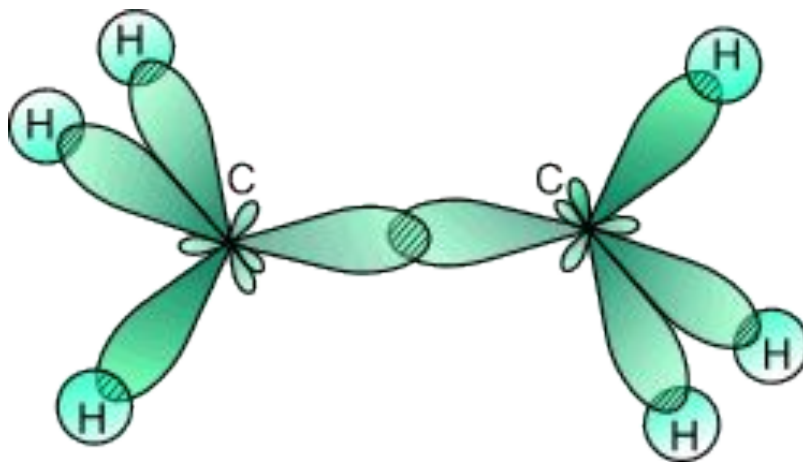


# АЛКАНЫ



# ПЛАН

1. Строение
2. Гомологический ряд
3. Изомерия
4. Номенклатура
5. Физические свойства
6. Химические свойства
7. Получение
8. Применение

---

Пределные углеводороды – это углеводороды, молекулы которых содержат только одинарные (простые)  $\sigma$ (сигма) связи: С-С, С-Н.

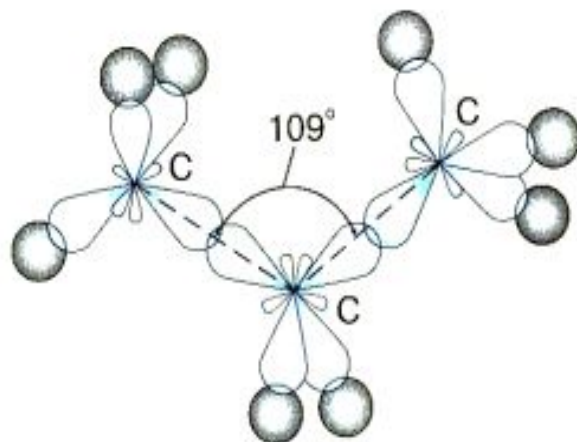
«Насыщенные» – не имеют в составе кратных связей.

- *Алканы*
- *Циклоалканы*

*Алканы* – по номенклатуре ИЮПАК.

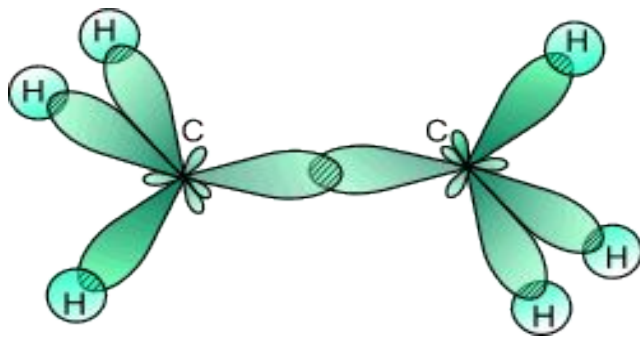
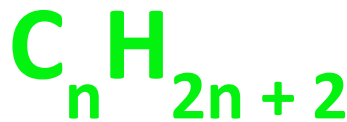
*Парафины* – от лат. малоактивные  
(исторически сложившееся  
название).

*Предельные (насыщенные)* – полная  
насыщенность атомами углерода (до  
предела).



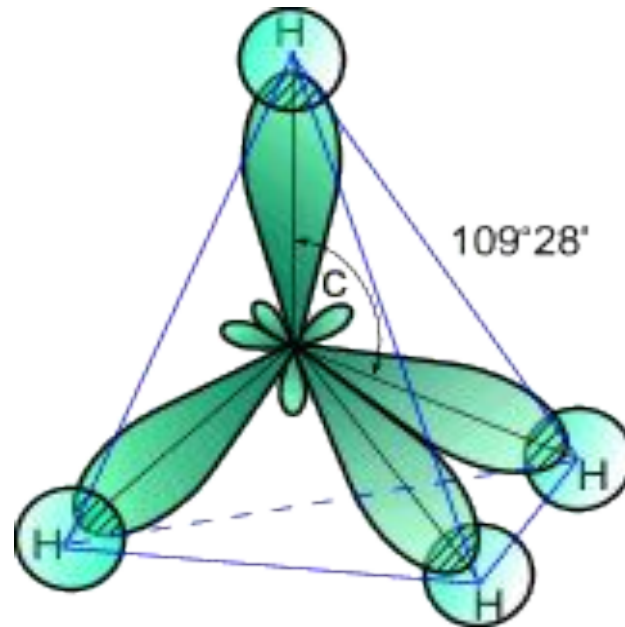
# Общая формула

**Алканы** – углеводороды, в молекулах которых атомы связаны одинарными связями и соответствующие общей формуле



# 1.Строение

$sp^3$ - Гибридизация характерна для атомов углерода в насыщенных углеводородах (алканах) – в частности, в метане.

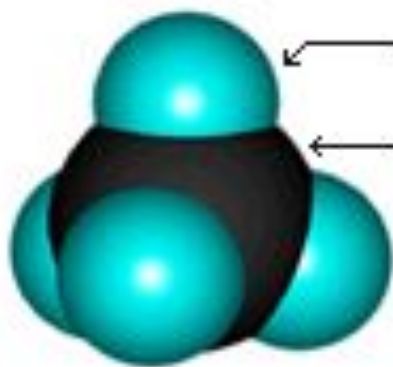


**Схема электронного строения молекулы метана**

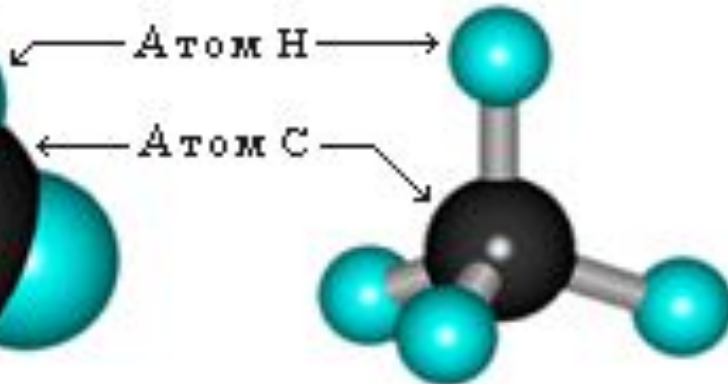
# Пространственное строение метана

- Можно показать с помощью объемных и шаростержневых моделей

Метан  $\text{CH}_4$



Масштабная модель  
(полусферическая)



Шаростержневая  
модель



# Особенности электронного и пространственного строения алканов

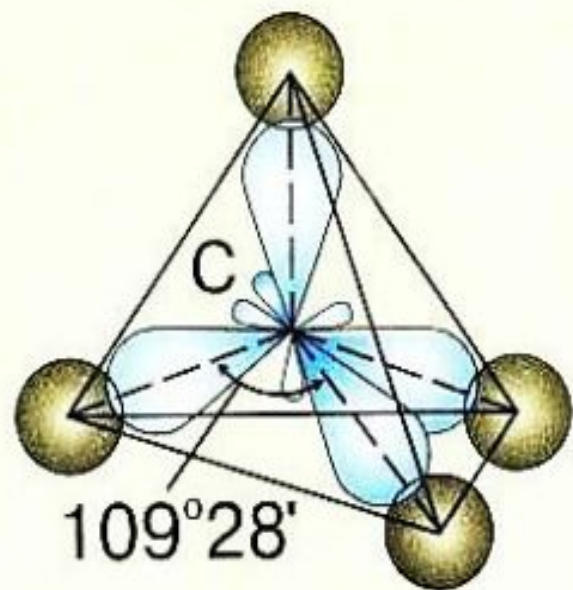
## Атом углерода

Тип гибридизации  $sp^3$

Валентный угол  $109^{\circ}28'$

Длина С-С  $0,154$  нм

Строение –  
**тетраэдрическое**



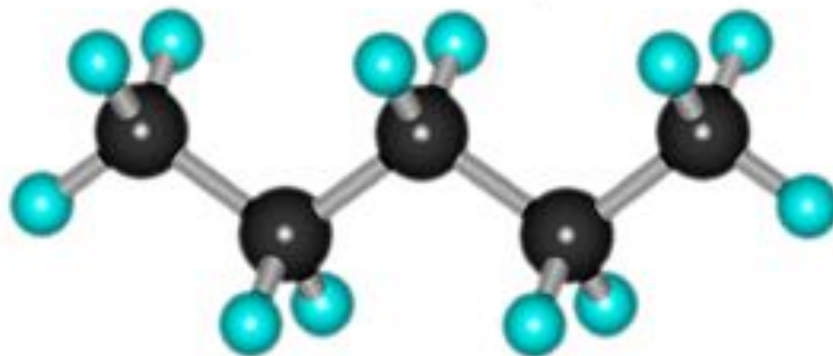
**Схема образования  
 $\sigma$ -связей в молекуле  
метана**



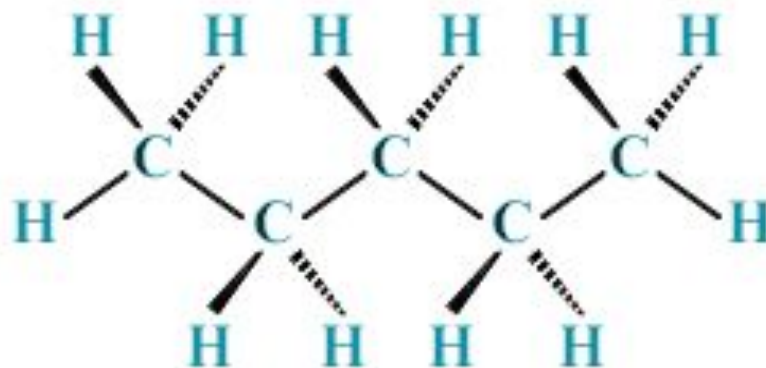
# Пространственное строение пентана

Вокруг одинарной углерод – углеродной связи возможно свободное вращение, молекулы алканов могут приобретать самую разнообразную форму в пространстве.

Пентан  $C_5H_{12}$



Модель молекулы



Стереохимическая формула

# Особенности электронного и пространственного строения алканов

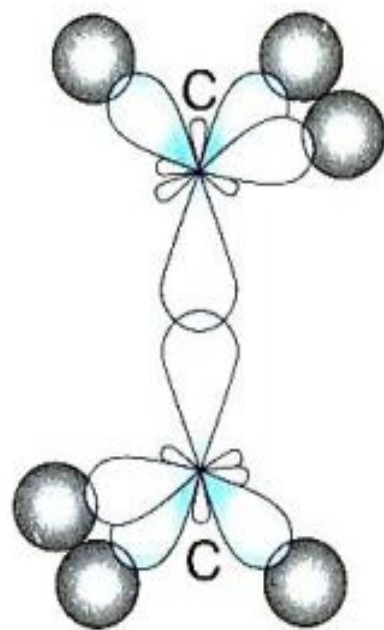


Схема образования  $\sigma$ -связей в молекуле этана

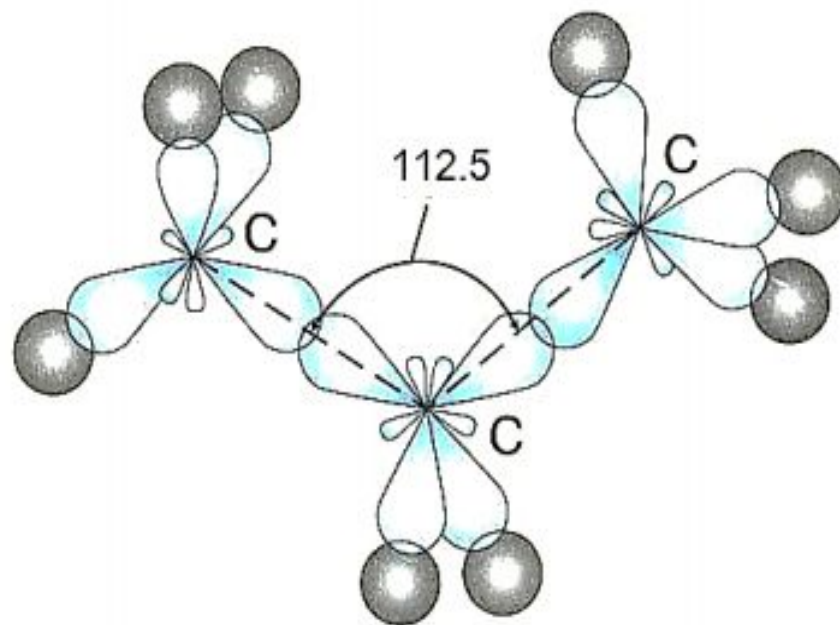
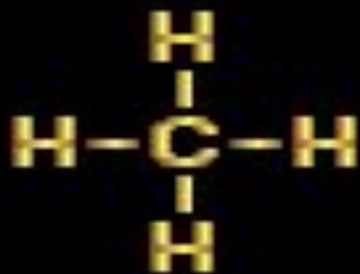


Схема образования  $\sigma$ -связей в молекуле пропана

Начиная с пропана атомы углерода расположены не по прямой линии, а зигзагообразно. Валентный угол отличается от идеального значения: в пропане C-C-C  $112,5^{\circ}$ , H-C-H от  $104^{\circ}$  -  $106^{\circ}$

# 2. Гомологический ряд

Гомологический ряд алканов



Алкан		Радикал (алкил)	
Формула	Название	Формула	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 (амил)
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	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 (декил)

# Название радикалов

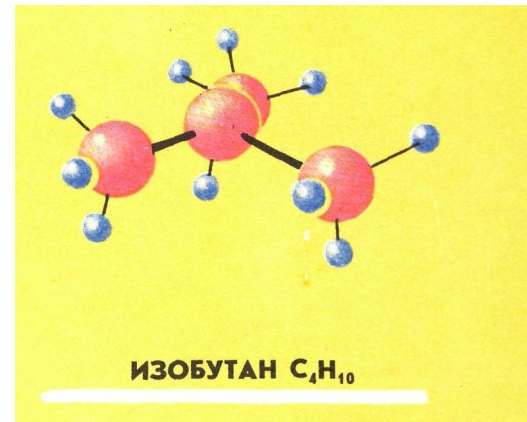
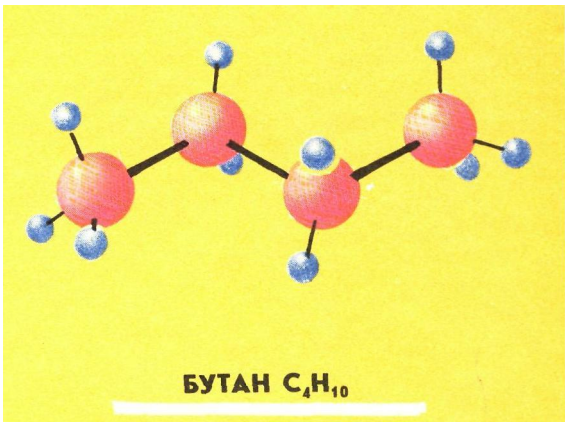
Алкан	Радикал -ил
Метан $\text{CH}_4$	$-\text{CH}_3$ метил
Этан $\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$ (или $-\text{C}_2\text{H}_5$ ) этил
Пропан $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ <i>н</i> -пропил
	$\text{CH}_3-\text{CH}-$ изопропил $\quad \quad  $ $\quad \quad \text{CH}_3$
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <i>н</i> -бутан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ <i>н</i> -бутил $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-$ <i>втор</i> -бутил $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{CH}_3$

Алкан	Радикал -ил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>2-метилпропан (изобутан)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>изобутил</p> <hr/> $\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p><i>трет</i>-бутил</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>2,2-диметилпропан</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>неопентил</p>

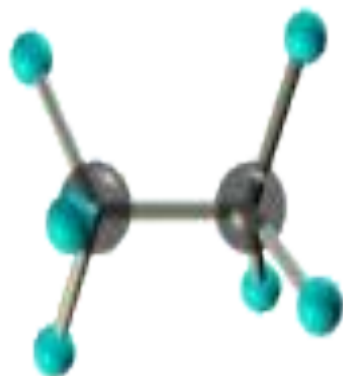
# 3.Изомерии

- Структурная изомерия

Структурные изомеры отличаются друг от друга порядком расположения атомов углерода в углеродной цепи

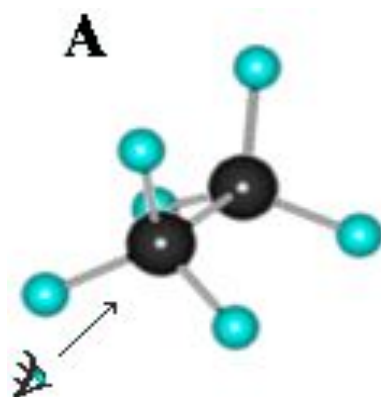


# • Поворотная изомерия

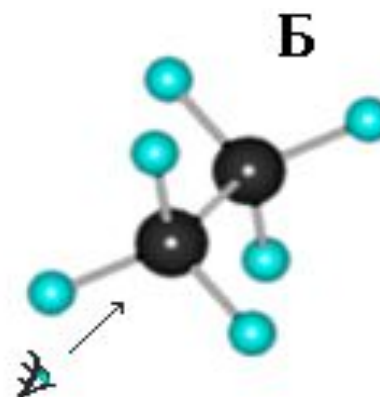


Пространственные формы молекулы, переходящие друг в друга путем вращения вокруг сигма – связей С – С, называют конформациями или поворотными изомерами.

Для этана характерны две конформации, отличающиеся поворотом на  $60^\circ$



**Заслоненная  
конформация**

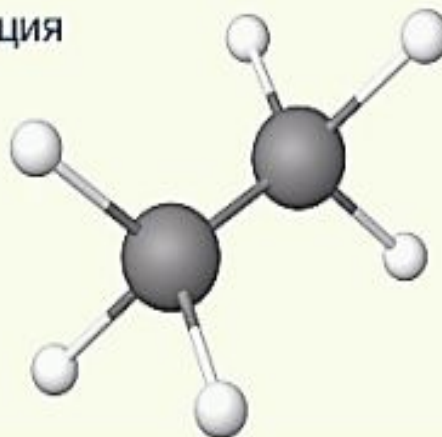
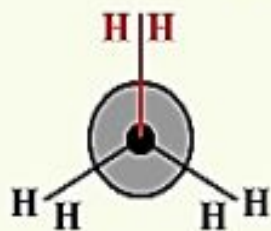
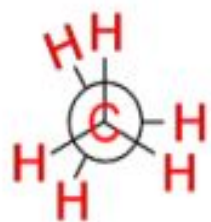


**Заторможенная  
конформация**

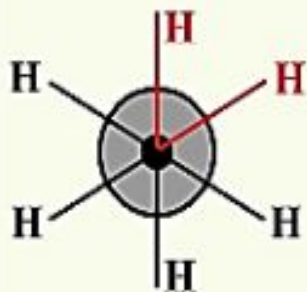


# Конформации этана

Заслоненная конформация



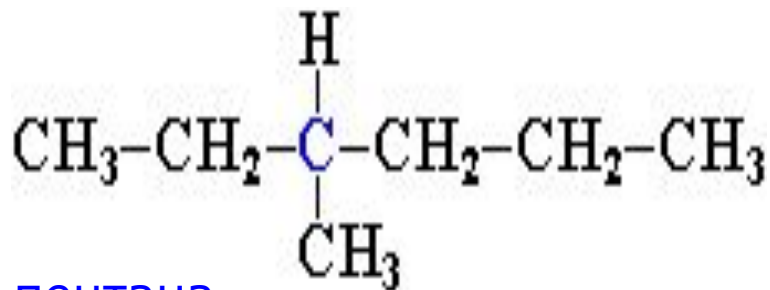
Заторможенная конформация



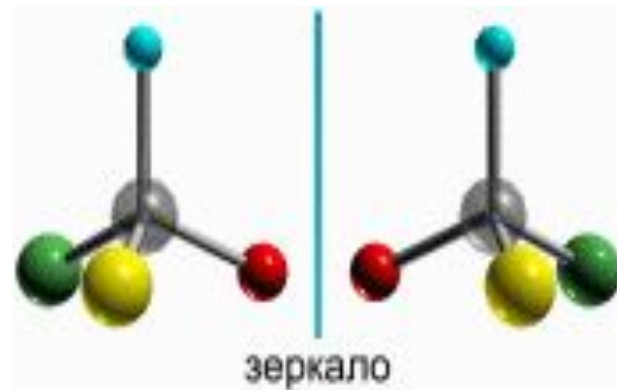
# • Зеркальная изомерия (оптическая)

Если атом углерода связан с четырьмя другими атомами, то возможно существование двух соединений с одинаковой структурной формулой, но отличающихся пространственным строением. Молекулы таких соединений относятся друг к другу как предмет и его зеркальное изображение ( как, например, правая и левая руки ) и являются пространственными изомерами.

НАПРИМЕР, 3 - метилгексан



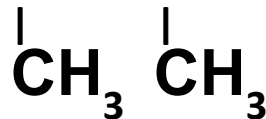
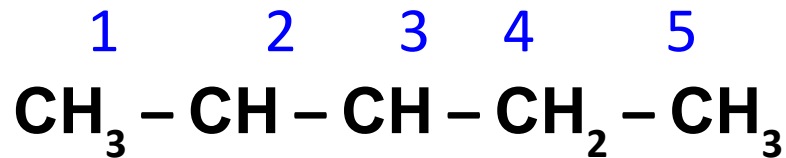
Изомеры пентана



ЛР

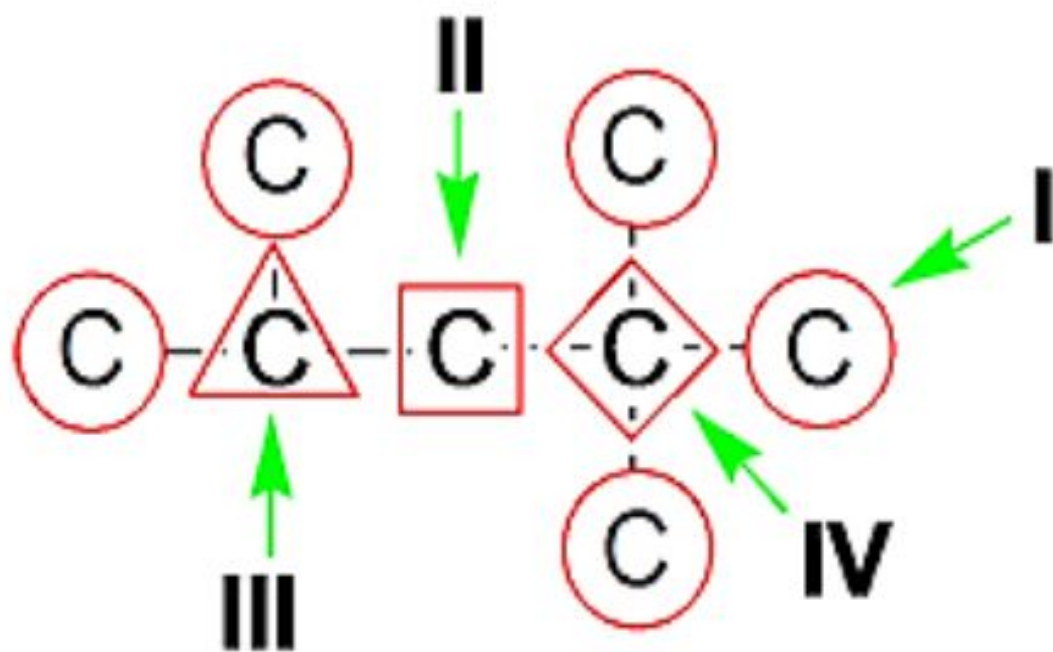
# 4. Номенклатура

- Выбрать самую длинную цепь атомов углерода;
- Пронумеровать ее с той стороны, к которой ближе радикалы;
- Указать положения и названия радикалов;
- Назвать главную цепь с суффиксом –ан (по числу атомов углерода в главной цепи )



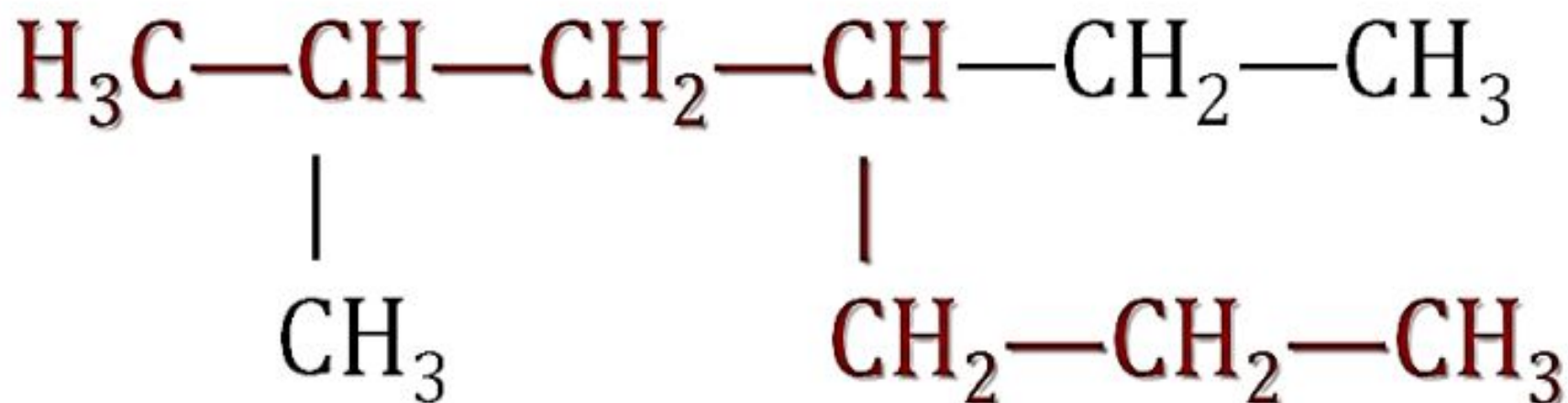
2, 3 - диметилпентан

Атом углерода, связанный с одним атомом углерода, называют **первичным**, атом, связанный с двумя атомами углерода, – **вторичным**, с тремя – **третичным**, а с четырьмя – **четвертичным**.

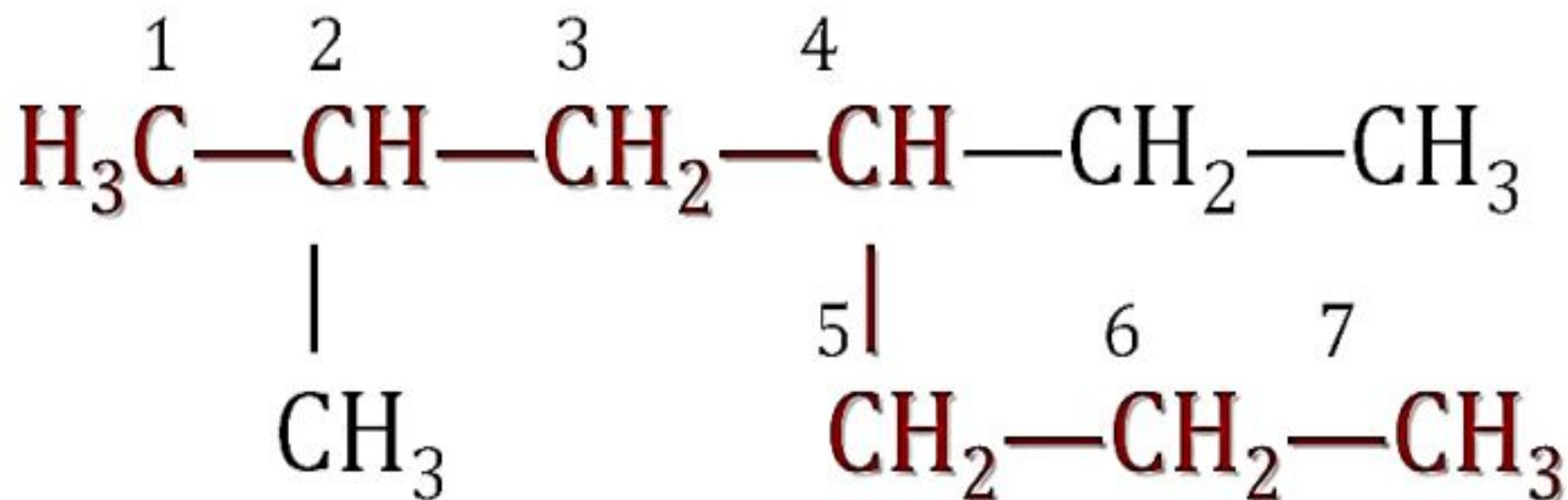


## Номенклатура алканов разветвленного строения

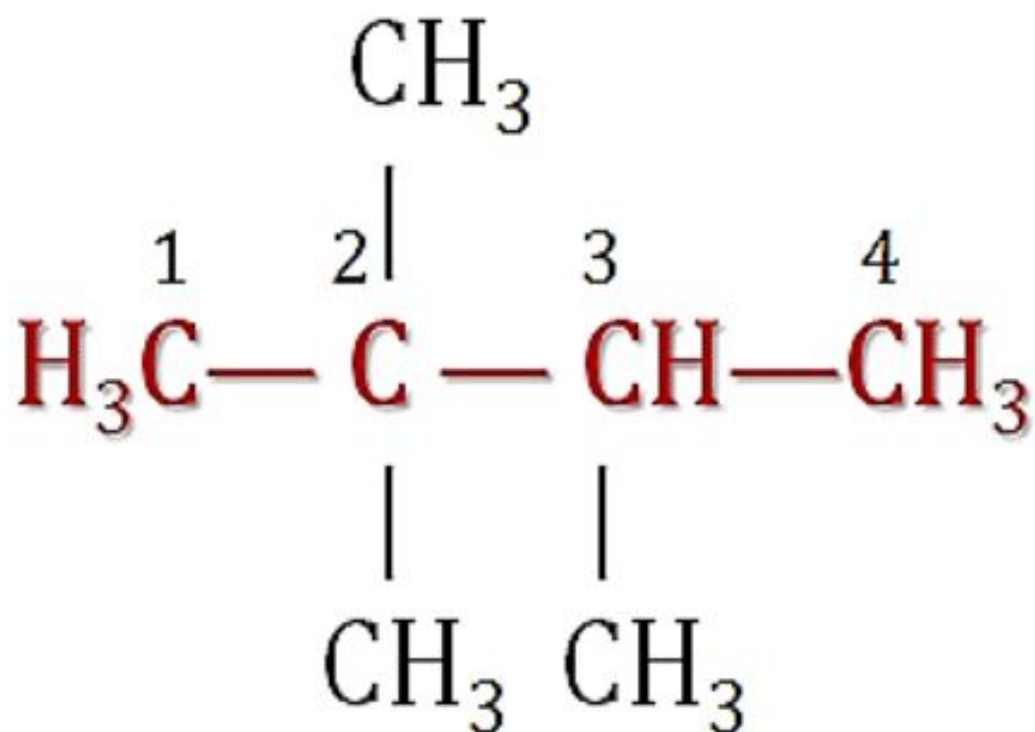
1. Выбрать наиболее длинную цепь атомов углерода (главная цепь).



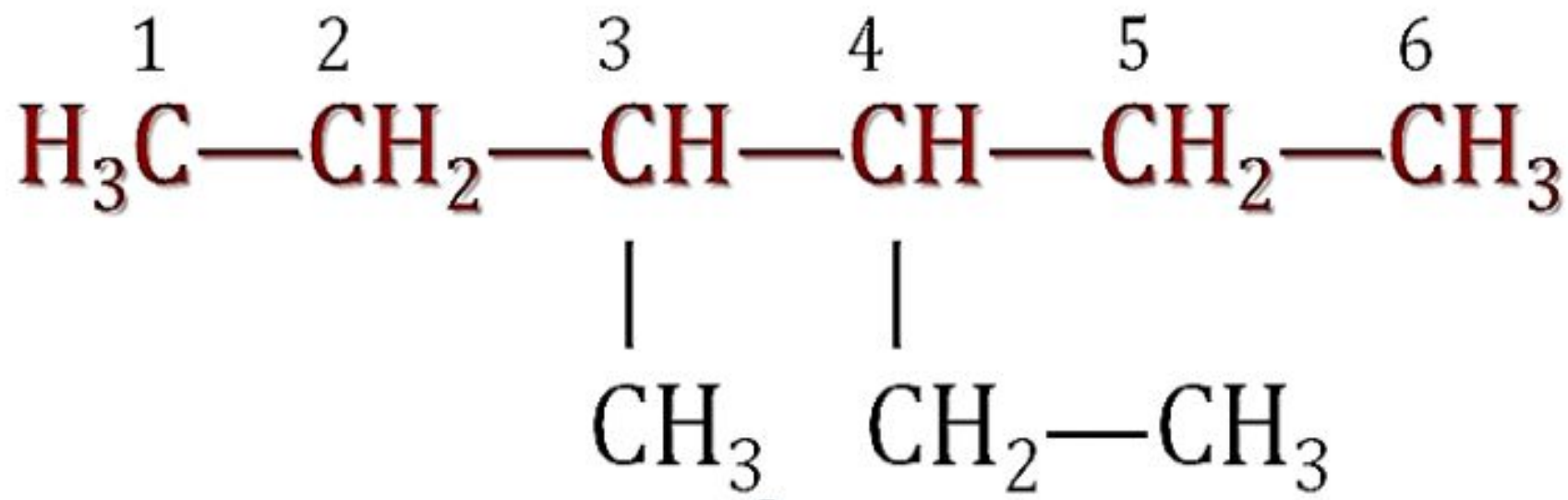
2. Пронумеровать атомы углерода цепи с того конца, к которому ближе находится разветвление (радикал).



- Если заместители стоят на равном удалении, то нумерация с того конца, где их больше.

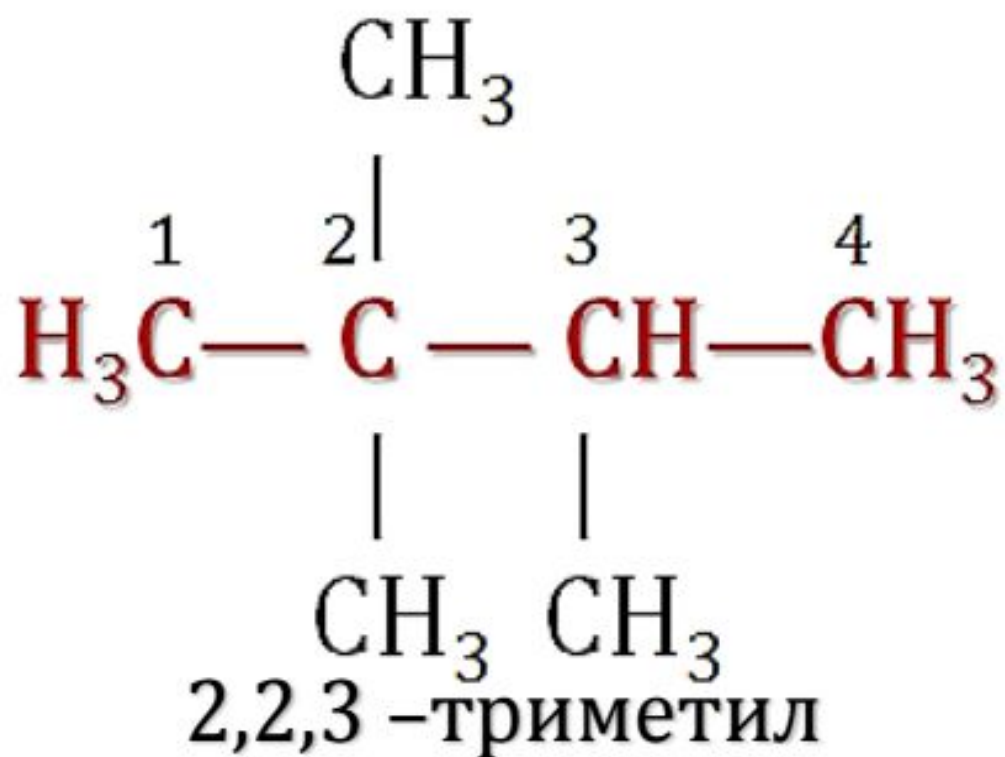


- Если различные заместители равноудалены от концов главной цепи, то нумеровать углеродную цепь с того конца к которому ближе стоит старший (по алфавиту: -метил, -этил, -пропил).



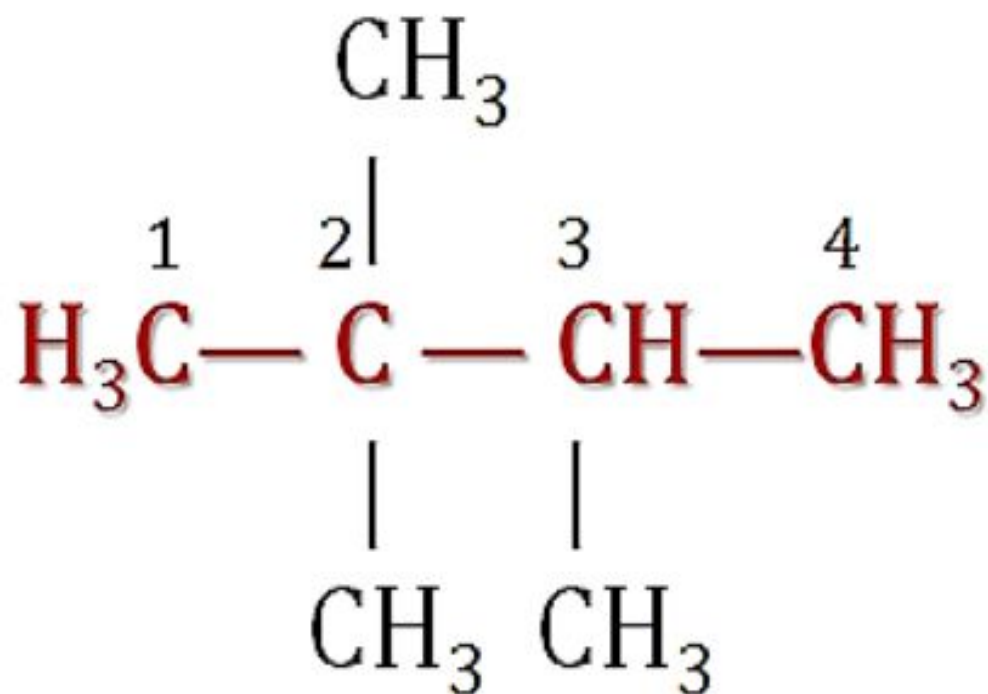


3. Сначала перечисляют все заместители с указанием номера атома С, при котором они стоят; их количество множительными приставками: «ди» (два), «три» (три), «тетра» (4), «пента» (5) и т.д.



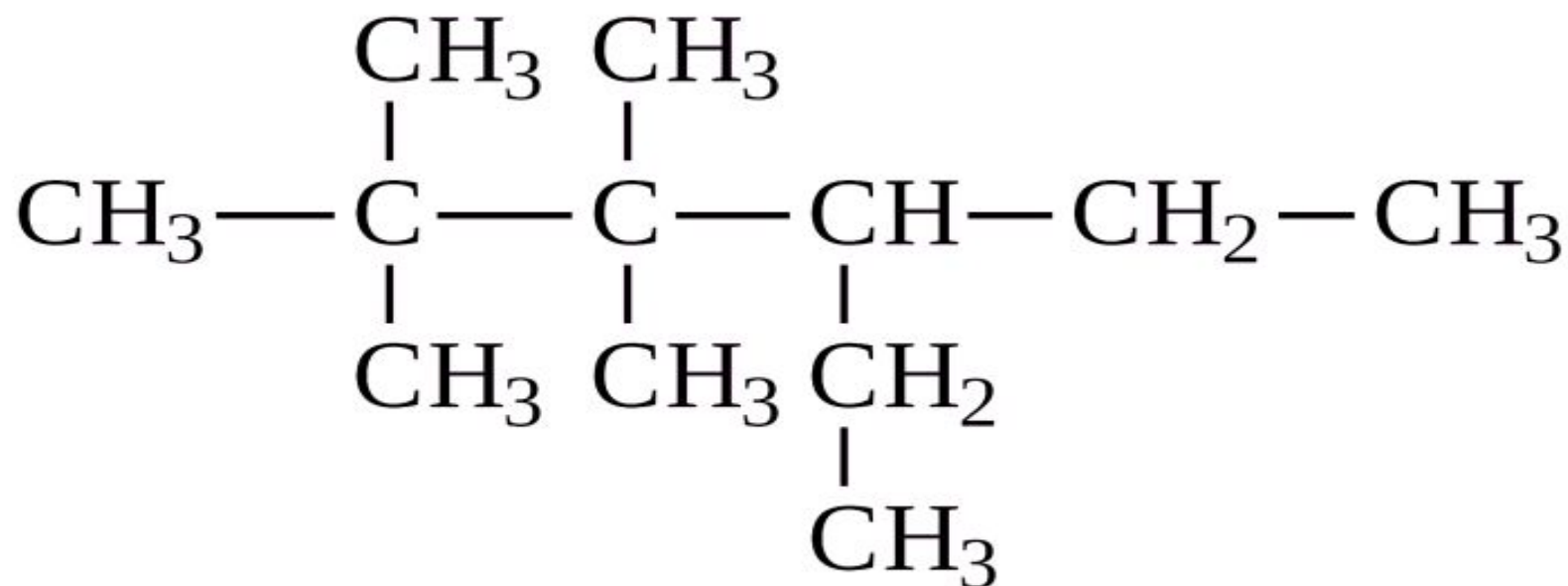
4. Цифры от цифр отделяют запятыми, цифры от слов – дефисами.

5. Основа названия – алкан с числом атомов С главной цепи.

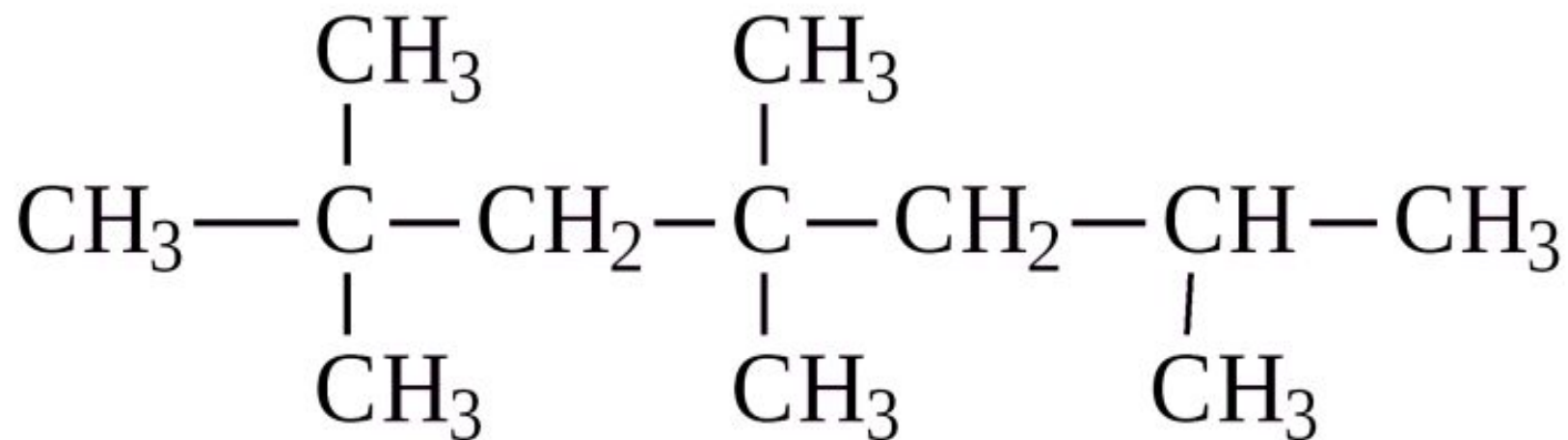


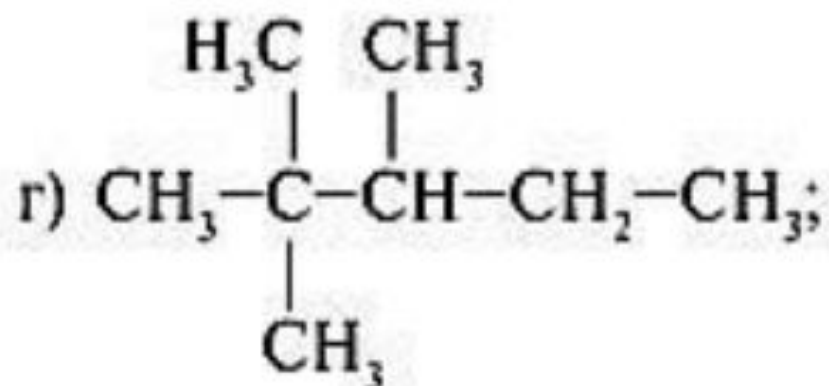
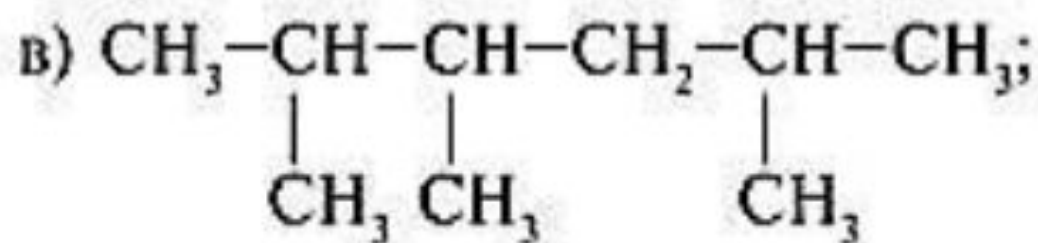
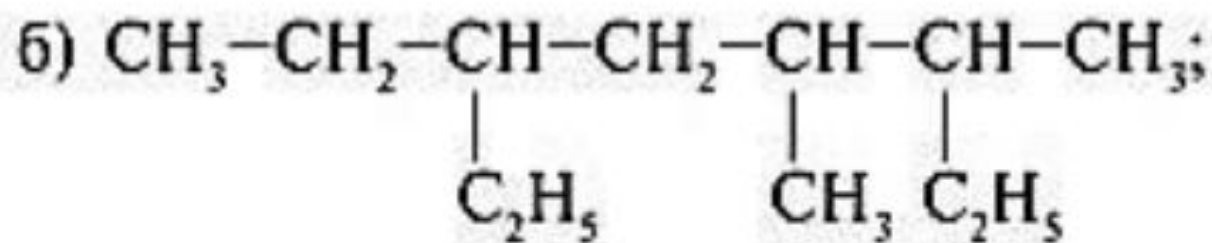
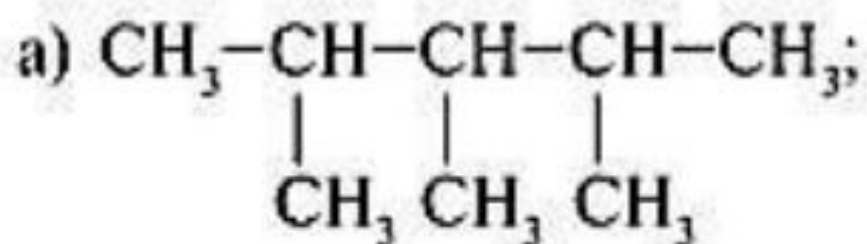
2,2,3 -триметилбутан

Назовите по систематической номенклатуре углеводороды:



Назовите по систематической номенклатуре углеводороды:





# 5. Физические свойства



газы

$T_{\text{кип}}: -161,6 \dots -0,5^\circ\text{C}$

$T_{\text{пл}}: -182,5 \dots -138,3^\circ\text{C}$



жидкости

$T_{\text{кип}}: 36,1 \dots 270,5^\circ\text{C}$

$T_{\text{пл}}: -129,8 \dots 10^\circ\text{C}$



$C_{16}H_{34}$  и далее  
твердые вещества

$T_{\text{кип}}: 287,5^\circ\text{C}$

$T_{\text{пл}}: 20^\circ\text{C}$

$t_{\text{пл}}$  и  $t_{\text{кип}}$  алканов увеличиваются с ростом молекулярной массы.

Все алканы легче воды, в ней не растворимы, однако растворимы в неполярных растворителях (например, в бензоле) и сами являются хорошими растворителями.

# 6. Химические свойства

## 1. Реакции замещения $S_R$

Связи между атомами углерода – сигма (прочные ковалентные, малополярные)  $\Rightarrow$  для разрыва связей необходимы большие затраты энергии.

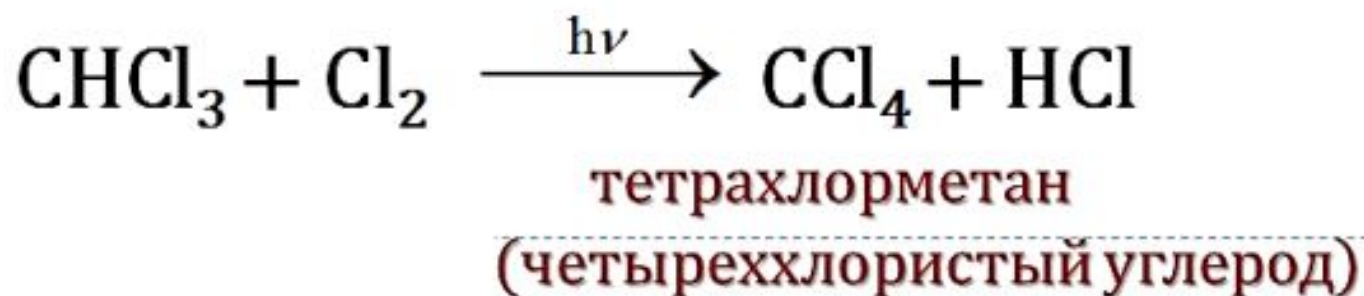
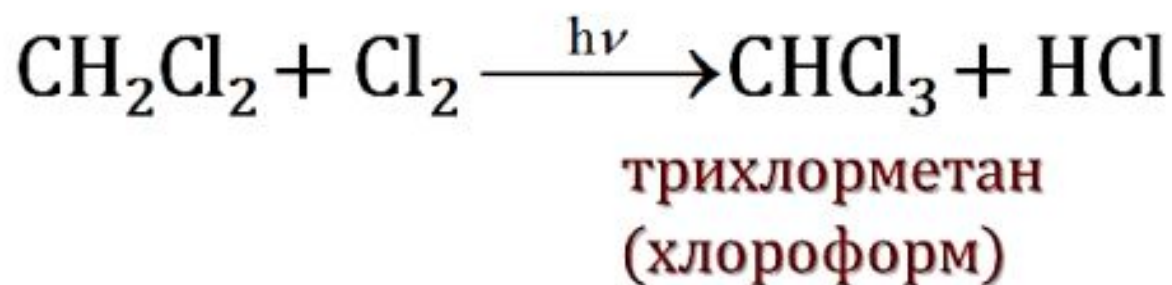
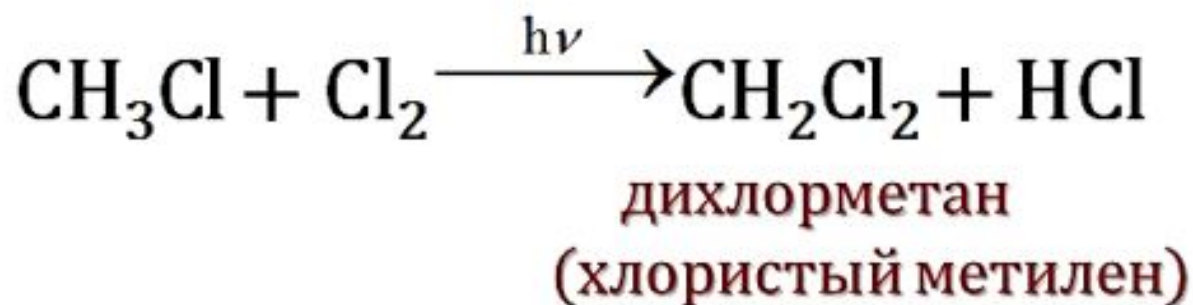
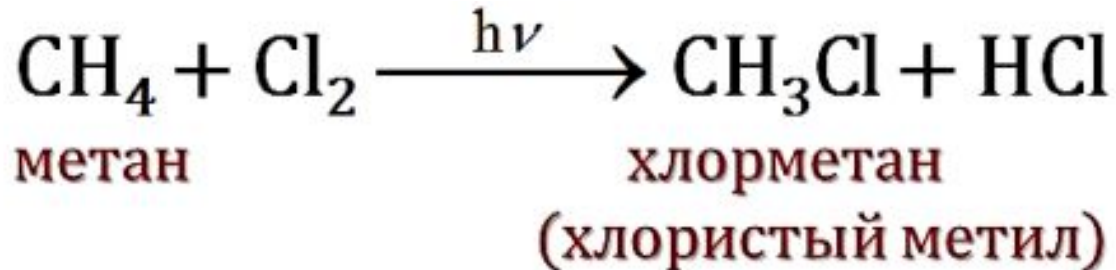
### а) Галогенирование

При действии света -  $h\nu$  или нагревании (свободнорадикальный цепной механизм).

*Со фтором реакция идёт со взрывом.*

*С хлором и бромом требуется инициатор.*

*Йодирование происходит обратимо, поэтому требуется окислитель для удаления HI из реакции.*





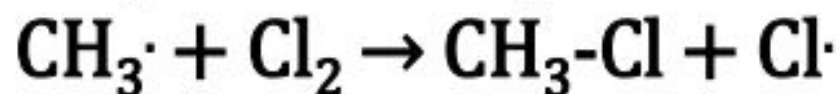
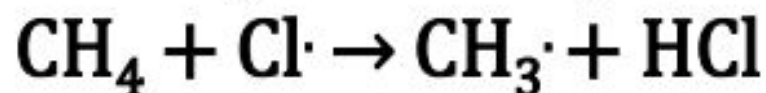
Радикальные реакции имеют цепной механизм, включающий стадии: зарождение, развитие и обрыв цепи

**(свободнорадикальные цепные реакции)**

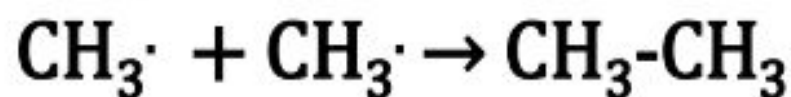
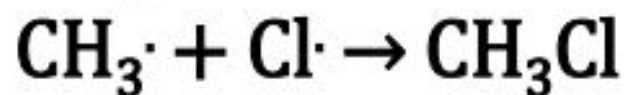
1. Зарождение цепи (инициирование):

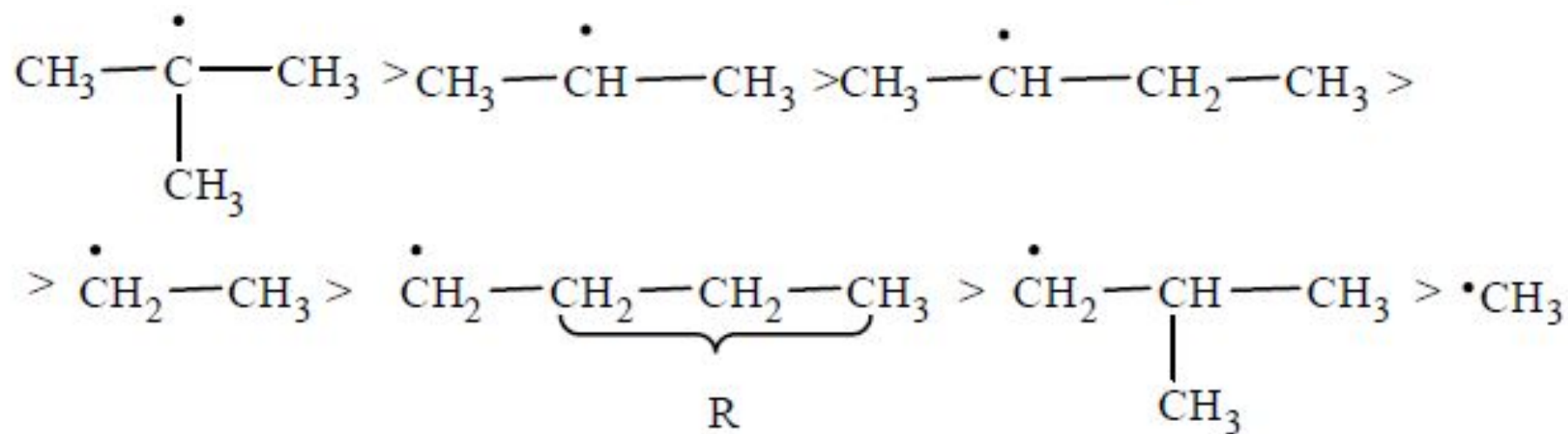
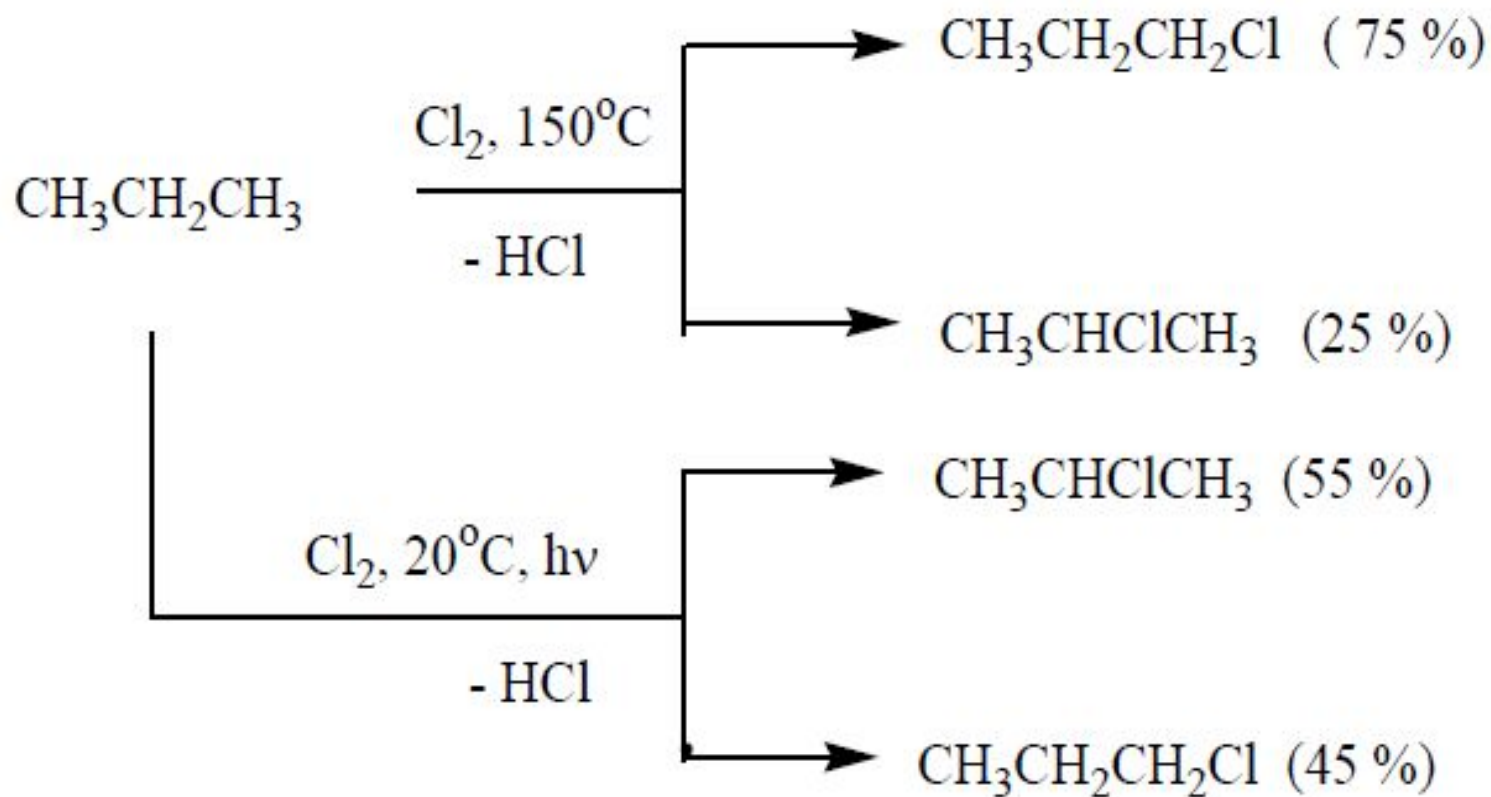


2. Рост (развитие) цепи:

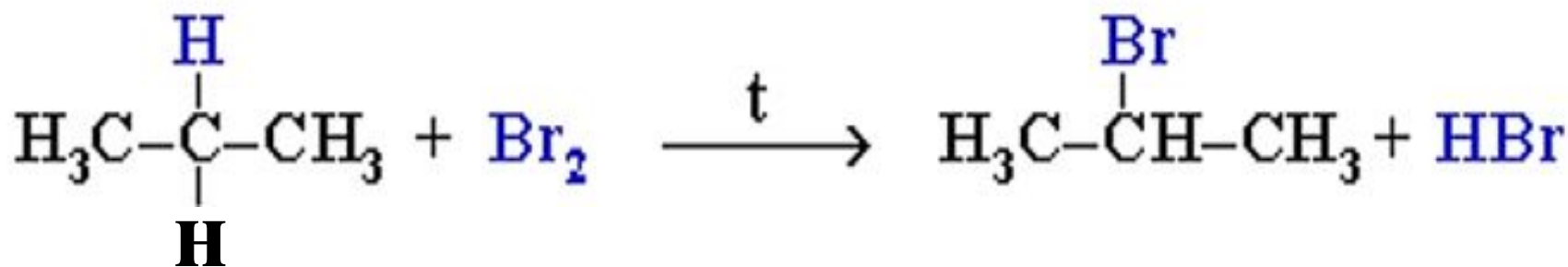
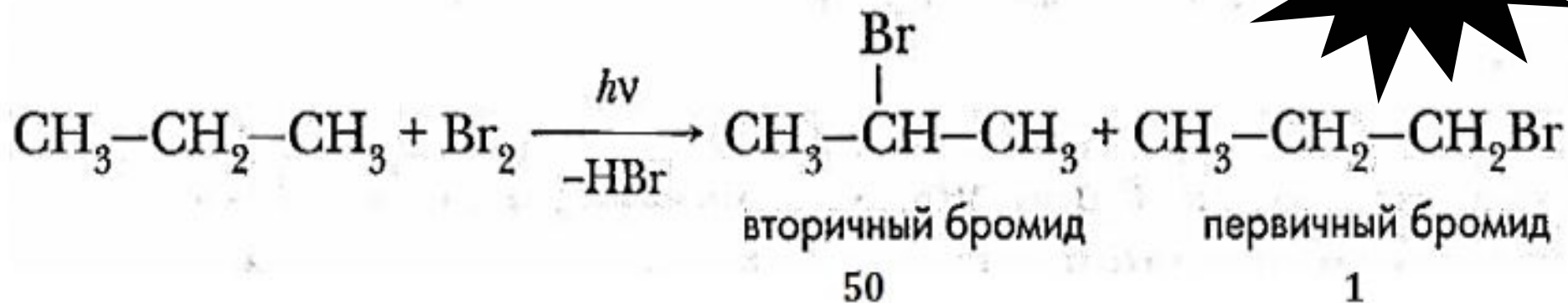
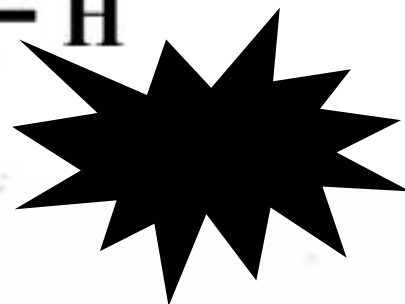
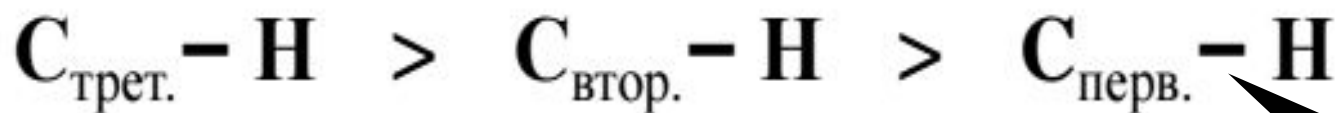


3. Обрыв цепи:





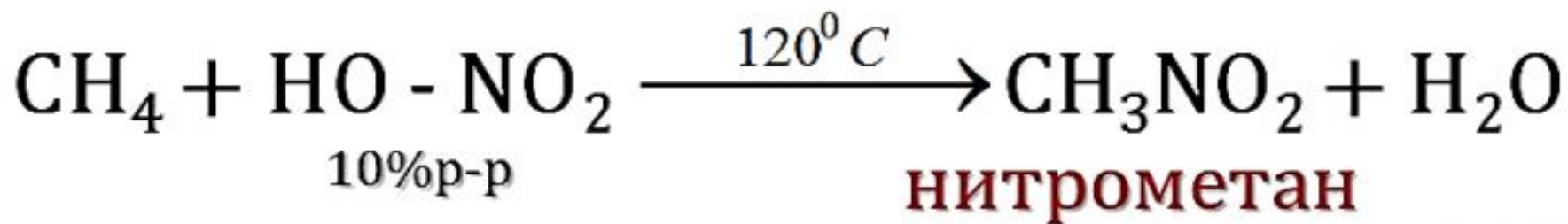
В реакциях замещения алканов легче всего замещаются атомы водорода у **третичных** атомов углерода, затем у **вторичных** и, в последнюю очередь, у **первичных**.



## б) Нитрование (реакция Коновалова)

При нагревании вступают в реакцию с раствором азотной кислоты.

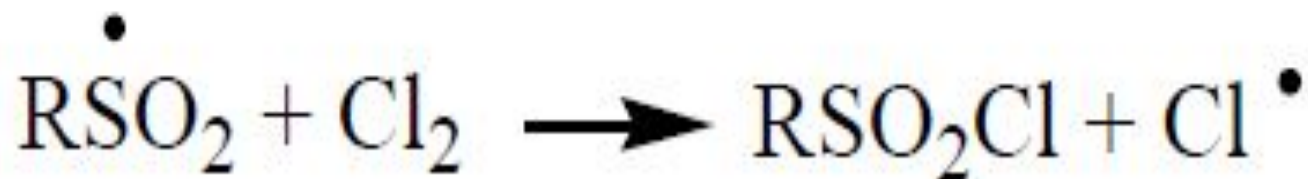
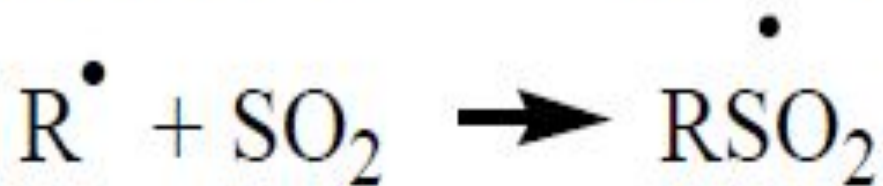
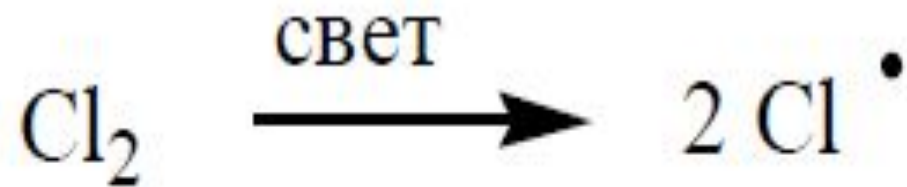
Азотная кислота:  $\text{HNO}_3$  (HO - NO<sub>2</sub>)



Нитроалканы используются для получения взрывчатых веществ и ракетного топлива.



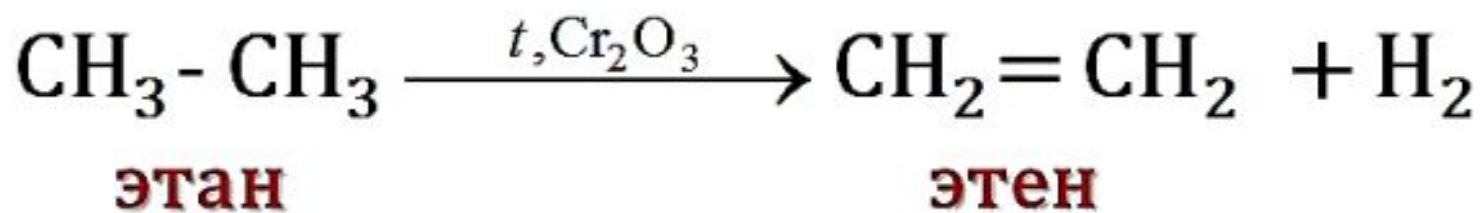
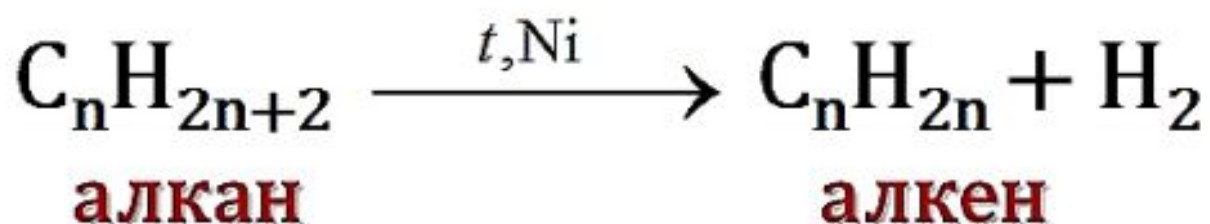
## в)сульфохлорирование

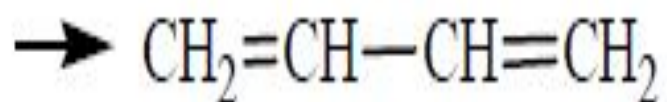
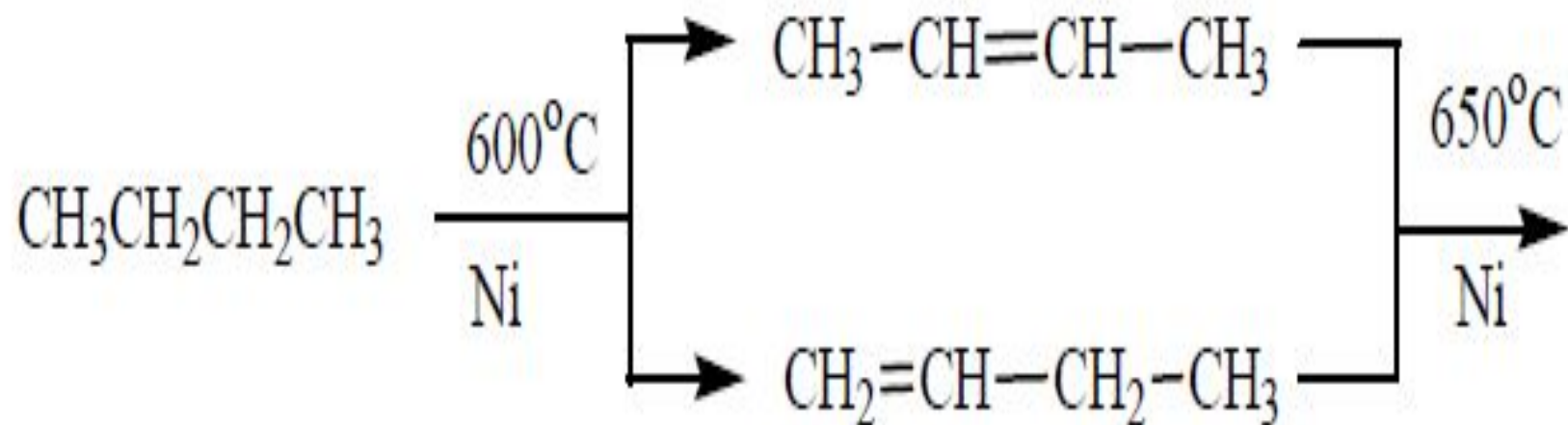


## 2. Реакции отщепления E

Дегидрирование - отщепление молекулы водорода.

Условия: катализаторы (Pt, Pd, Ni, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), повышенная t.

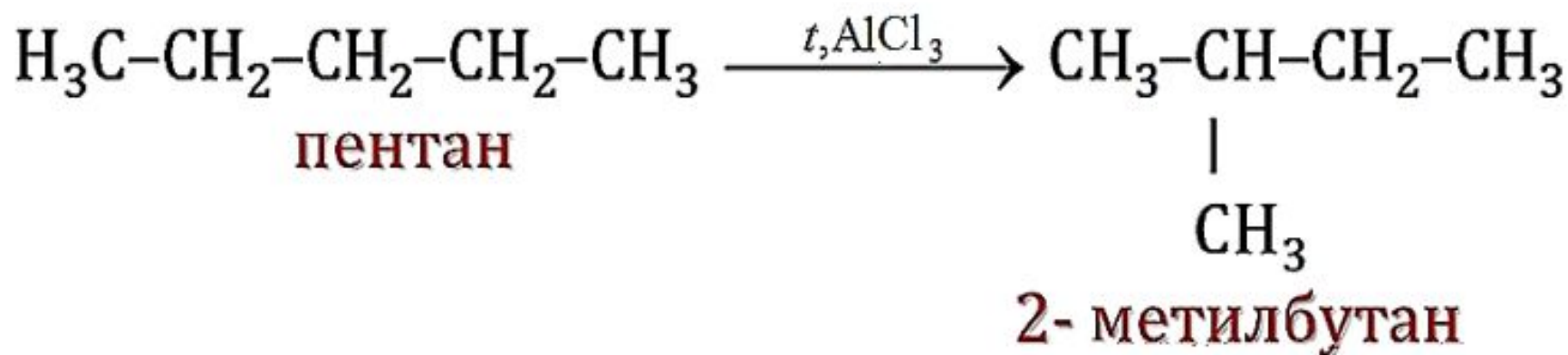
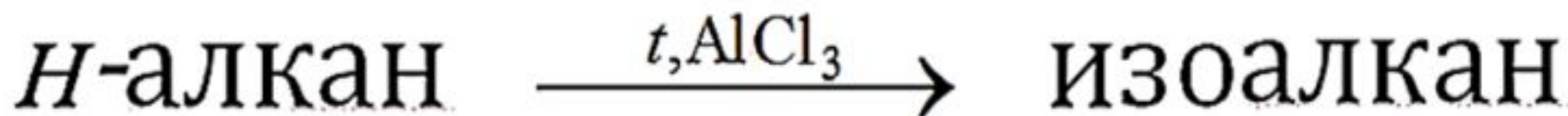




# Ароматизация



### 3. Реакции изомеризации (перегруппировки)

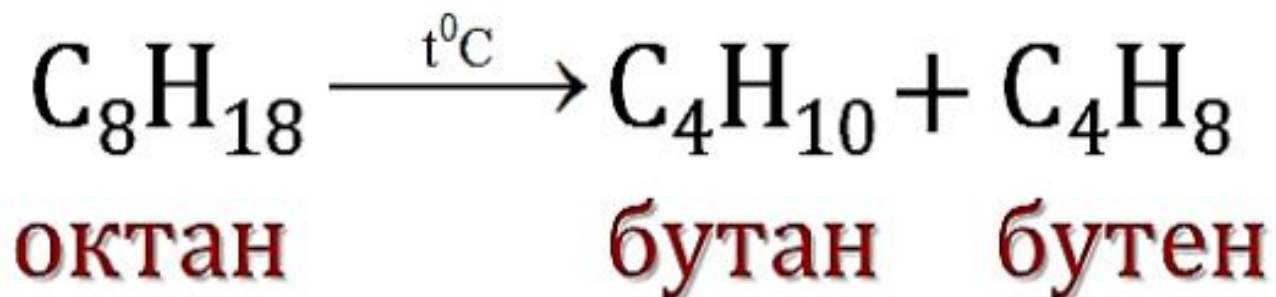


## 4. Реакции разложения

а) Крекинг - разложение алканов при высокой температуре (с разрывом С-С- связей):

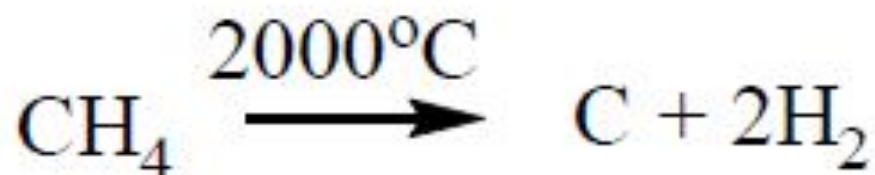
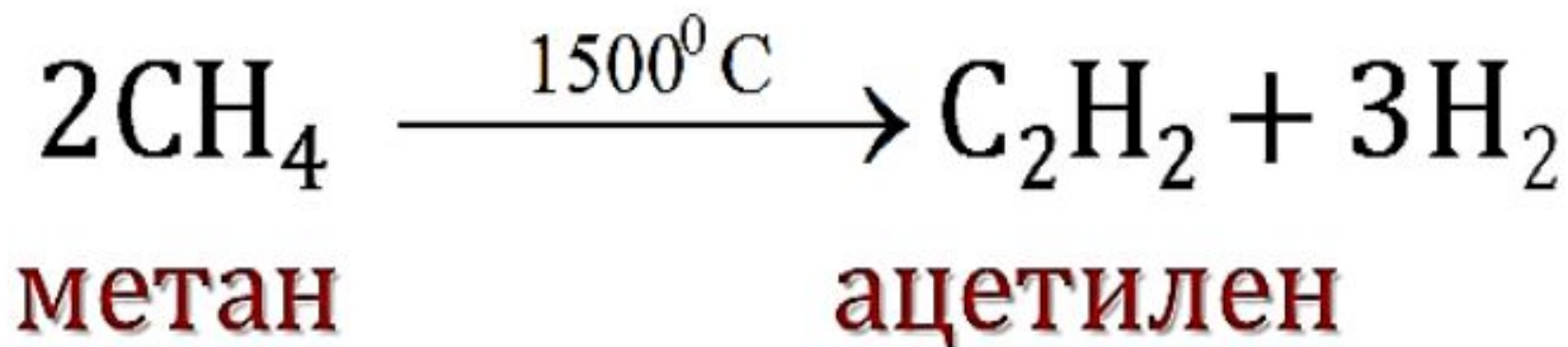
-термический крекинг

- каталитический крекинг

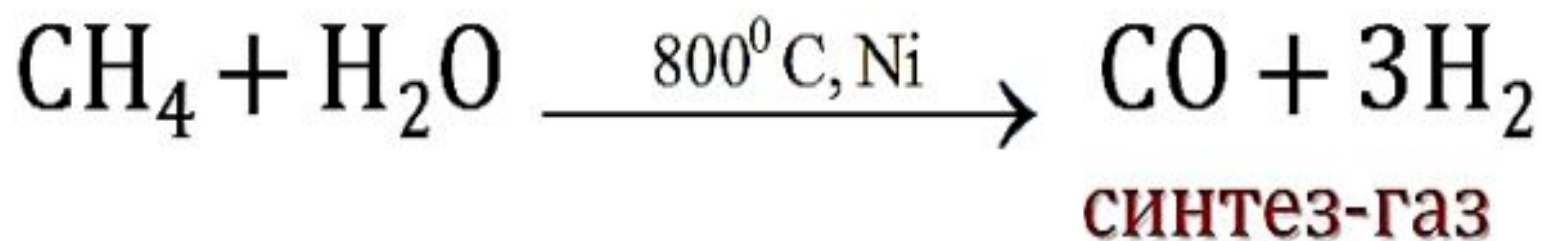




в) При нагревании до  $1500^{\circ}\text{C}$  происходит образование ацетилен и водорода:

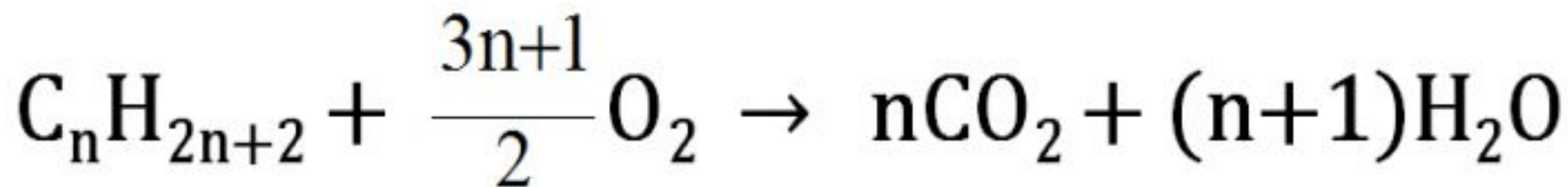


г) **Конверсия метана** - взаимодействие метана с нагретым водяным паром в присутствии никелевого катализатора с образованием **синтез – газа** (смесь CO и H<sub>2</sub>). Синтез-газ используют для получения кислородсодержащих органических веществ и синтетического бензина.

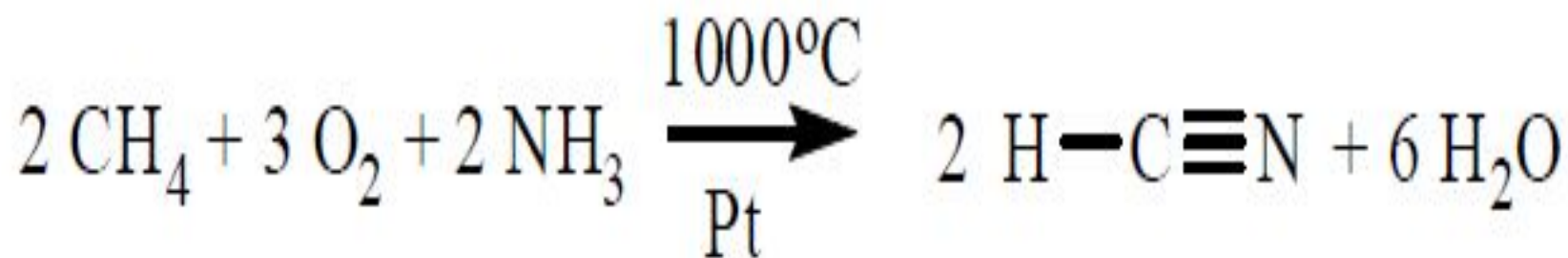


**5. Реакции горения** - при горении алканов выделяется большое количество теплоты, многие алканы используются в качестве топлива.

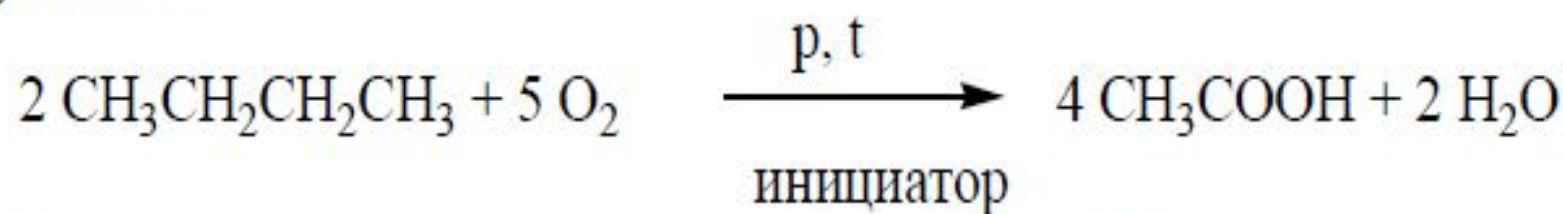
Метан, этан, пропан, бутан горят бесцветным пламенем; при горении гексана и гептана образуется много копоти.



Окислительным аминированием метана получают синильную кислоту по реакции:



Молекулярное уравнение реакции окисления бутана:



В настоящее время окисление бутана является одним из основных *промышленных методов* получения уксусной кислоты.



# 7. Получение

I. Промышленные способы получения алканов.

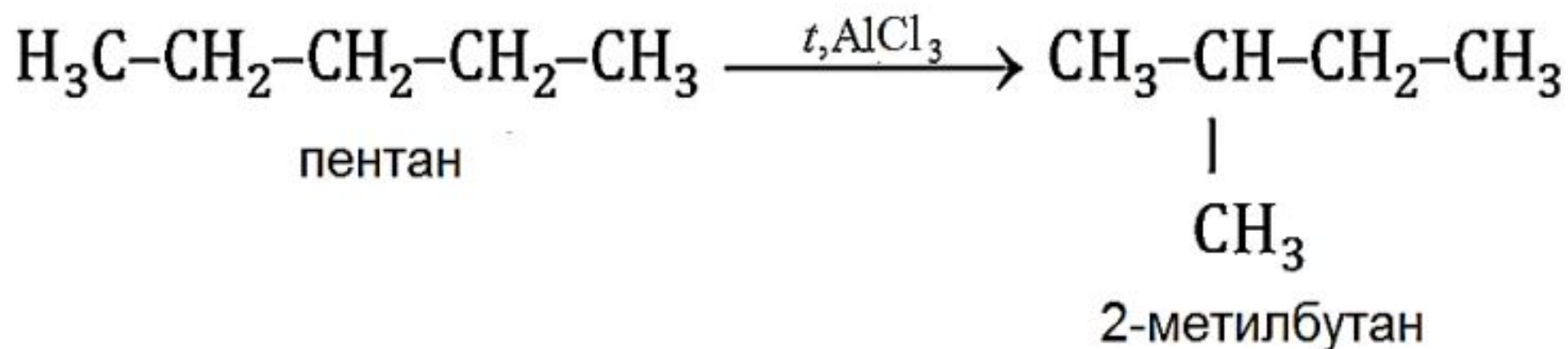
**1. Выделение углеводородов из природного сырья:**

- Газообразные алканы получают из природного и попутного нефтяных газов;
- Жидкие и твердые – из нефти.

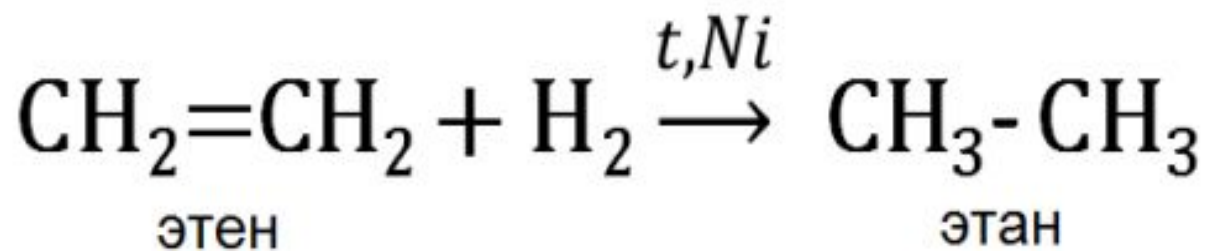
**2. Крекинг нефти:**



### 3. Изомеризация алканов:

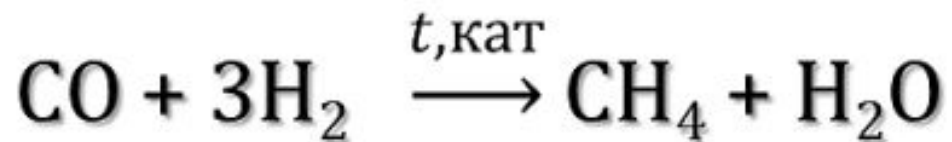
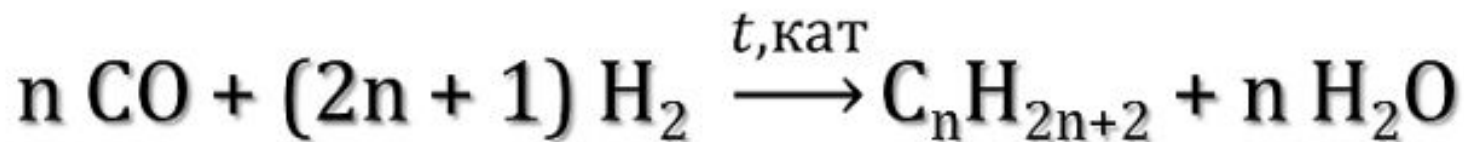


### 4. Гидрирование непредельных углеводородов:



# 1926г. Фишер,Тропш

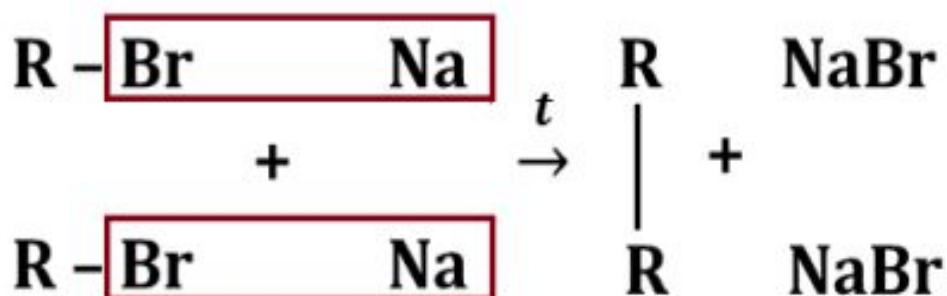
## 5. Синтез на основе водяного газа:



## II. Лабораторные способы получения алканов.

### 1. Реакция Вюрца - взаимодействие натрия с галогенпроизводными алканов:

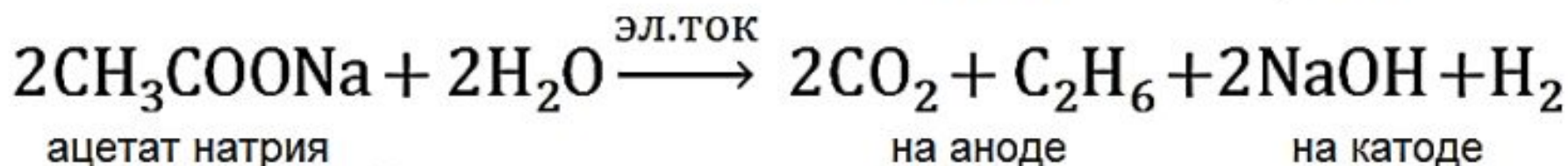
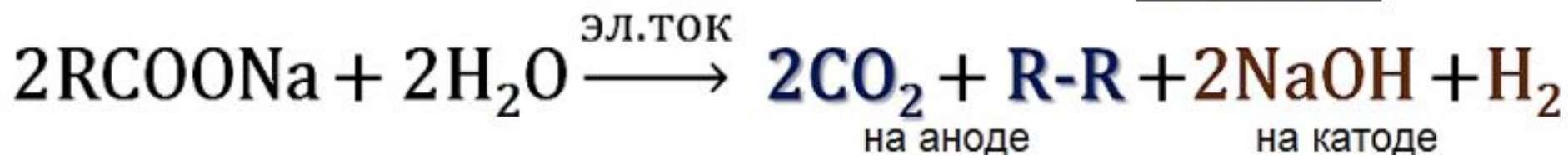
Приводит к увеличению углеводородной цепи.



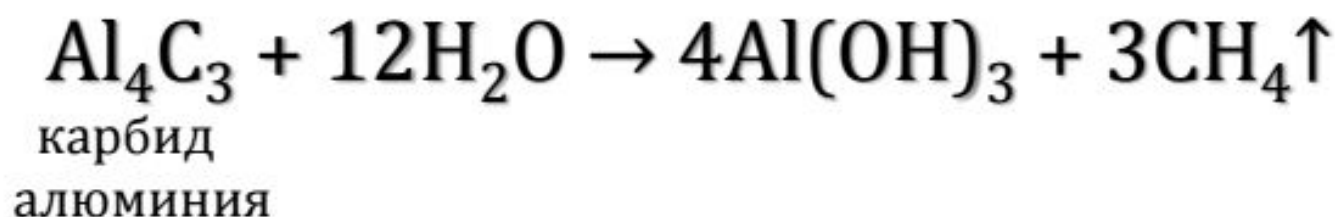
Если в реакцию вступают различные галогеналканы, то образуется смесь алканов.



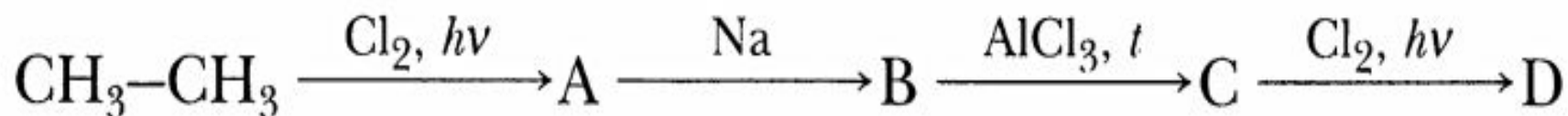
### 3) Синтез Кольбе - электролиз солей карбоновых кислот.



### 4) Гидролиз карбидов металлов.



**Задание №1.** Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений веществ. Назовите вещества А, В, С, D.



**Задание №2.** Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений:

- а) Уголь → Карбид алюминия → Метан → Метилхлорид → Этан → Этилбромид → *n*-Бутан → 2-Метилпропан;
- б) Метан → Метилбромид → Этан → Этилхлорид → Бутан → 2-Метилпропан → 2-Бром-2-метилпропан.