

**Алканы – строение, химические свойства.**

**Типы реакций в органических соединениях.**

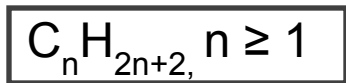
**Гибридизация.**

# Алканы

**Алканы** (парафины) - нециклические углеводороды, в молекулах которых все связи одинарные.

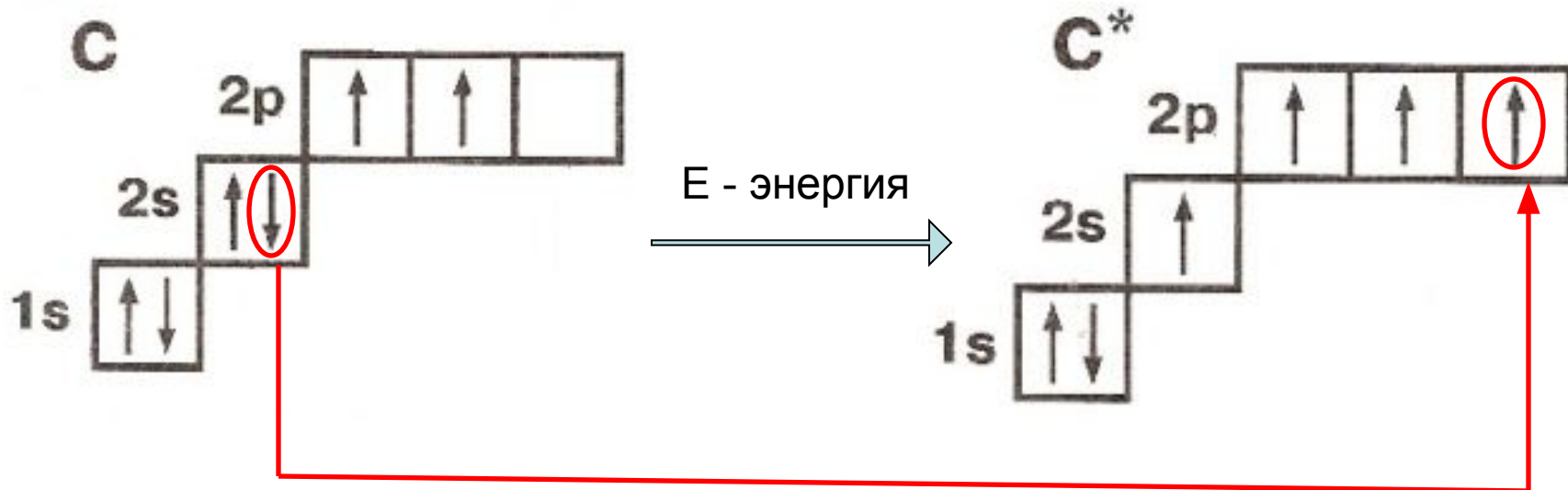
Простейшие представители:  $\text{CH}_4$  Метан  $\text{C}_2\text{H}_6$  Этан

Общая формула



**Гомологи** (др.-греч. ὁμοιος «подобный, похожий» + λόγος «слово, закон») — ряд химических соединений схожих свойств, отличающихся друг от друга по составу на определённое число повторяющихся структурных единиц — так называемую гомологическую разность –  $\text{CH}_2$

# Основная/возбуждённая электронная конфигурация



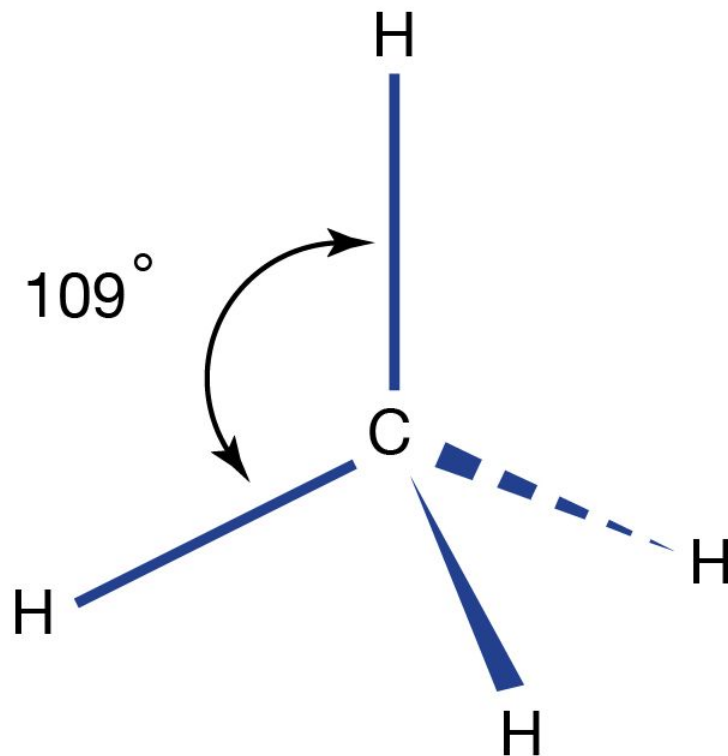
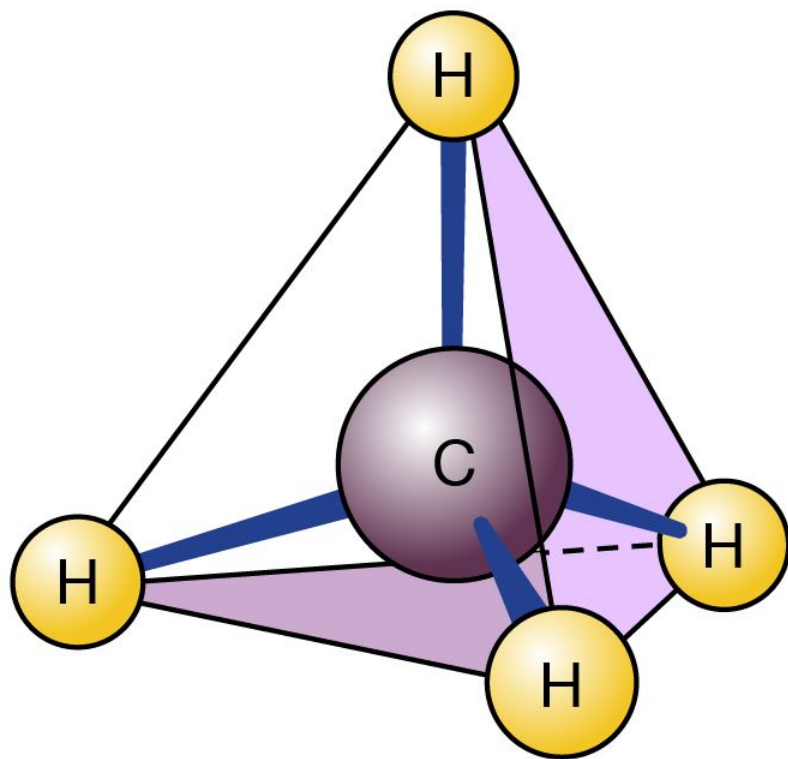
Основная электронная конфигурация.

Валентность = 2(3)

Углерод в возбуждённой электронной конфигурации.

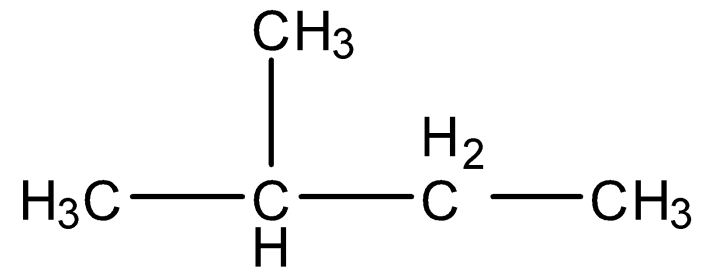
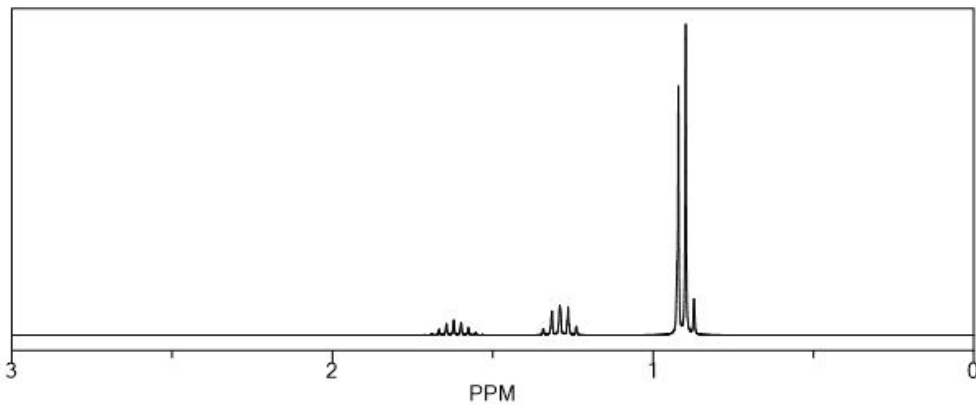
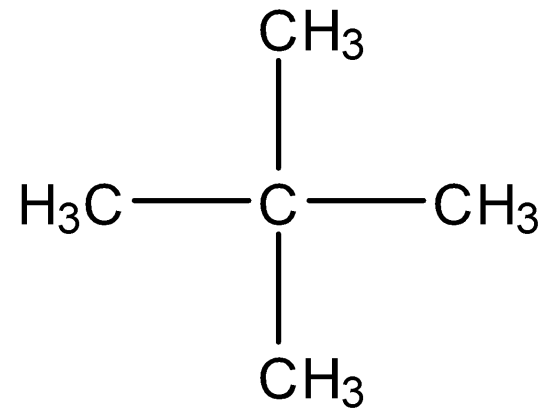
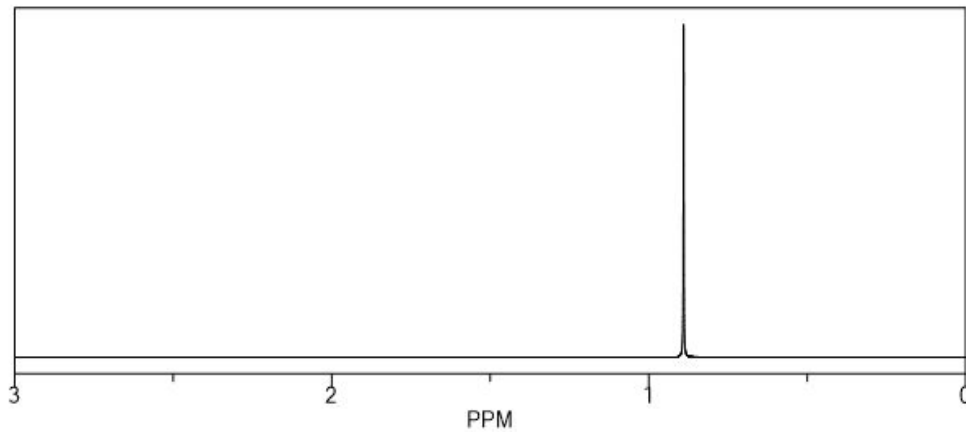
Валентность = 4

# Метан - строение

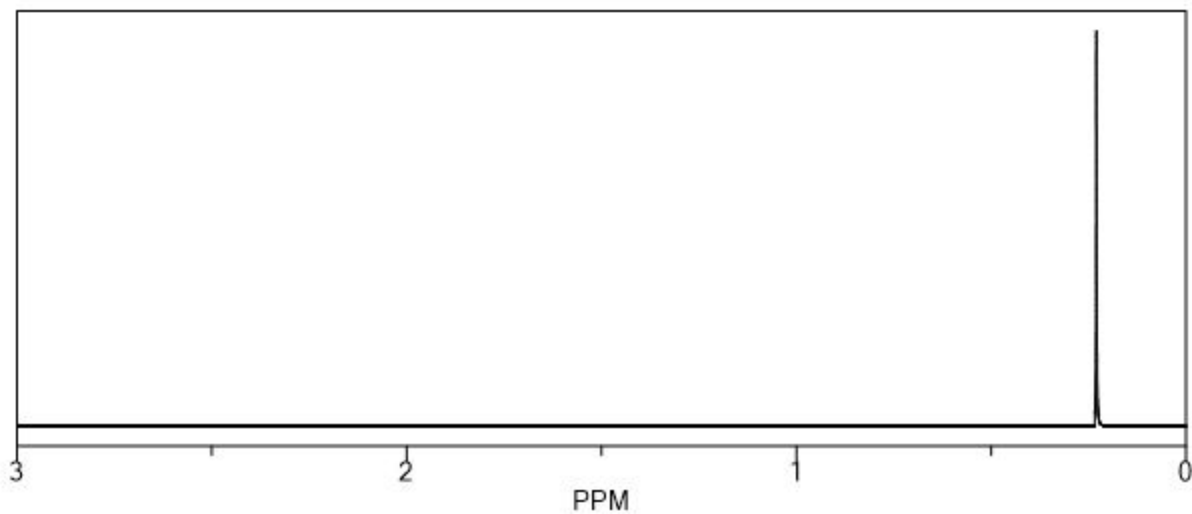


Симметричен!

# Доказательство строения – ЯМР - спектроскопия



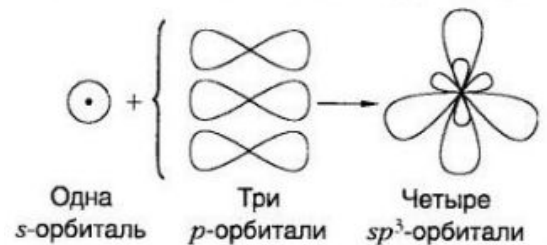
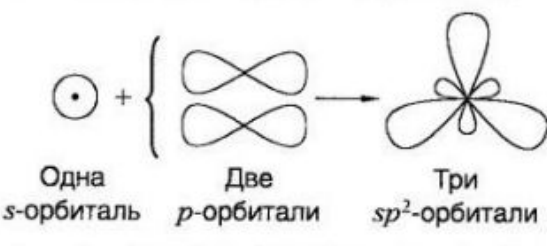
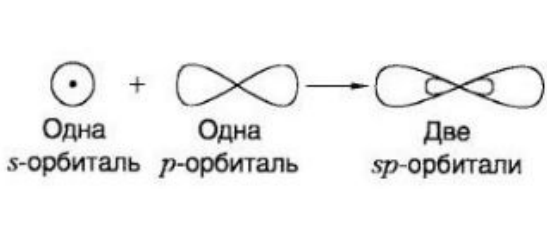
# Доказательство строения – ЯМР - спектроскопия



CH<sub>4</sub> Метан

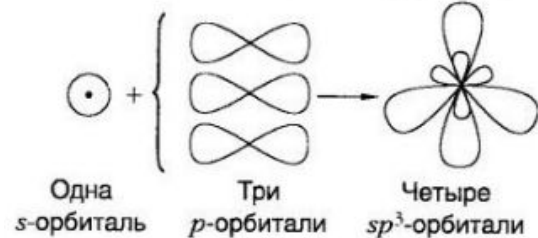
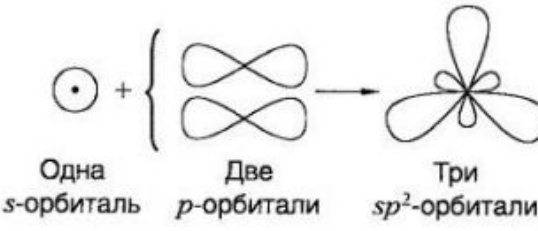
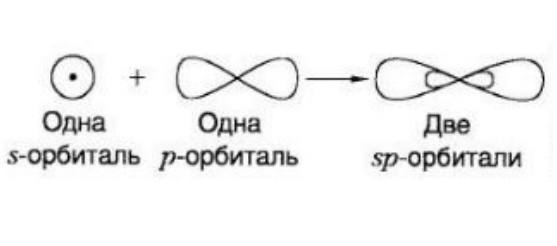
# Гибридизация

**Гибридизация** – выравнивание орбиталей по форме и энергии при образовании химической связи

Тип гибридизации	Схема образования гибридных орбиталей	Сколько, какие связи образуются	Форма молекулы	Валентные углы	Длина связи
$sp^3$	 <p>Одна <math>s</math>-орбиталь + Три <math>p</math>-орбитали → Четыре <math>sp^3</math>-орбитали</p>	4- $\sigma$	тетраэдр	$109^\circ$	C-C 0,154 нм
$sp^2$	 <p>Одна <math>s</math>-орбиталь + Две <math>p</math>-орбитали → Три <math>sp^2</math>-орбитали</p>	3- $\sigma$ 1- $\pi$	плоская тригональная	$120^\circ$	C=C 0,134 нм
$sp$	 <p>Одна <math>s</math>-орбиталь + Одна <math>p</math>-орбиталь → Две <math>sp</math>-орбитали</p>	2- $\sigma$ 2- $\pi$	линейная	$180^\circ$	C $\equiv$ C 0,120 нм

# ВЫУЧИТЬ!!!

**Гибридизация** – выравнивание орбиталей по форме и энергии при образовании химической связи

Тип гибридизации	Схема образования гибридных орбиталей	Сколько, какие связи образуются	Форма молекулы	Валентные углы	Длина связи
$sp^3$	 <p>Одна <math>s</math>-орбиталь + Три <math>p</math>-орбитали → Четыре <math>sp^3</math>-орбитали</p>	4- $\sigma$	тетраэдр	$109^\circ$	C-C 0,154 нм
$sp^2$	 <p>Одна <math>s</math>-орбиталь + Две <math>p</math>-орбитали → Три <math>sp^2</math>-орбитали</p>	3- $\sigma$ 1- $\pi$	плоская тригональная	$120^\circ$	C=C 0,134 нм
$sp$	 <p>Одна <math>s</math>-орбиталь + Одна <math>p</math>-орбиталь → Две <math>sp</math>-орбитали</p>	2- $\sigma$ 2- $\pi$	линейная	$180^\circ$	C $\equiv$ C 0,120 нм



# Номенклатура алканов

1. Выбрать в структурной цепи наиболее длинную цепь атомов

Состав	Название	Радикал	Название
$\text{CH}_4$	метан	$-\text{CH}_3$	метил
$\text{C}_2\text{H}_6$	этан	$-\text{C}_2\text{H}_5$	этил
$\text{C}_3\text{H}_8$	пропан	$-\text{C}_3\text{H}_7$	пропил
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	бутан	$-\text{C}_4\text{H}_9$	бутил
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	пентан	$-\text{C}_5\text{H}_{11}$	пентил
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	гексан	$-\text{C}_6\text{H}_{13}$	гексил
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	гептан	$-\text{C}_7\text{H}_{15}$	гептил
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	октан	$-\text{C}_8\text{H}_{17}$	октил
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	нонан	$-\text{C}_9\text{H}_{19}$	нонил
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	декан	$-\text{C}_{10}\text{H}_{21}$	децил

# ВЫУЧИТЬ!!!

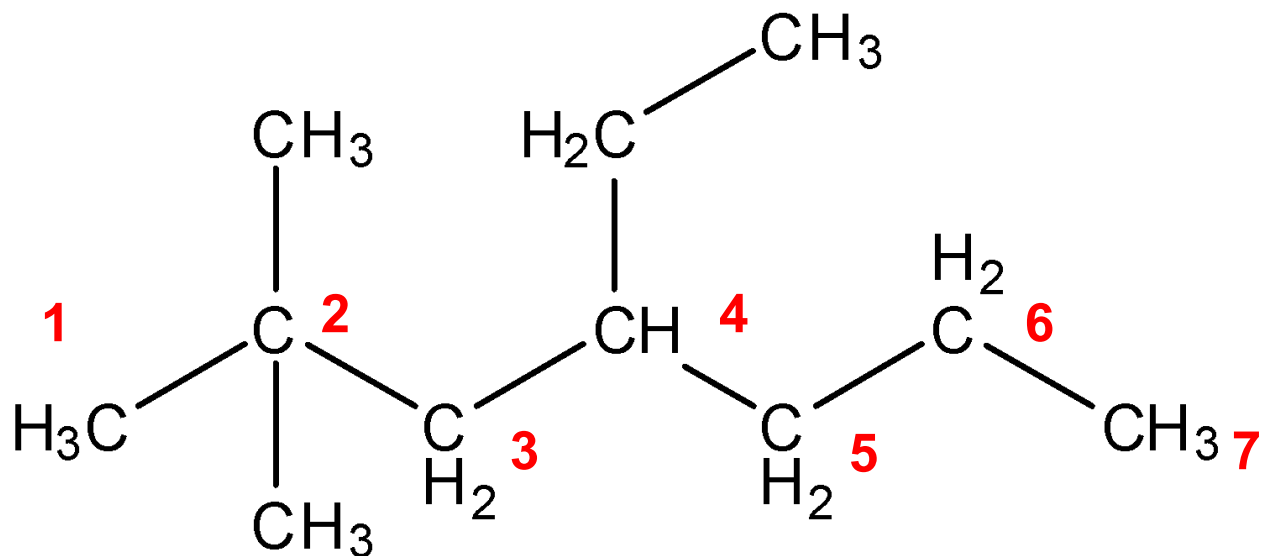
Состав	Название	Радикал	Название
$\text{CH}_4$	метан	$-\text{CH}_3$	метил
$\text{C}_2\text{H}_6$	этан	$-\text{C}_2\text{H}_5$	этил
$\text{C}_3\text{H}_8$	пропан	$-\text{C}_3\text{H}_7$	пропил
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	бутан	$-\text{C}_4\text{H}_9$	бутил
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	пентан	$-\text{C}_5\text{H}_{11}$	пентил
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	гексан	$-\text{C}_6\text{H}_{13}$	гексил
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	гептан	$-\text{C}_7\text{H}_{15}$	гептил
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	октан	$-\text{C}_8\text{H}_{17}$	октил
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	нонан	$-\text{C}_9\text{H}_{19}$	нонил
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	декан	$-\text{C}_{10}\text{H}_{21}$	децил

# ВЫУЧИТЬ!!!

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	Пропан	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$	Пропил
		$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH-} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$	Изопропил
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	Бутан	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$	Бутил
		$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\   \end{array}$	Вторичный бутил (втор-бутил)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Изобутан	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Изобутил
		$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Третичный бутил (трет-бутил)

# Номенклатура алканов

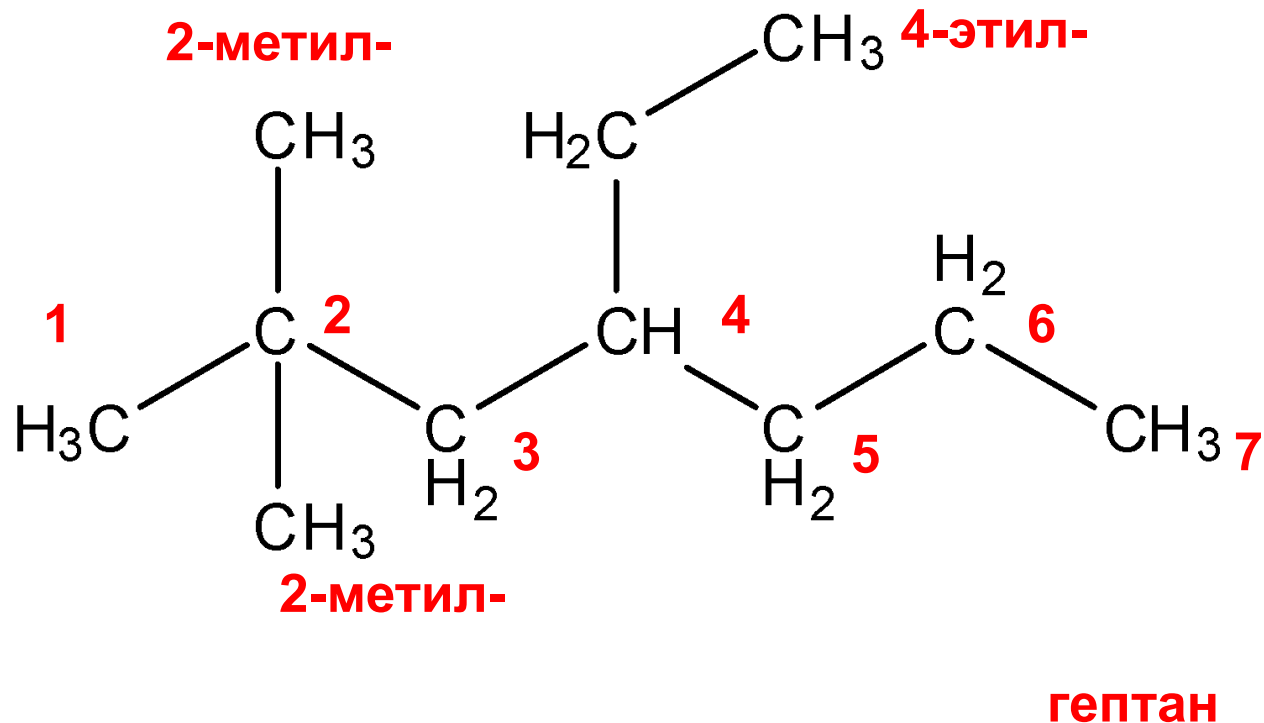
1. Выбрать наиболее длинную углеродную цепь
2. Пронумеровать атомы углерода в выбранной цепи с того конца, к которому ближе находится заместитель.



**гептан**

# Номенклатура алканов

3. Дать название радикалам. Перед ним ставят номер атома в углеродной цепи, у которого он находится, затем, через дефис – название радикала



# Номенклатура алканов

4. Перечисляют радикалы в алфавитном порядке.

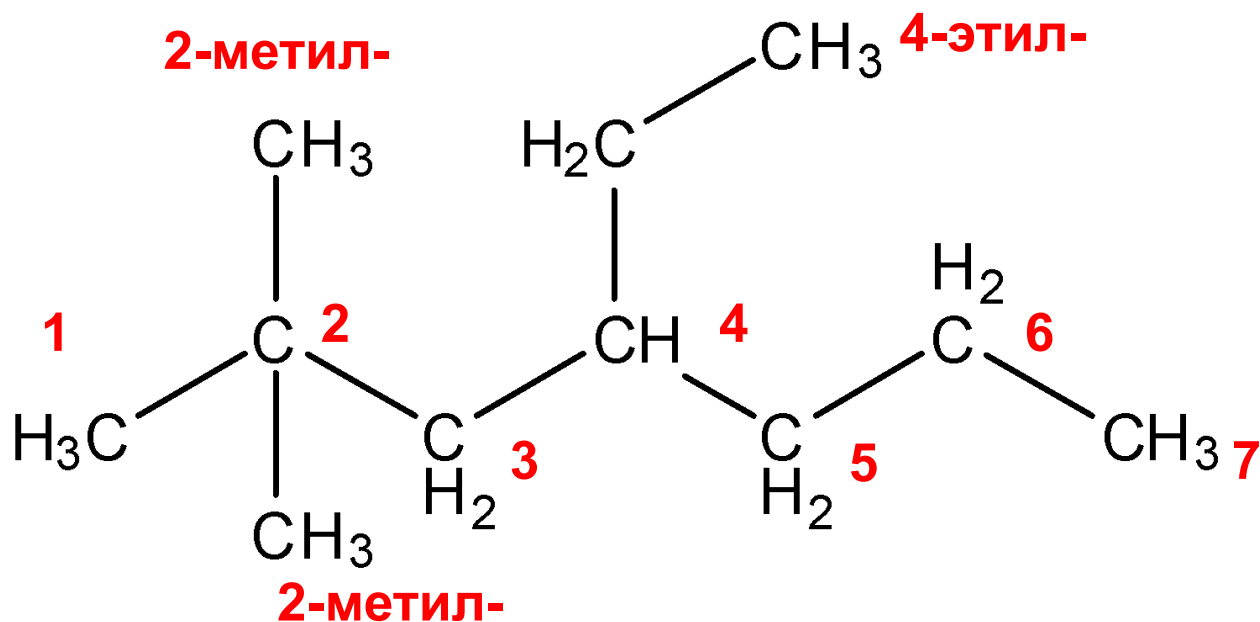
Если в формуле встречаются одинаковые радикалы, то сначала через запятые перечисляют цифрами местоположения разветвлений, затем их количество и названия. Количество одинаковых радикалов обозначается греческими числительными

«ди» (два)

«три» (три)

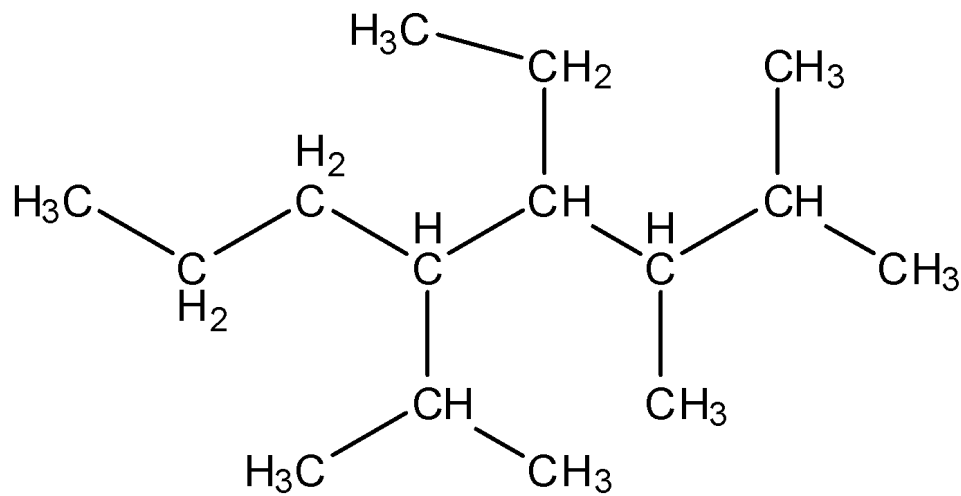
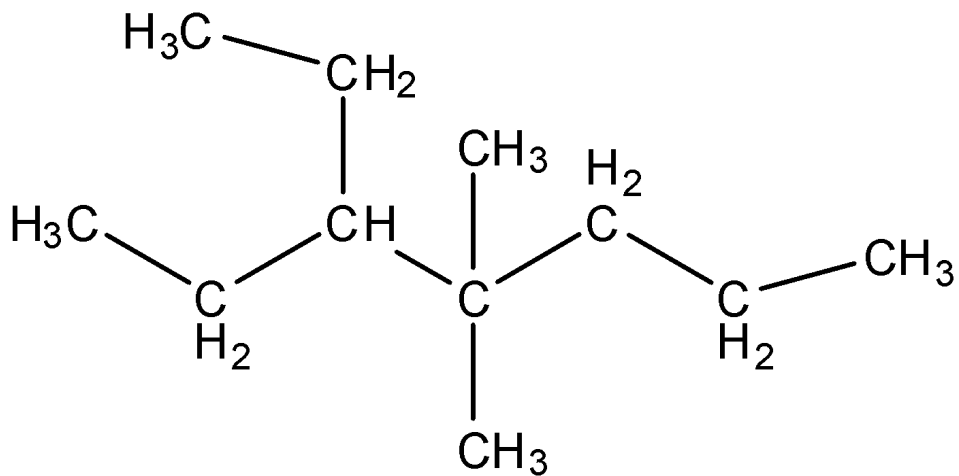
«тетра» (4)

«пента» (5)

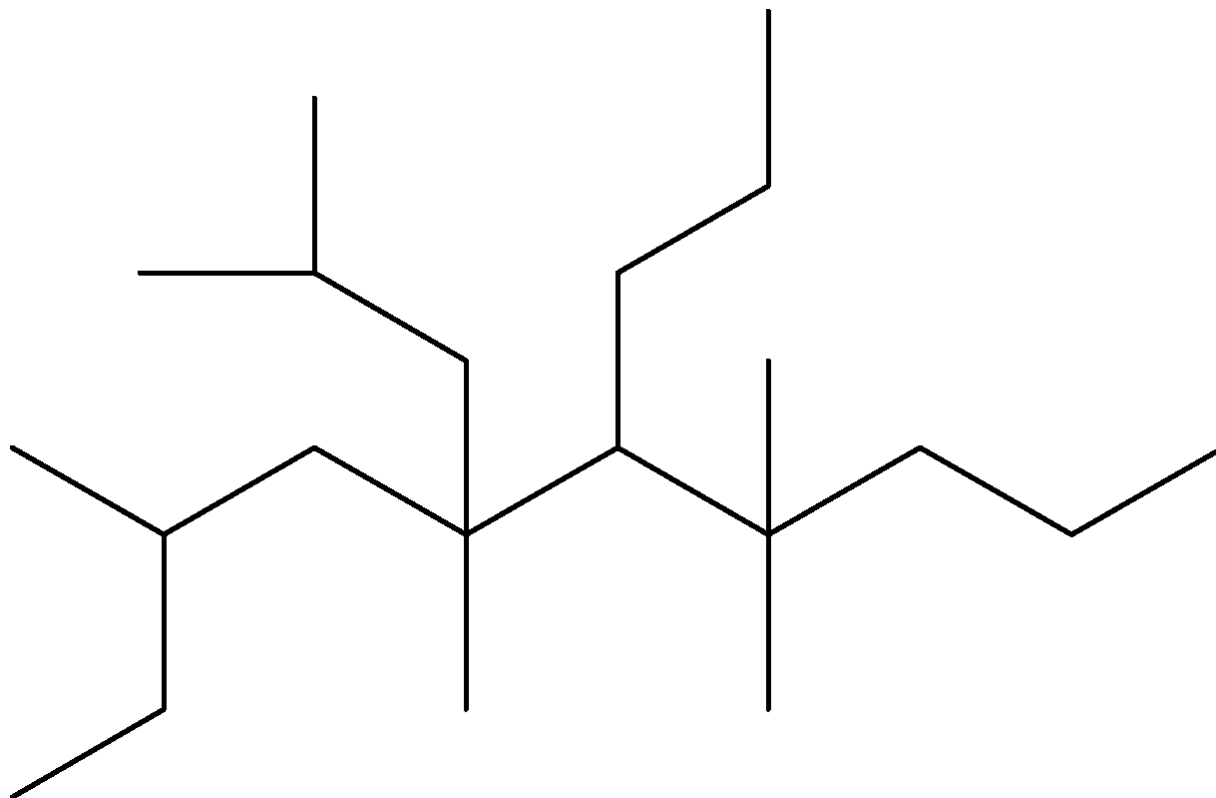


**2,2 - диметил – 4 - этилгептан**

# Номенклатура алканов

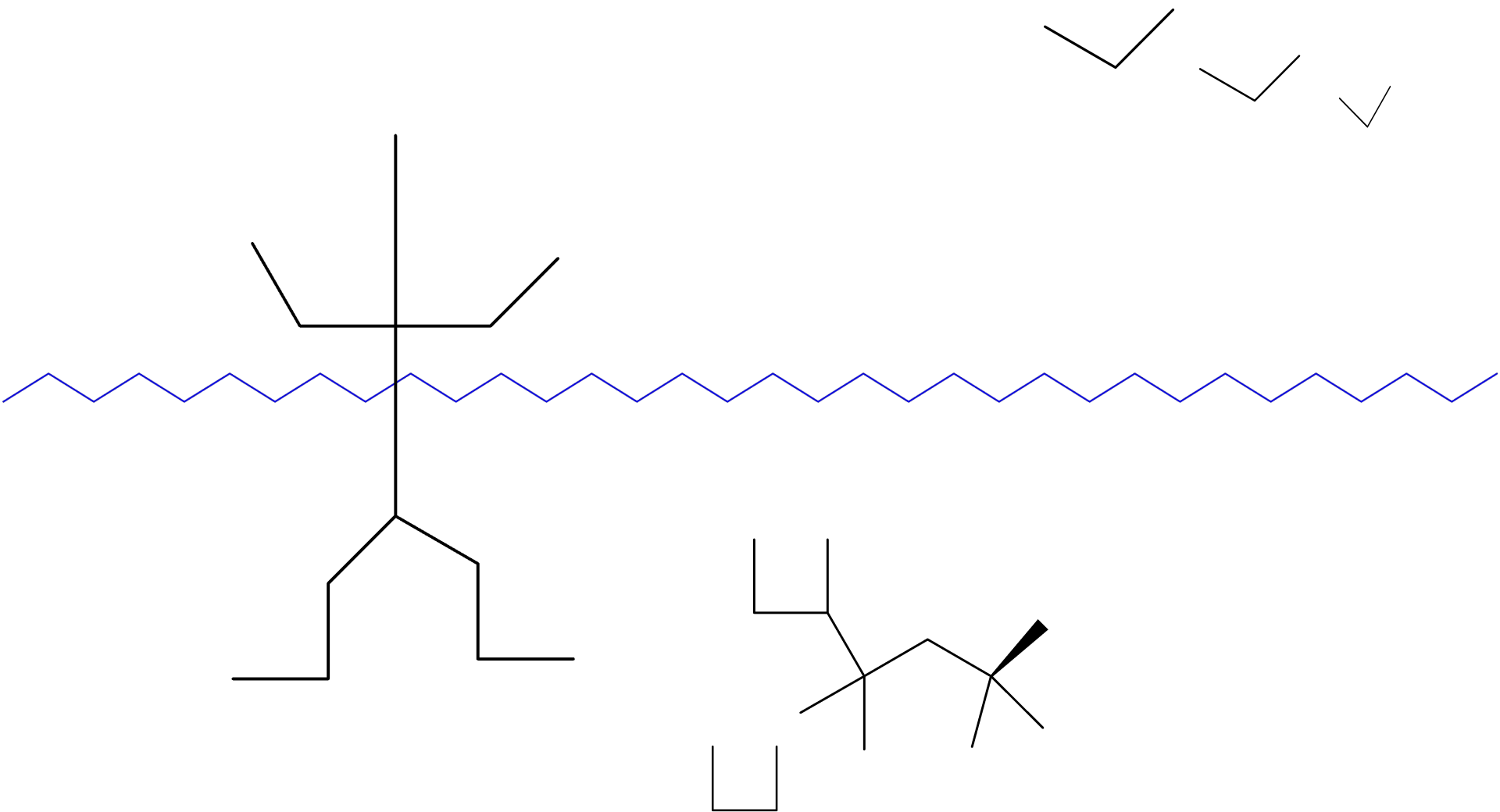


# Номенклатура алканов



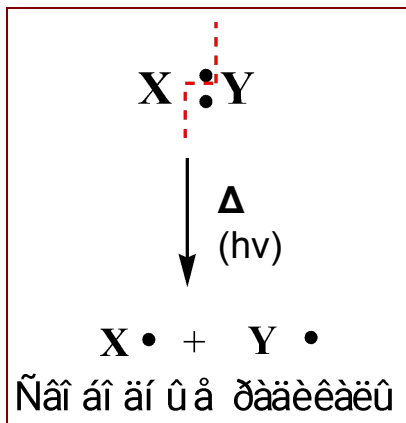


# Бытовая трагедия: «Человек у моря, кошка и пустая миска»



# Механизмы разрыва ковалентной связи

## Гомолитический

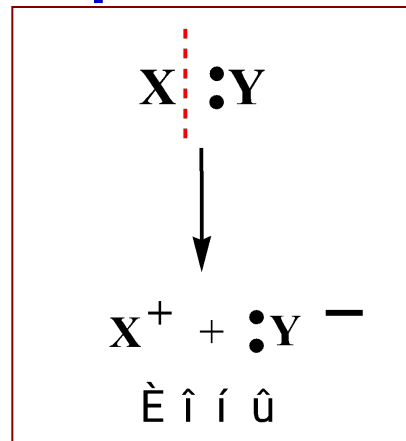


$S_R$

$Ad_R$

S – англ. *substitution* –  
замещение  
A – англ. *addition* –  
присоединение

## Гетеролитический



$X^+$  – электрофил

$Y^-$  – нуклеофил

$S_E$

$S_N$

$Ad_E$

$Ad_N$

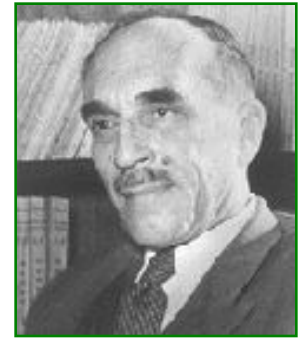
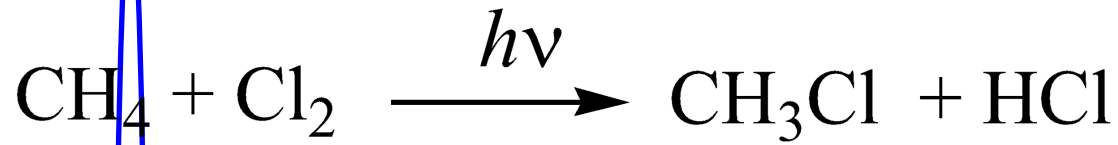
# Электроотрицательность элементов по Полингу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>H</b> 2.2																	He
Li 1.0	Be 1.6											B 2.0	<b>C</b> 2.5	N 3.0	O 3.4	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.3											Al 1.6	Si 1.9	P 2.2	S 2.6	Cl 3.1	Ar

Алканы - радикальное замещение



# Галогенирование



Н.Н.  
Семенов  
(1896-1986)

**1956 г.** -

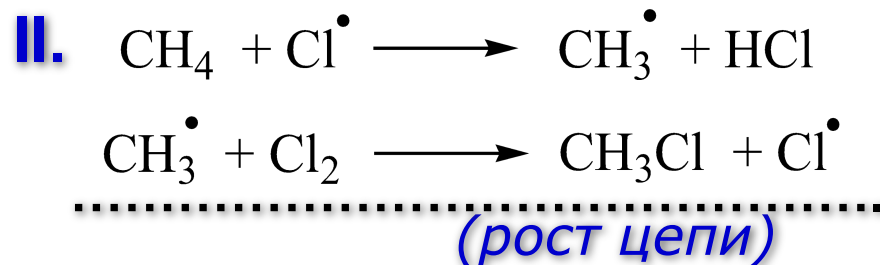
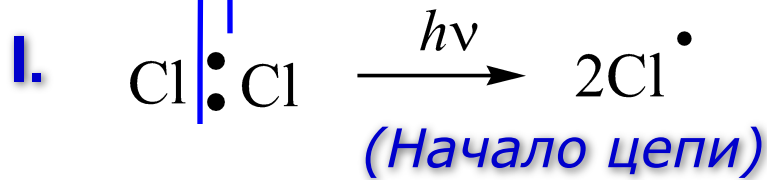
Н.Н. Семенов,  
С. Хиншельвуд

Нобелевская

премия по химии

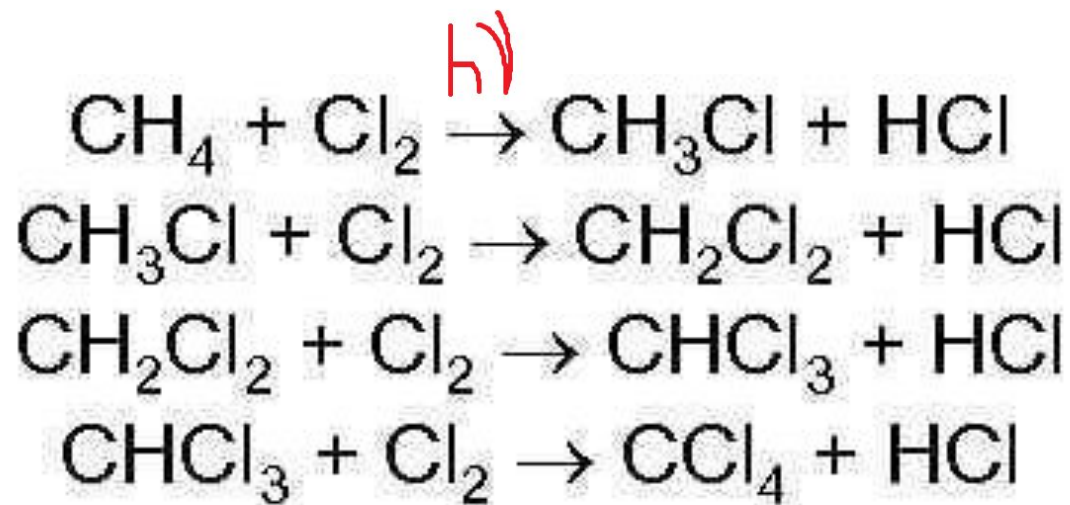
«за исследования  
в области механизма  
химических реакций»

## Механизм реакции замещения



Примеси: этан  
дихлорметан

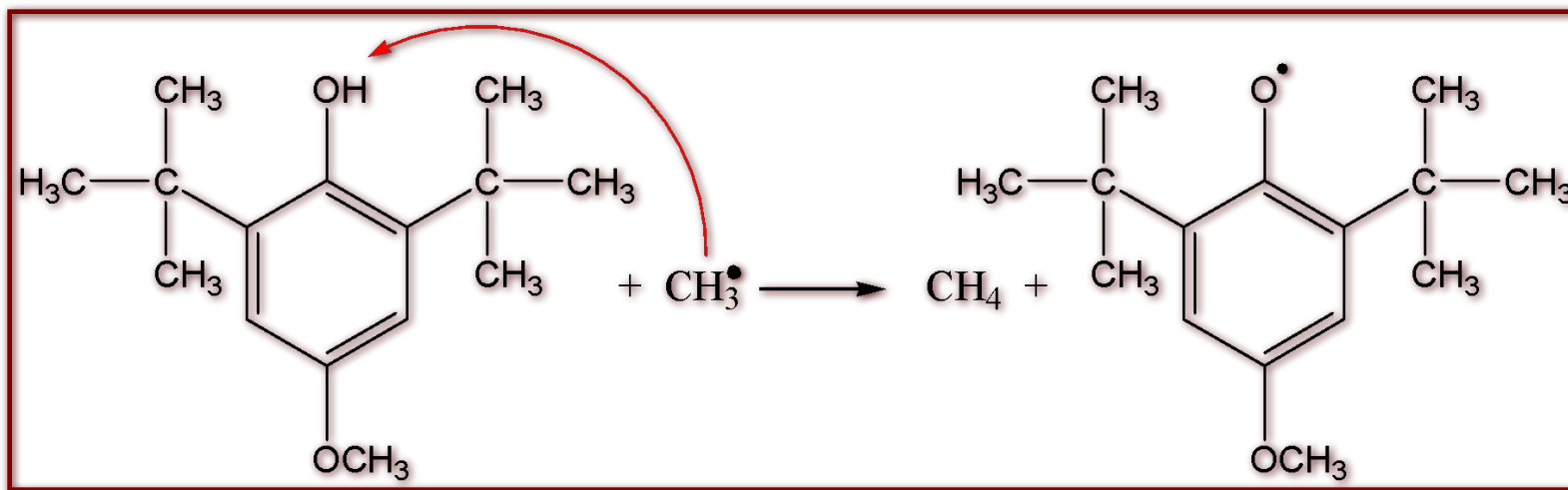
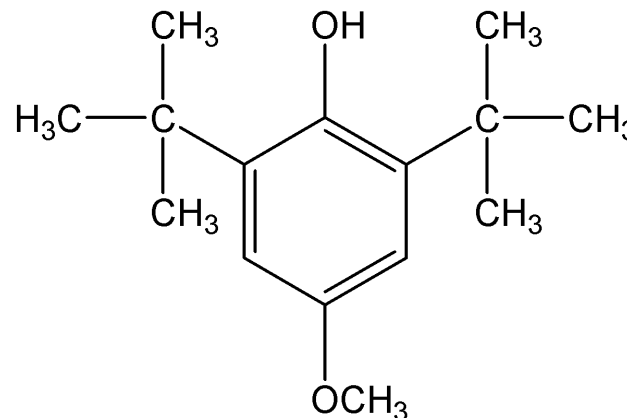
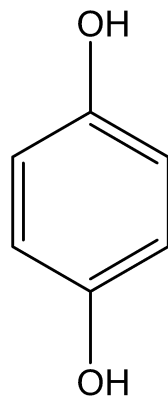
# Галогенирование. Полигалогеналканы



# Ингибиторы радикальных реакций

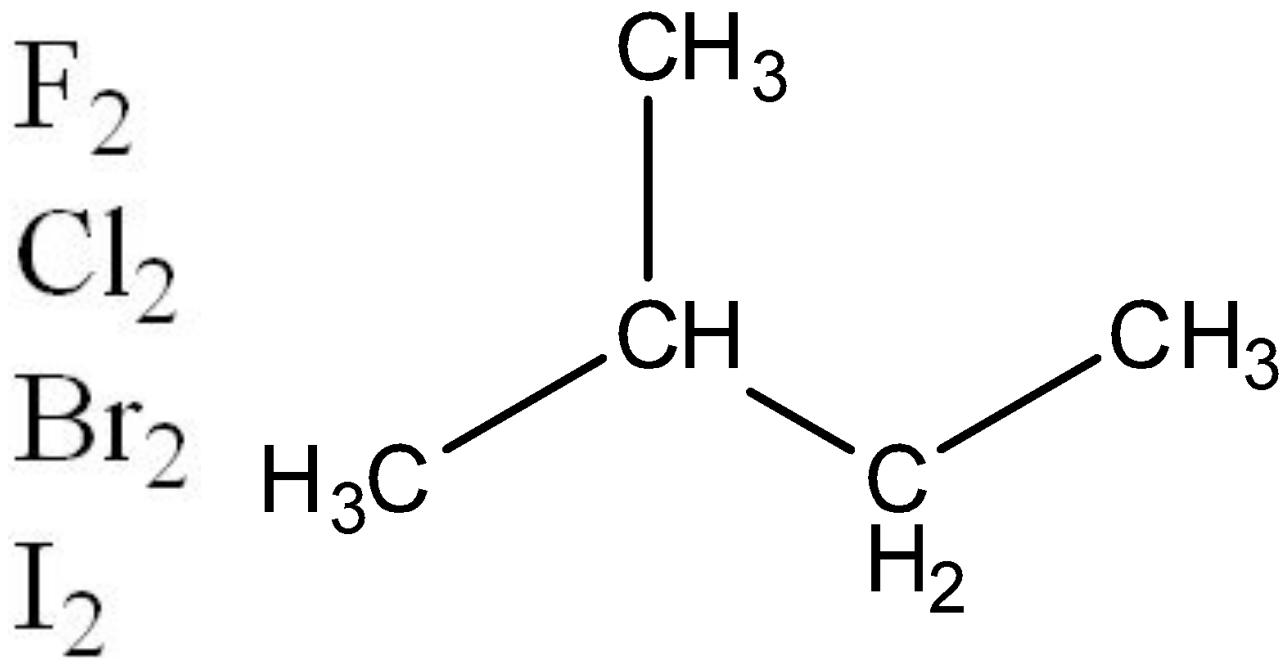
$J_2$

NO

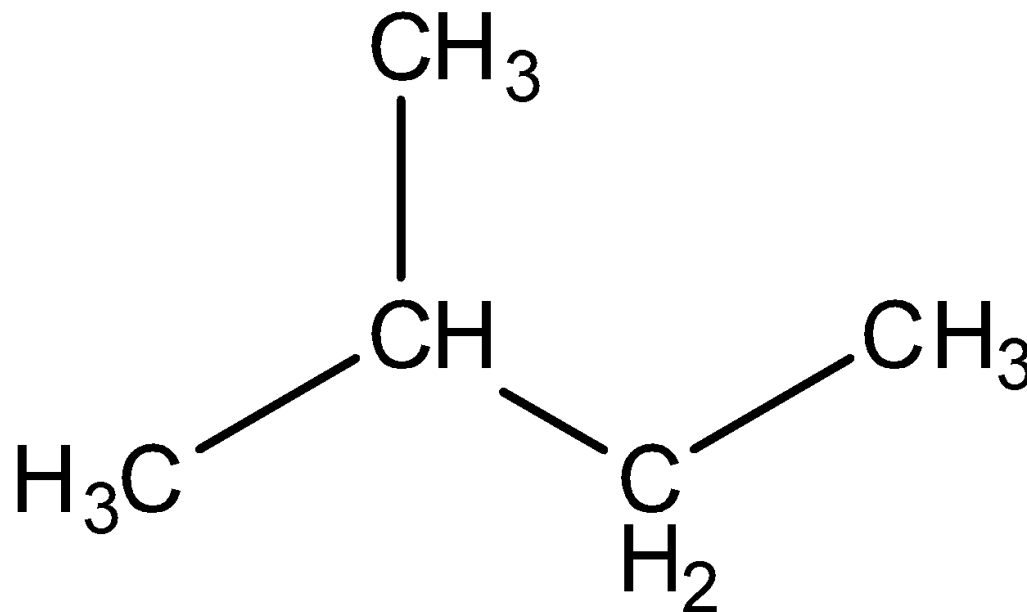
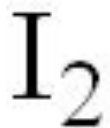
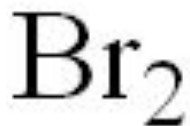
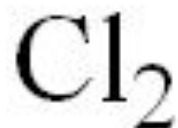


(от лат. *inhibeo* -  
удерживаю)

# Галогенирование. Реагенты

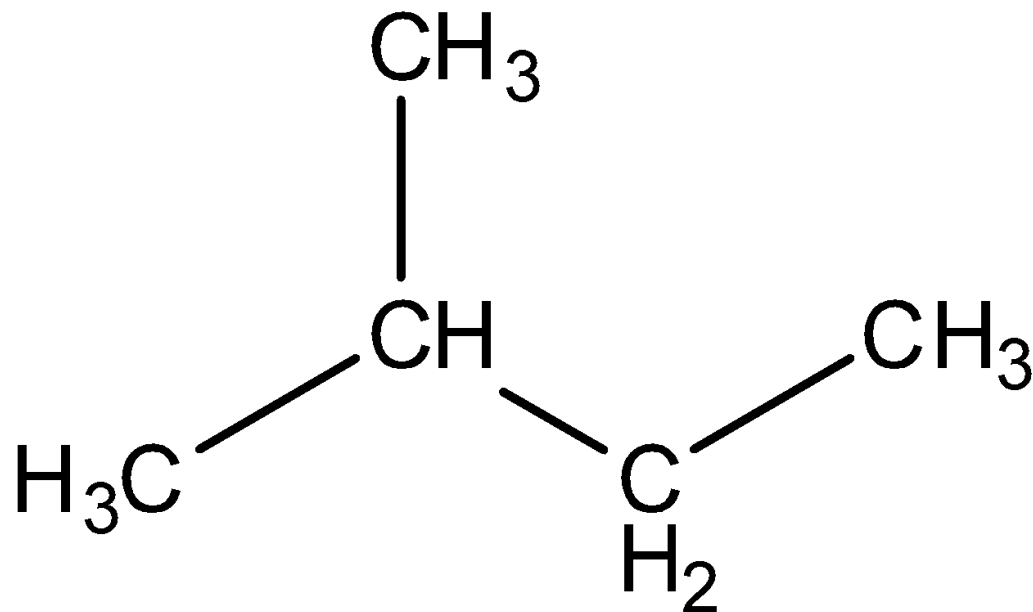
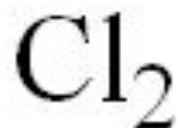


# Галогенирование. Реагенты

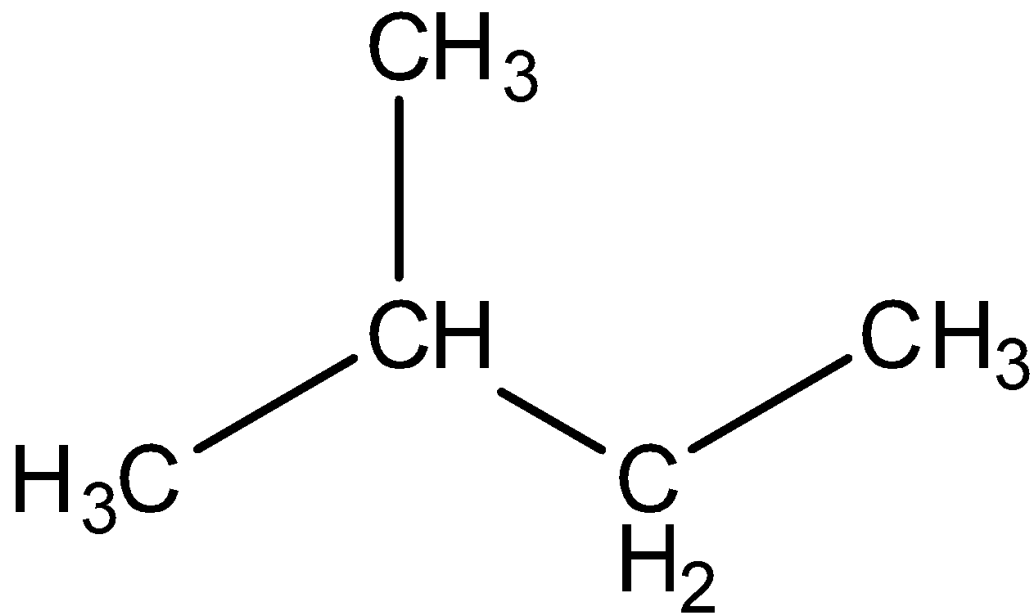




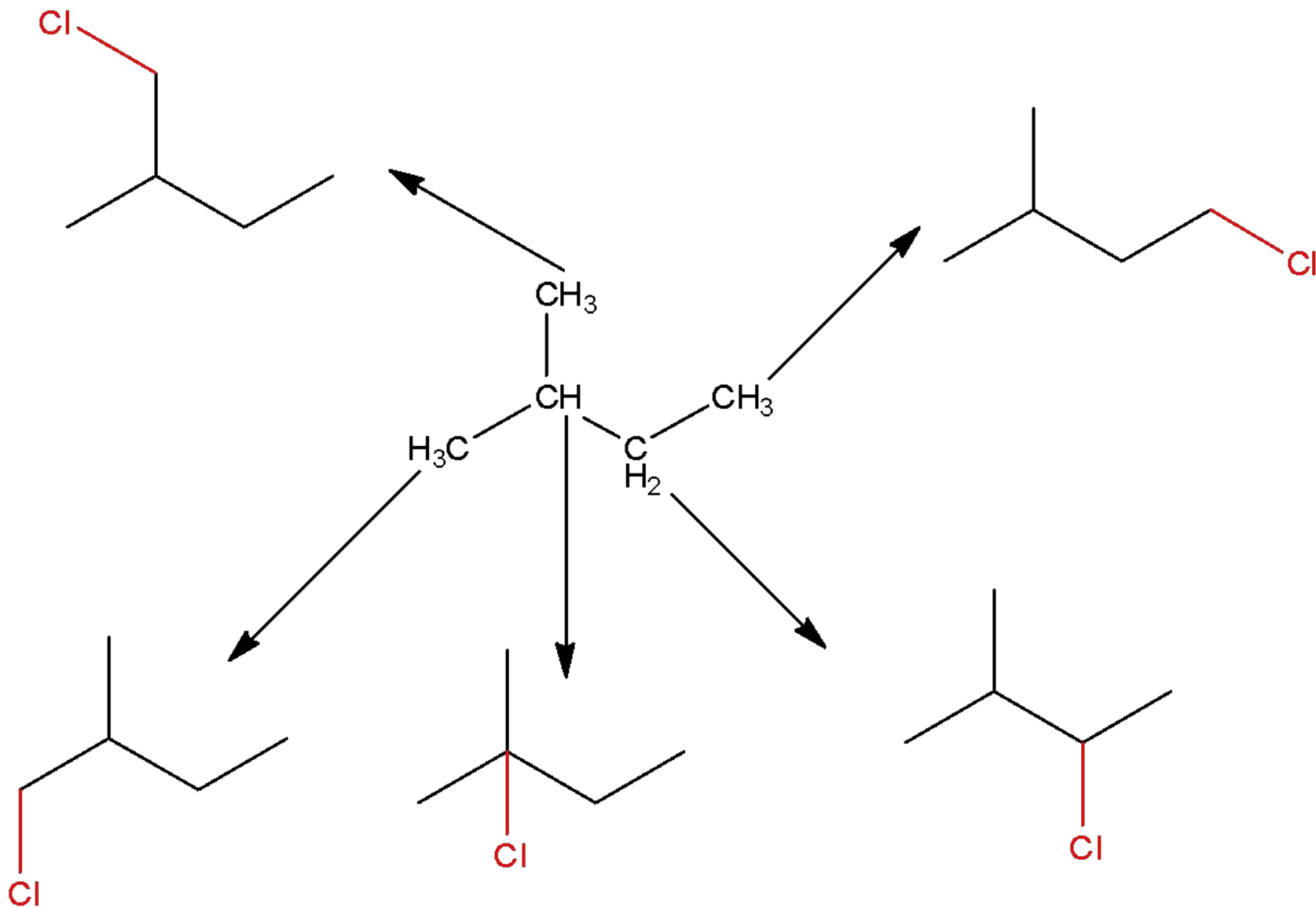
# Галогенирование. Реагенты



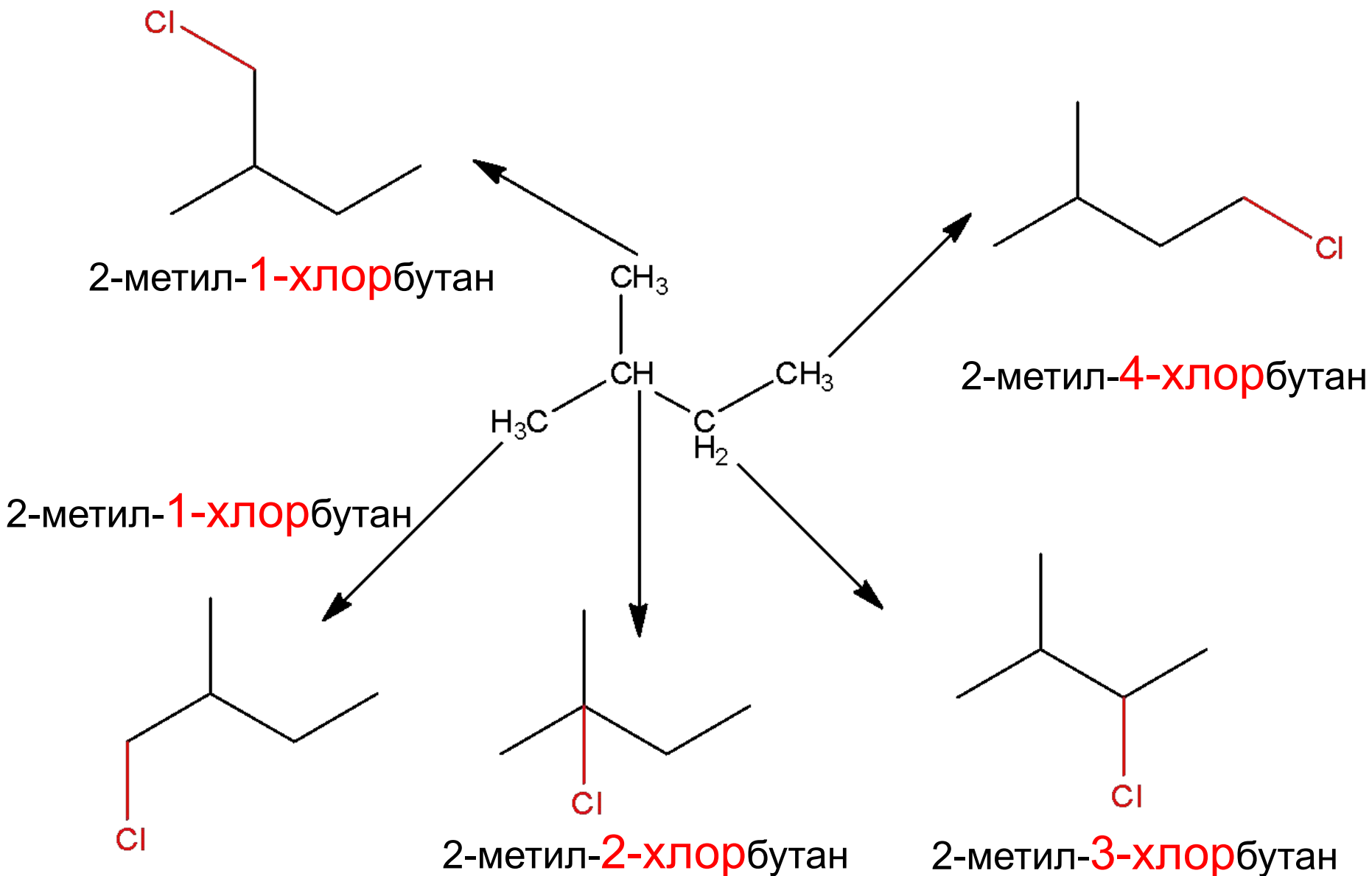
# Неэквивалентные атомы водорода



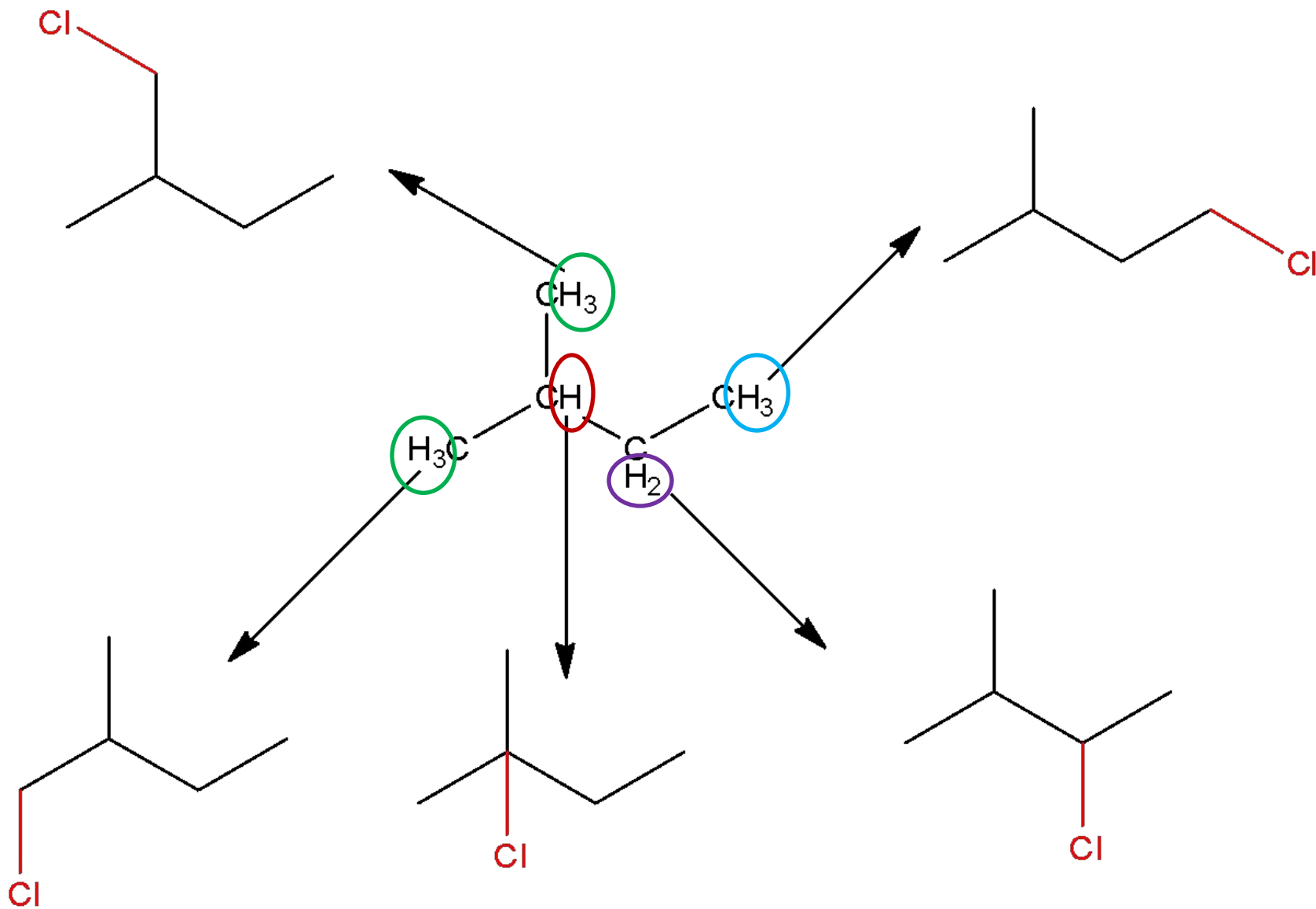
# Неэквивалентные атомы водорода



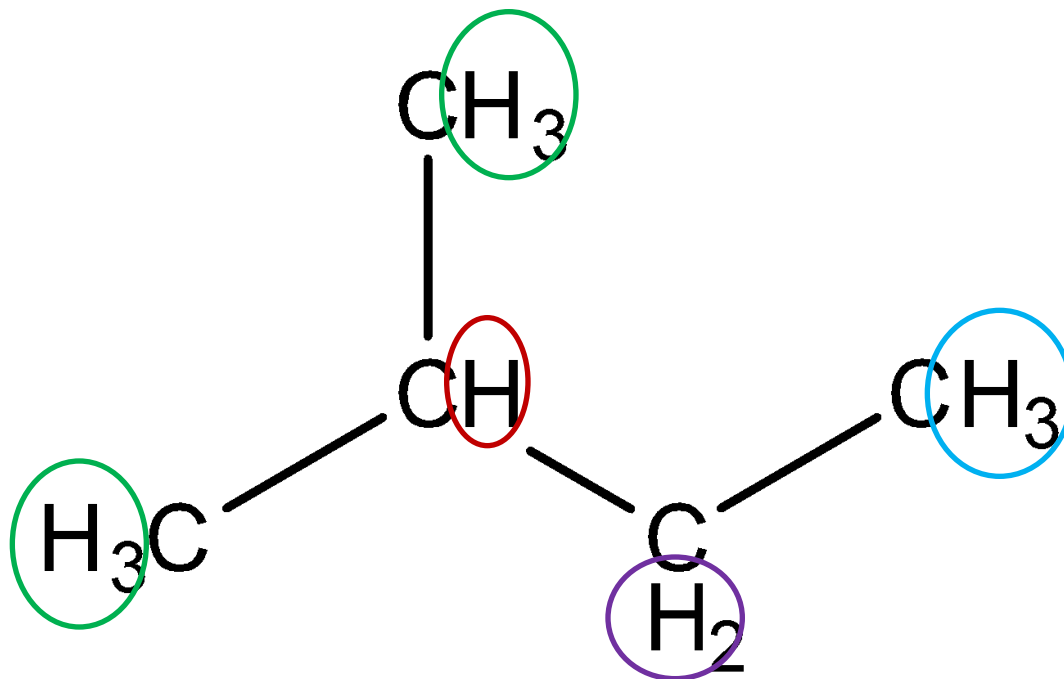
# Неэквивалентные атомы водорода



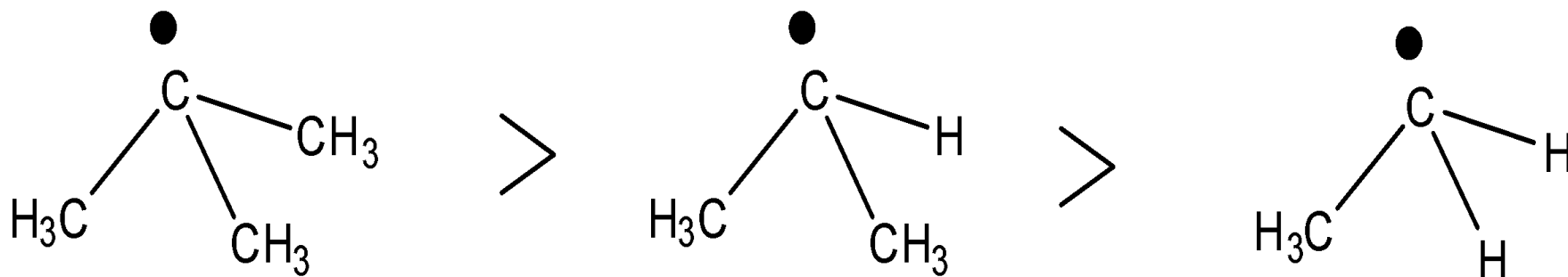
# Неэквивалентные атомы водорода



# Неэквивалентные атомы водорода



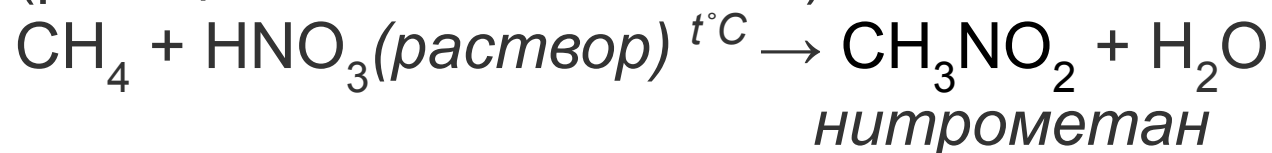
# Галогенирование. Ряд стабильности радикалов.



Третичный – вторичный – первичный

## 2) Нитрование

(реакция М.И. Коновалова)

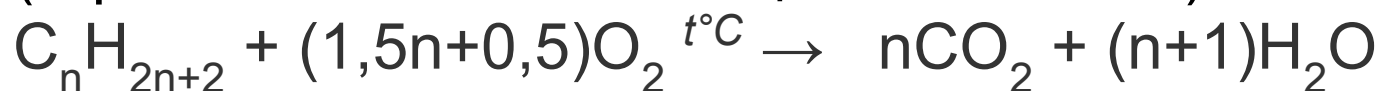


3) Конверсия метана водяным паром с образованием синтез – газа (CO + H<sub>2</sub>)



## 4) Реакции горения

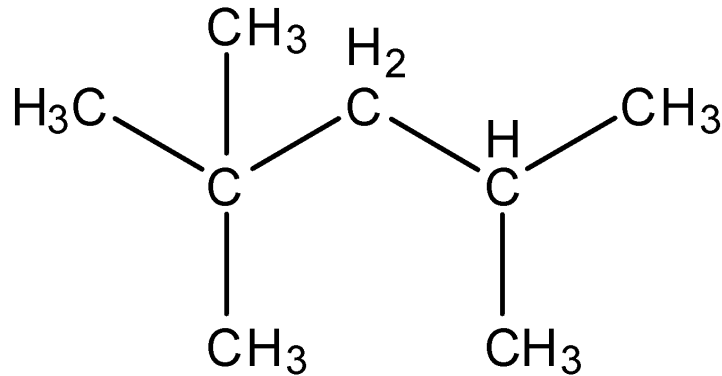
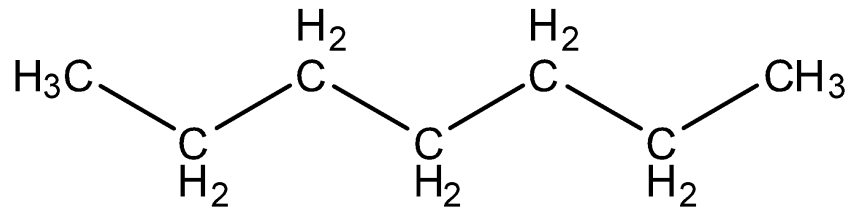
(горят светлым не коптящим пламенем)





# Октановое число

**н-гептан, октановое число = 0**



**ИЗООКТАН, октановое число = 100**



Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ru,  
Co, Ni

Реакция Фишера-Тропша  
**СИНТИН**  
(синтетический бензин)

Ru, 1000 атм, 150<sup>0</sup>С

**ПАРАФИНЫ**

ThO<sub>2</sub>, 600 атм, 450<sup>0</sup> С

**ИЗОПАРАФИНЫ**

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 30 атм, 500<sup>0</sup> С

**ТОЛУОЛ,  
КСИЛОЛЫ**

Fe, 2000 атм, 175<sup>0</sup> С

**ВЫСШИЕ  
СПИРТЫ**

ZnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 250 атм, 280<sup>0</sup> С

**CH<sub>3</sub>OH**

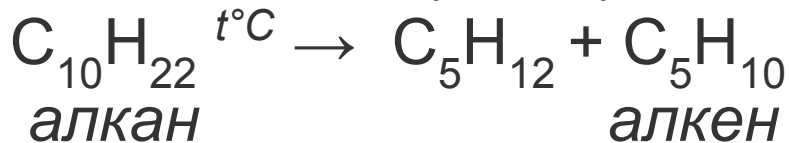
**5) Неполный пиролиз метана при**  
нагревании до 1500 С происходит  
образование ацетилена и водорода:



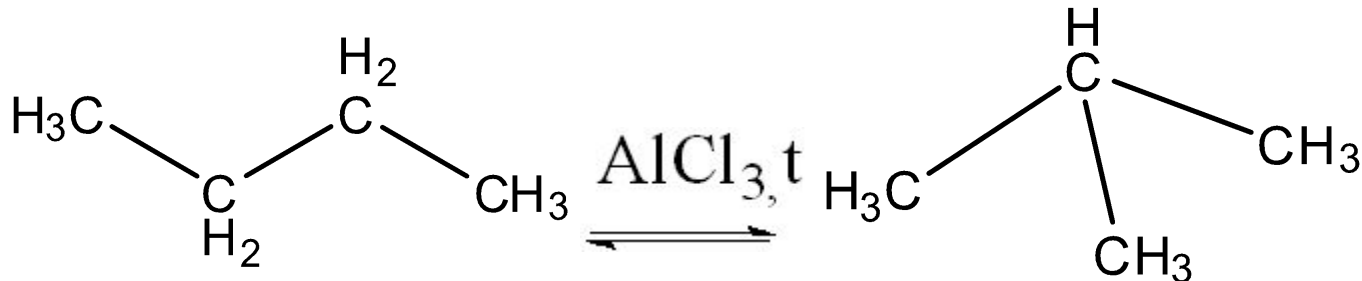
**6) Дегидрирование**



**7) Крекинг** \_при температуре 700-1000°C  
разрываются (-C-C-) связи:



**8) Изомеризация**



ПОЛУЧЕНИЕ

# Нефть, природный газ

## Физические свойства алканов

Формула алкана	Название	$t_{пл.}^{\circ C}$	$t_{кип.}^{\circ C}$	Агрегатное состояние (н.у.)
$CH_4$	метан	-182,5	-161,5	газы
$C_2H_6$	этан	-182,8	-88,6	
$C_3H_8$	пропан	-187,7	-42	
$C_4H_{10}$	бутан	-138,3	-0,5	
$C_5H_{12}$	пентан	-129,7	+36,1	жидкости
$C_6H_{14}$	гексан	-95,3	68,7	
$C_7H_{16}$	гептан	-90,6	98,4	
$C_8H_{18}$	октан	-56,8	124,7	
$C_9H_{20}$	нонан	-53,7	150,8	
$C_{10}H_{22}$	декан	-29,6	174,0	
...				
$C_{20}H_{42}$	эйкозан	36,8	342,7	твердые

# Нефть, природный газ

## Физические свойства алканов

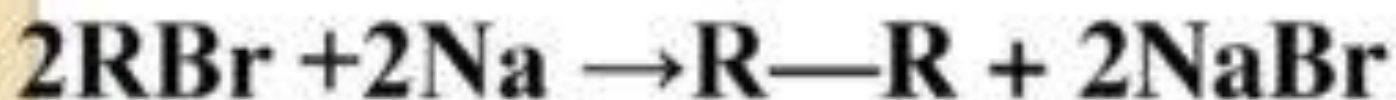
Формула алкана	Название	$t_{пл.}^{\circ}C$	$t_{кип.}^{\circ}C$	Агрегатное состояние (н.у.)
$CH_4$	метан	-182,5	-161,5	газы
$C_2H_6$	этан	-182,8	-88,6	
$C_3H_8$	пропан	-187,7	-42	
$C_4H_{10}$	бутан	-138,3	-0,5	
$C_5H_{12}$	пентан	-129,7	+36,1	жидкости
$C_6H_{14}$	гексан	-95,3	68,7	
$C_7H_{16}$	гептан	-90,6	98,4	
$C_8H_{18}$	октан	-56,8	124,7	
$C_9H_{20}$	нонан	-53,7	150,8	
$C_{10}H_{22}$	декан	-29,6	174,0	
...				
$C_{20}H_{42}$	эйкозан	36,8	342,7	

Природный газ  $CH_4 - C_4H_{10}$

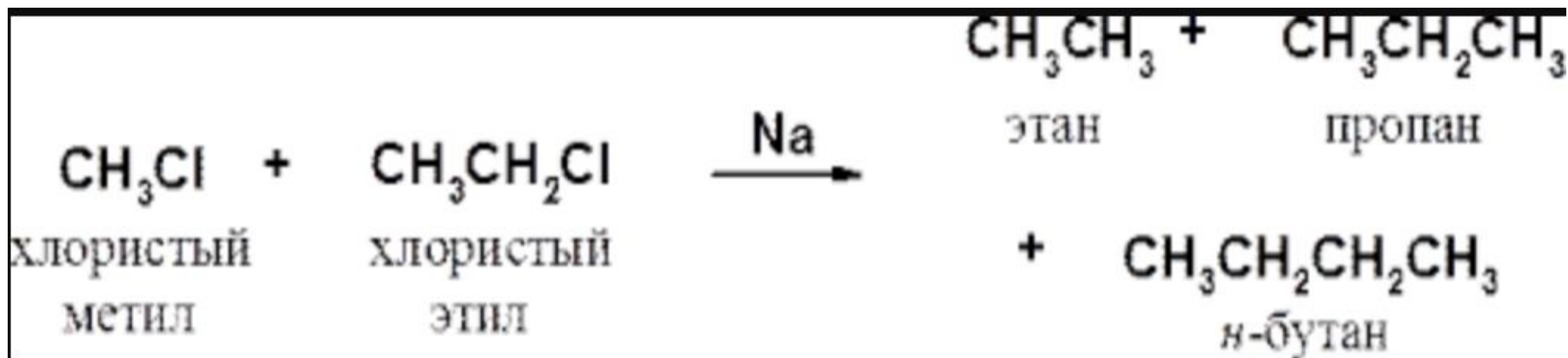
Нефть  $C_5H_{12} - C_{30}H_{62}$

## Реакция Вюрца

Это удвоение цепочки углеводорода под действием металлического натрия на галогенопроизводные



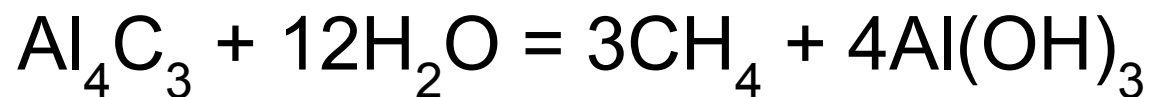
# Реакция Вюрца



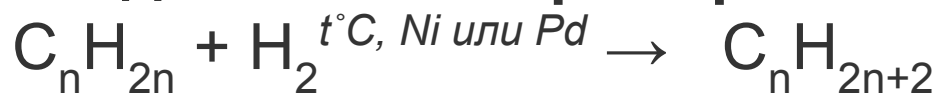
Реакция Вюрца может быть использована исключительно **для синтеза симметричных алканов** (R-R) с четным числом углеродных атомов. Во избежание образования смесей алканов в эту реакцию нужно вводить только одно галогенопроизводное.



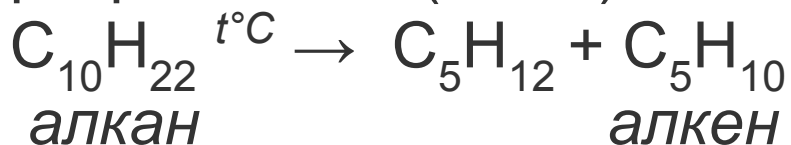
# Гидролиз карбидов



6) Гидрирование непредельных соединений. Например:



7) Крекинг \_при температуре 700-1000°C разрываются (-C-C-) связи:



# Получение из солей карбоновых кислот

Реакция Кольбе (электролиз)



Сплавление безводных солей кислот со щелочью

