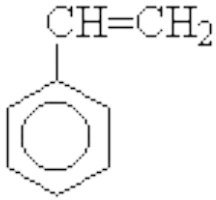
1,3,5-триметилбензол
(мезитилен)



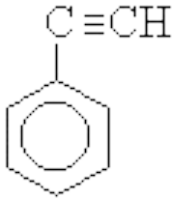
изопропилбензол
(кумол)



1,2,4,5-тетраметилбензол
(дурол)



винилбензол
(стирол)



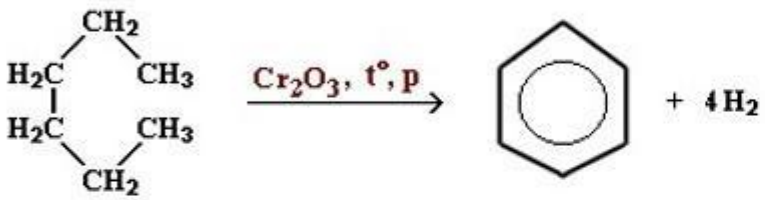
этинилбензол
(фенилацетилен)

Получение аренов

Основными природными источниками ароматических углеводородов являются каменный уголь и нефть.

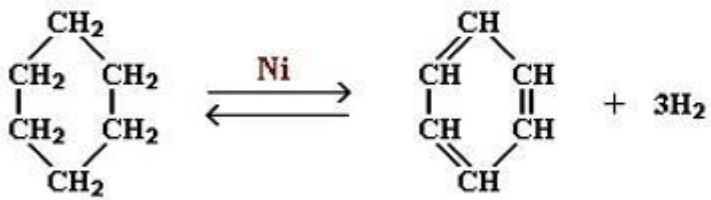
При коксовании каменного угля образуется каменноугольная смола, из которой выделяют бензол, толуол, ксилолы, нафталин и многие другие органические соединения.

Дегидроциклизация

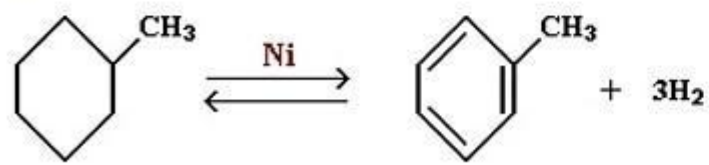


н-Гексан

Дегидрирование циклогексана и его производных



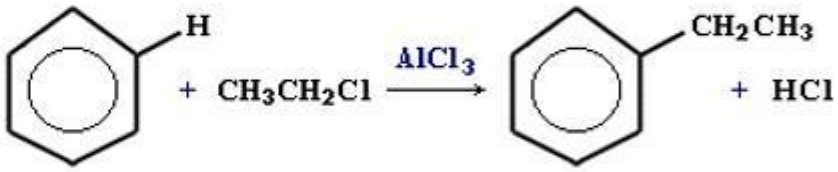
Циклогексан Бензол



Метилцикло-гексан Метилбензол (толуол)

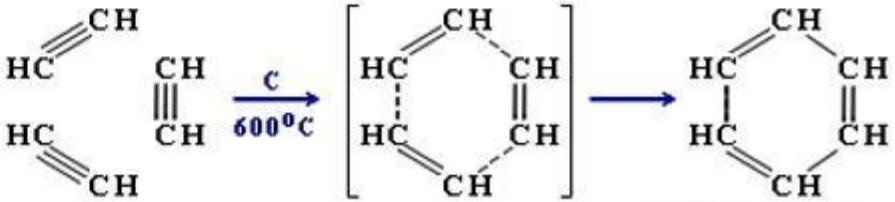
При дегидрировании этилбензола образуется производное бензола с непредельной боковой цепью – винилбензол (стирол) **C_6H_5-CH=CH_2** (исходное вещество для получения ценного полимера *полистирола*)

Алкилирование бензола галогеналканами или алкенами



Этилбензол

Тримеризация алкинов над активированным углем (реакция Зелинского)



Himege.ru
HimEge.ru

Алкины (ацетиленовые углеводороды)

C_nH_{2n-2}

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

Номенклатура ан → ин

Выбор главной цепи и начало нумерации определяется тройной связью.

$$\overset{5}{C}H_3-\overset{4}{C}H(CH_3)-\overset{3}{C}\equiv\overset{2}{C}-\overset{1}{C}H_3$$

4-метилпентин-2

Изомерия

- **углеродного скелета** с "с" ⩾ 5

  $CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ пентин-1

  $CH\equiv C-CH(CH_3)-CH_3$ 3-метилбутин-1

- **положение тройной (кратной) связи**

  $CH\equiv C-CH_2-CH_3$ бутин-1

  $CH_3-C\equiv C-CH_3$ бутин-2

- **классов соединений** (алкадиены)

  $CH\equiv C-CH_2-CH_3$ бутин-1

  $CH_2=CH-CH=CH_2$ бутадиен-1,3

- **пространственной нет**

Физические свойства

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

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ

	Гидрирование + H_2	Дегидрирование - H_2	Галогенирование +Cl_2, Br_2	Бромная вода +Br_2	Гидрогалогенирование +HCl	Гидратация (присоединение воды) -HOH	Нитрование $HO\text{-}NO_2$	Гидролиз (реакция обмена) -HOH	Аммиак +NH_3	Водный раствор NaOH	Спиртовый раствор NaOH	Активный металл Na	Оксиды CuO Ag_2O	Гидроксид ед. меди $Cu(OH)_2$	Окисление $KMnO_4$
Алканы C_nH_{2n+2}	-	+	+ Замещение	-	-	-	+ Замещение	-	-	-	-	-	-	-	-
Циклоалканы C_nH_{2n}	(+) для малых (-) для больших	+	+	-	(+) для малых (-) для больших	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Только самый простой (с трудом)
Алкены C_nH_{2n}	+ Присоед.	+	+ Присоед.	+ Присоед.	+ Присоед.	+ Присоед.	-	-	+ Присоед.	-	-	-	-	-	+ ОВР
Алкины C_nH_{2n-2}	+ Присоед.	-	+ Присоед.	+ Присоед.	+ Присоед.	+ Присоед.	-	-	-	-	-	+ Замещ.	с Ag_2O + Замещ.	-	+ ОВР
Алкадиены C_nH_{2n-2}	+ Присоед.	-	+ Присоед.	+ Присоед.	+ Присоед.	+ Присоед.	-	-	-	-	-	-	-	-	+ ОВР
Арены (БЕНЗОЛ) C_6H_6	+	-	+ Замещ. + Присоед.	-	-	-	+ Замещение	-	-	-	-	-	-	-	-
Арены (ТОЛУОЛ, кумол, ксилол) C_nH_{2n-6}	+	-	+ Замещ. + Присоед.	-	-	-	+ Замещение	-	-	-	-	-	-	-	+ ОВР
Стирол C_nH_{2n-8}	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+ ОВР
Галоген-производные $C_nH_{2n+1}Г$	-	-	дальнейшее галогенирование	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-