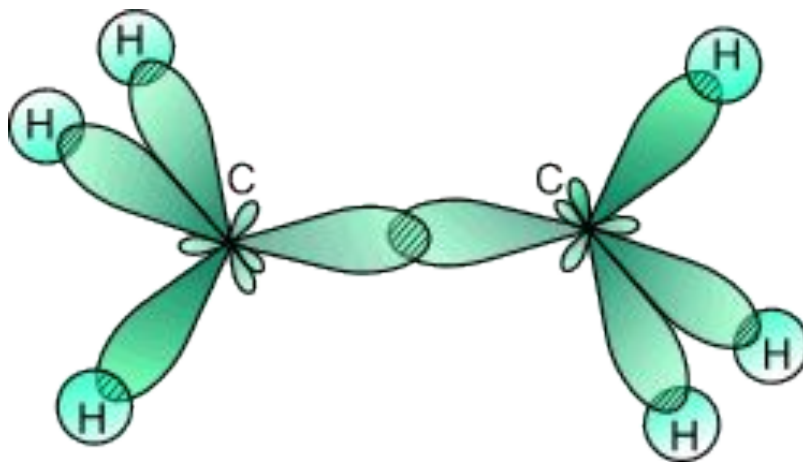


АЛКАНЫ



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) σ (сигма) связи: С-С, С-Н.

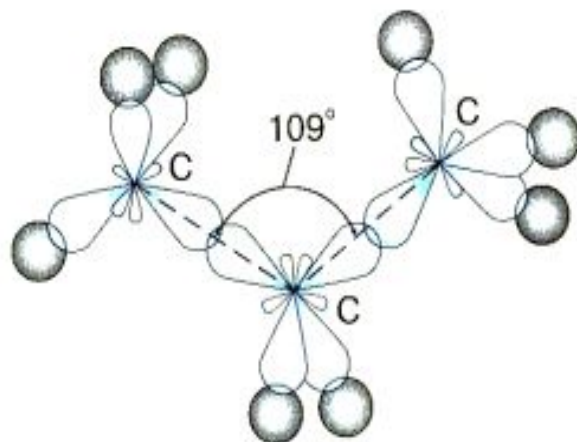
«Насыщенные» – не имеют в составе кратных связей.

- *Алканы*
- *Циклоалканы*

Алканы – по номенклатуре ИЮПАК.

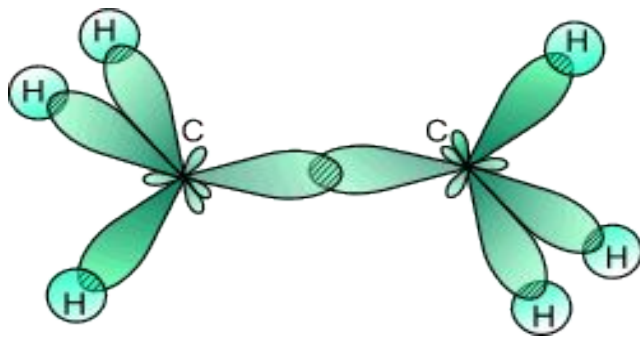
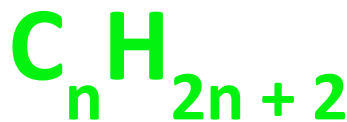
Парафины – от лат. малоактивные
(исторически сложившееся
название).

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.

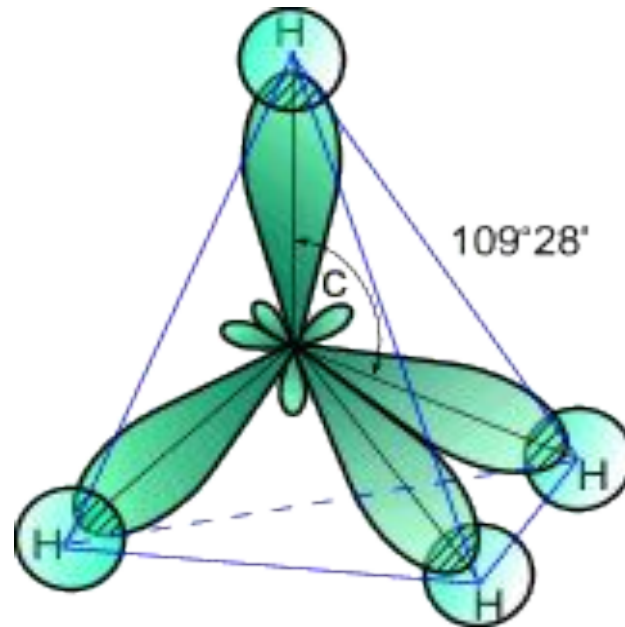
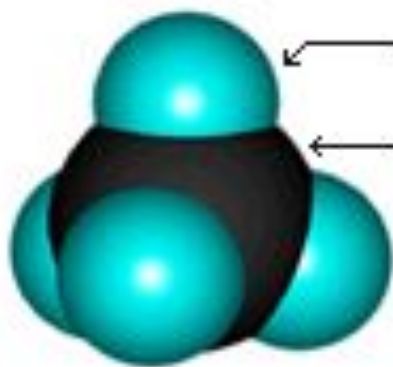


Схема электронного строения молекулы метана

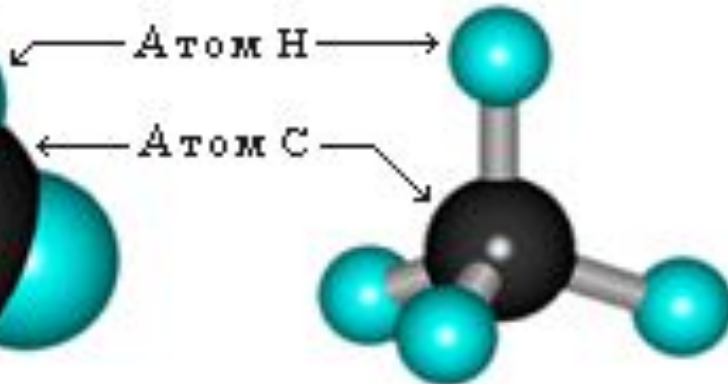
Пространственное строение метана

- Можно показать с помощью объемных и шаростержневых моделей

Метан CH_4



Масштабная модель
(полусферическая)



Шаростержневая
модель



Особенности электронного и пространственного строения алканов

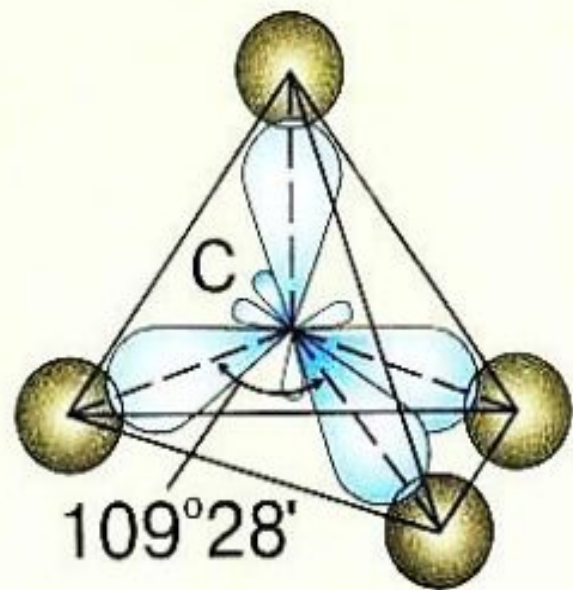
Атом углерода

Тип гибридизации sp^3

Валентный угол $109^{\circ}28'$

Длина С-С $0,154$ нм

Строение –
тетраэдрическое

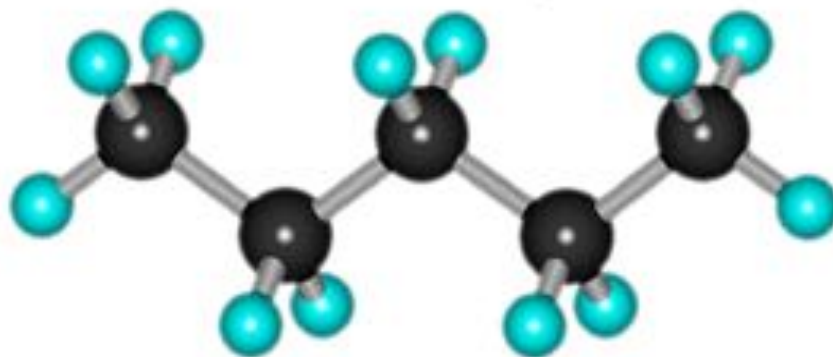


**Схема образования
 σ -связей в молекуле
метана**

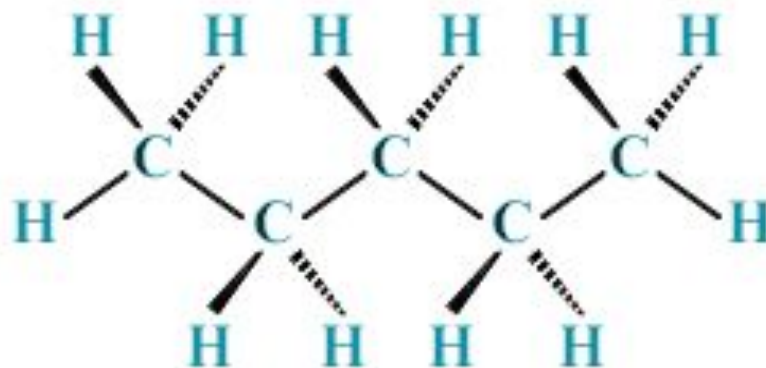
Пространственное строение пентана

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

Пентан C_5H_{12}



Модель молекулы



Сtereoхимическая формула

Особенности электронного и пространственного строения алканов

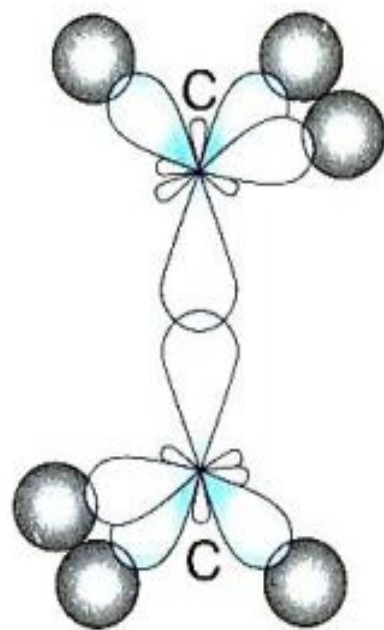


Схема образования σ -связей в молекуле этана

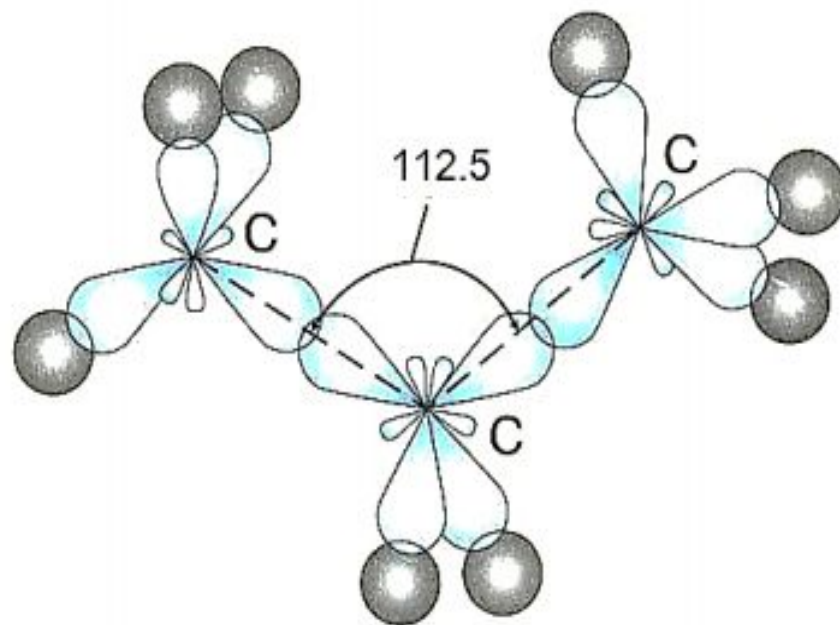
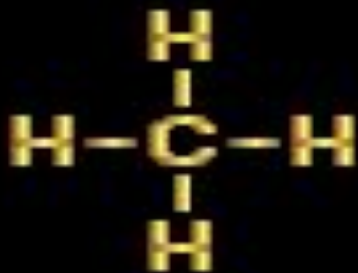


Схема образования σ -связей в молекуле пропана

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° - 106°

2. Гомологический ряд

Гомологический ряд алканов



Алкан		Радикал (алкил)	
Формула	Название	Формула	Название
CH_4	Метан	CH_3^-	Метил
C_2H_6	Этан	C_2H_5^-	Этил
C_3H_8	Пропан	C_3H_7^-	Пропил
C_4H_{10}	Бутан	C_4H_9^-	Бутил
C_5H_{12}	Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{11}^-$	Пентил (амил)
C_6H_{14}	Гексан	$\text{C}_6\text{H}_{13}^-$	Гексил
C_7H_{16}	Гептан	$\text{C}_7\text{H}_{15}^-$	Гептил
C_8H_{18}	Октан	$\text{C}_8\text{H}_{17}^-$	Октил
C_9H_{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

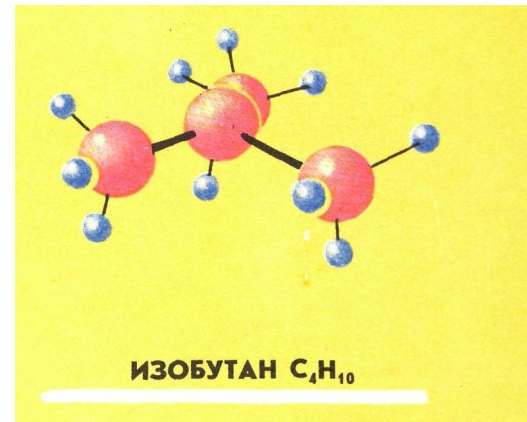
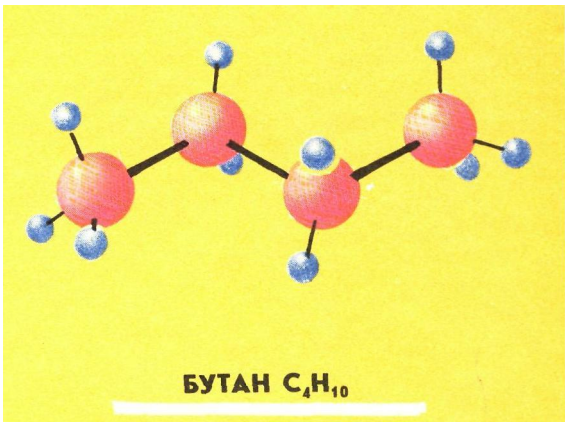
Алкан	Радикал -ил
Метан CH_4	$-\text{CH}_3$ метил
Этан C_2H_6	CH_3-CH_2- (или $-\text{C}_2\text{H}_5$) этил
Пропан $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ <i>н</i> -пропил
	$\text{CH}_3-\text{CH}-$ изопропил $\quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad \text{CH}_3$
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <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>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \text{ изобутил} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <hr/> $\begin{array}{c} \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \text{ трет-бутил} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>2,2-диметилпропан</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2- \text{ неопентил} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

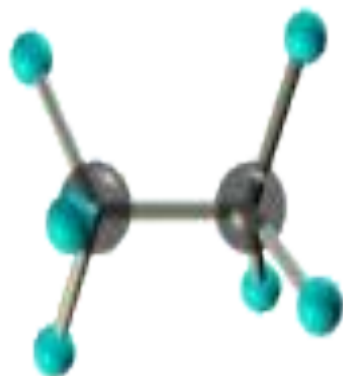
3.Изомерии

- Структурная изомерия

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

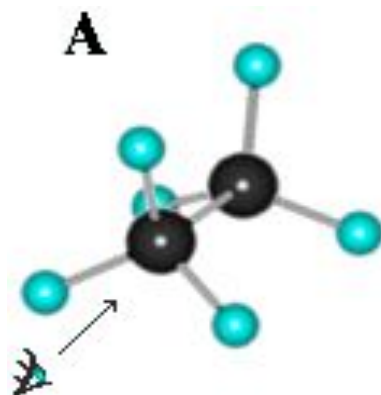


• Поворотная изомерия

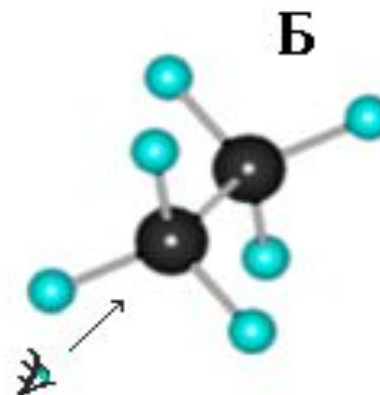


Пространственные формы молекулы, переходящие друг в друга путем вращения вокруг сигма – связей С – С, называют конформациями или поворотными изомерами.

Для этана характерны две конформации, отличающиеся поворотом на 60°



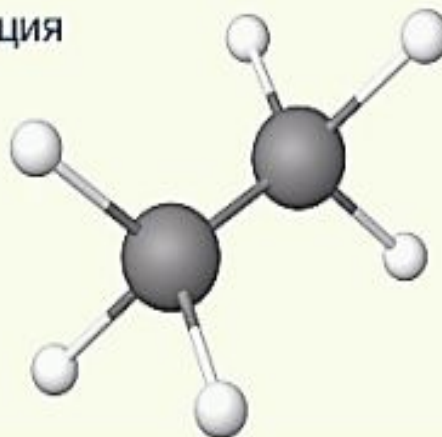
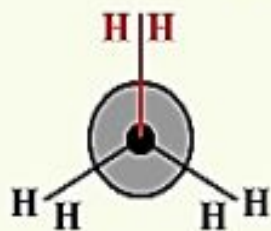
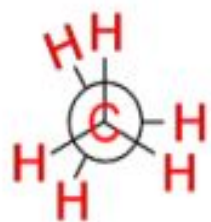
**Заслоненная
конформация**



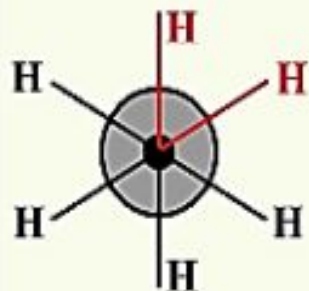
**Заторможенная
конформация**

Конформации этана

Заслоненная конформация



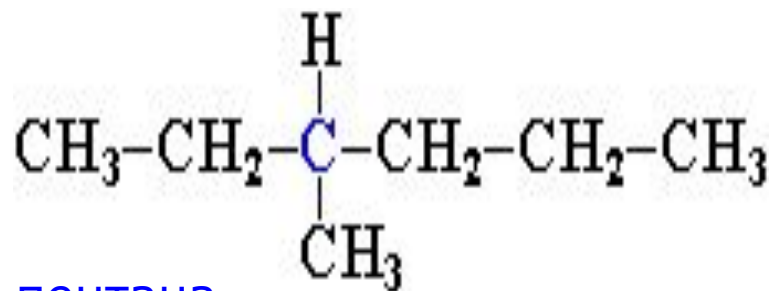
Заторможенная конформация



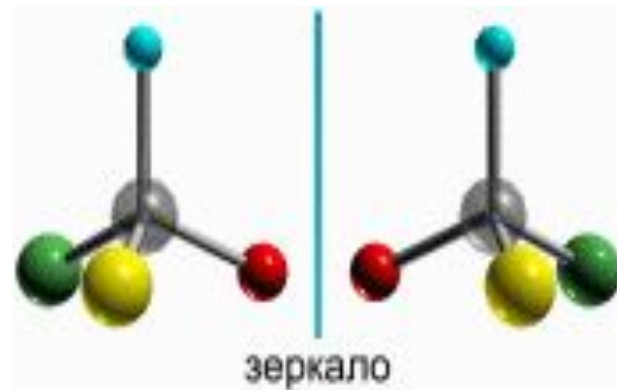
• Зеркальная изомерия (оптическая)

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



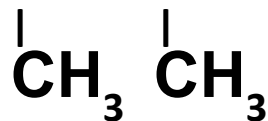
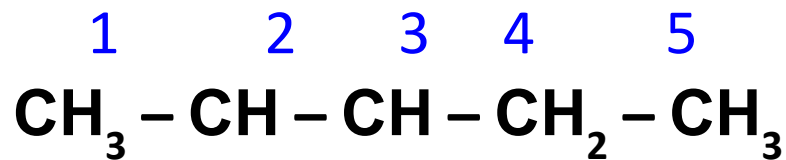
Изомеры пентана



ЛР

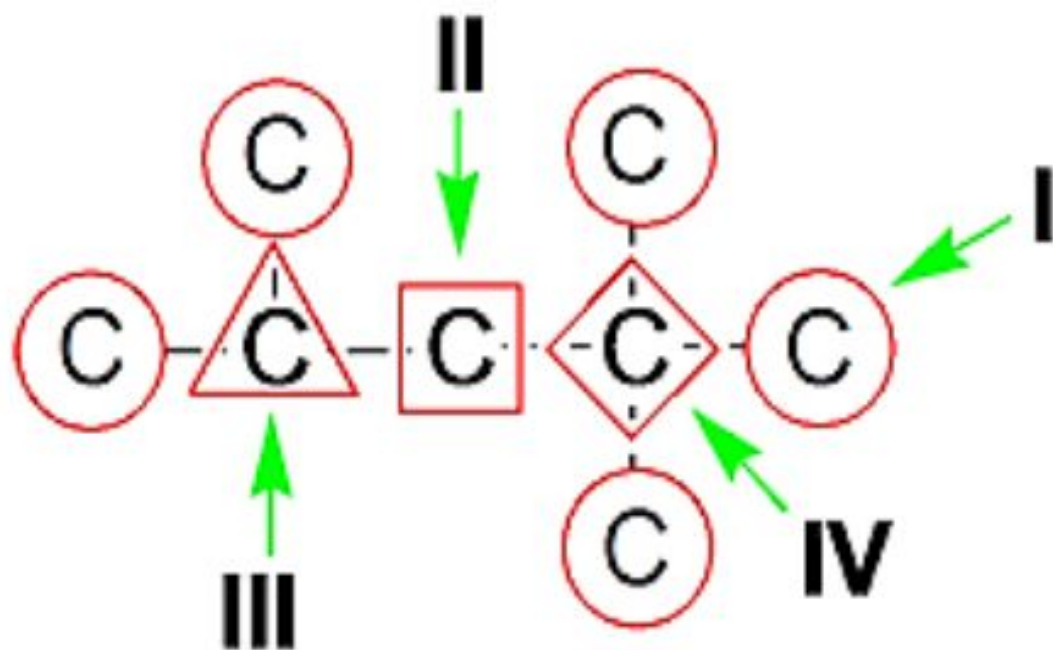
4. Номенклатура

- 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)



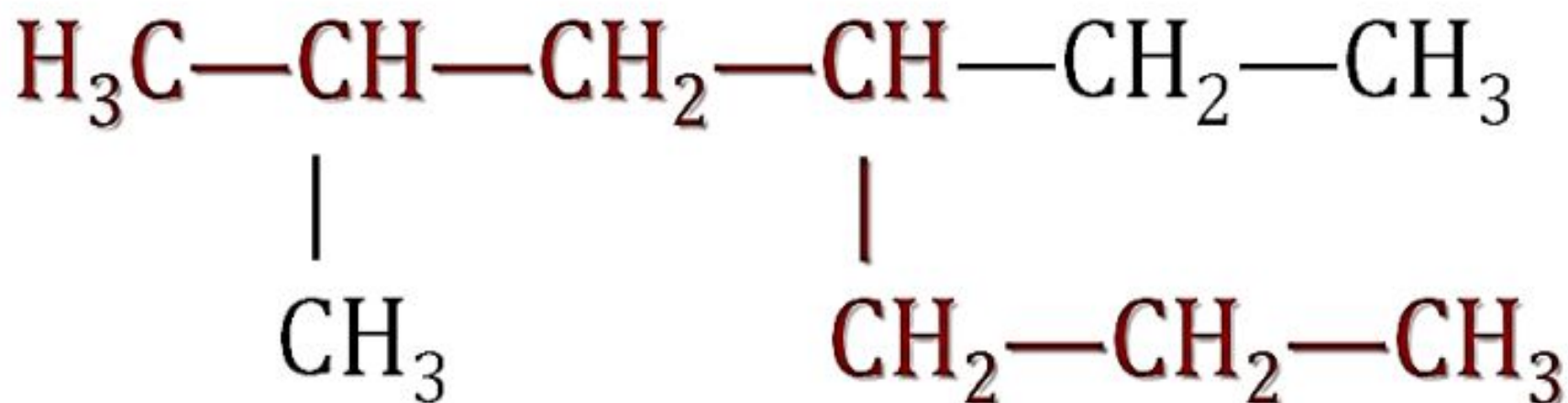
2, 3 - диметилпентан

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

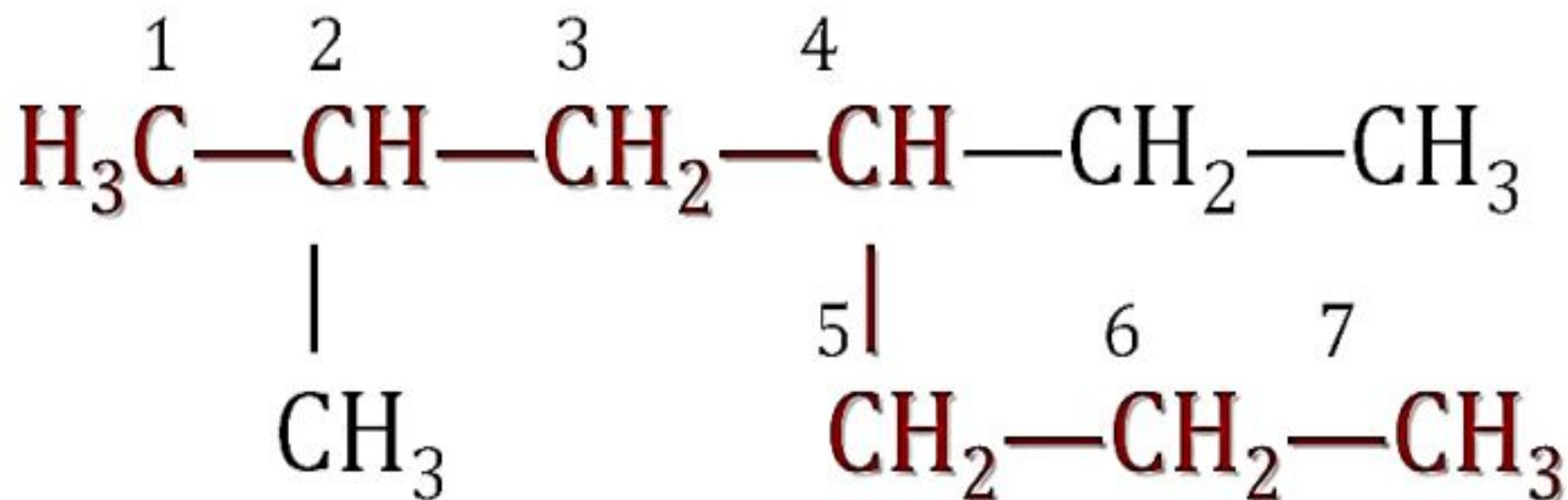


Номенклатура алканов разветвленного строения

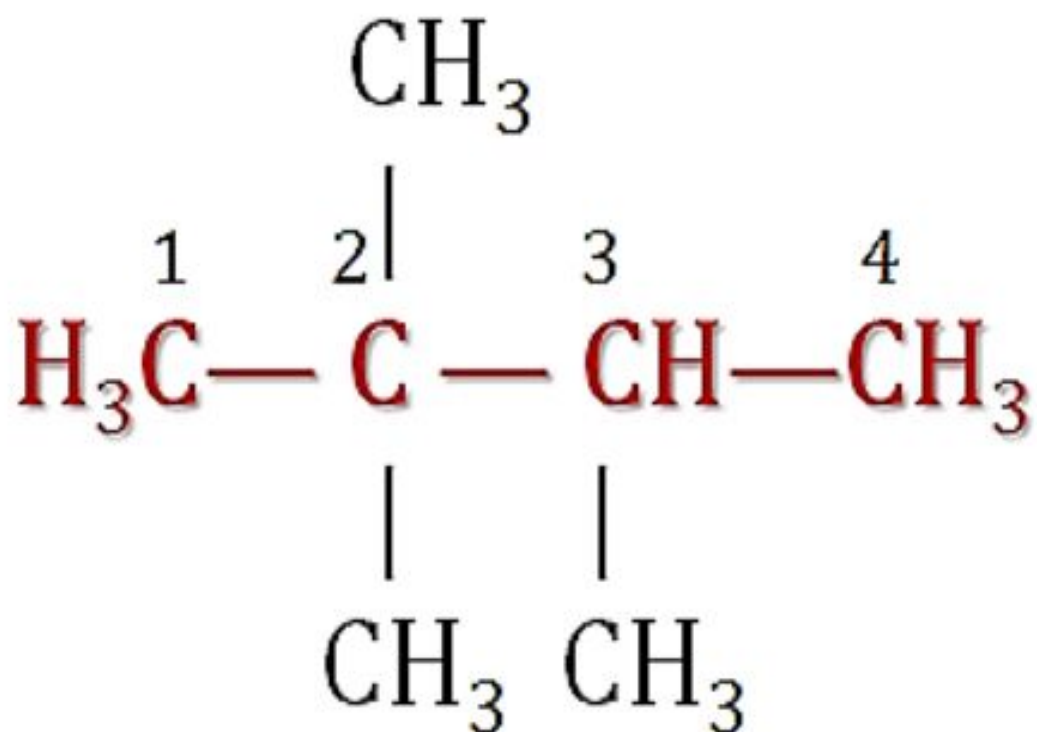
1. Выбрать наиболее длинную цепь атомов углерода (главная цепь).



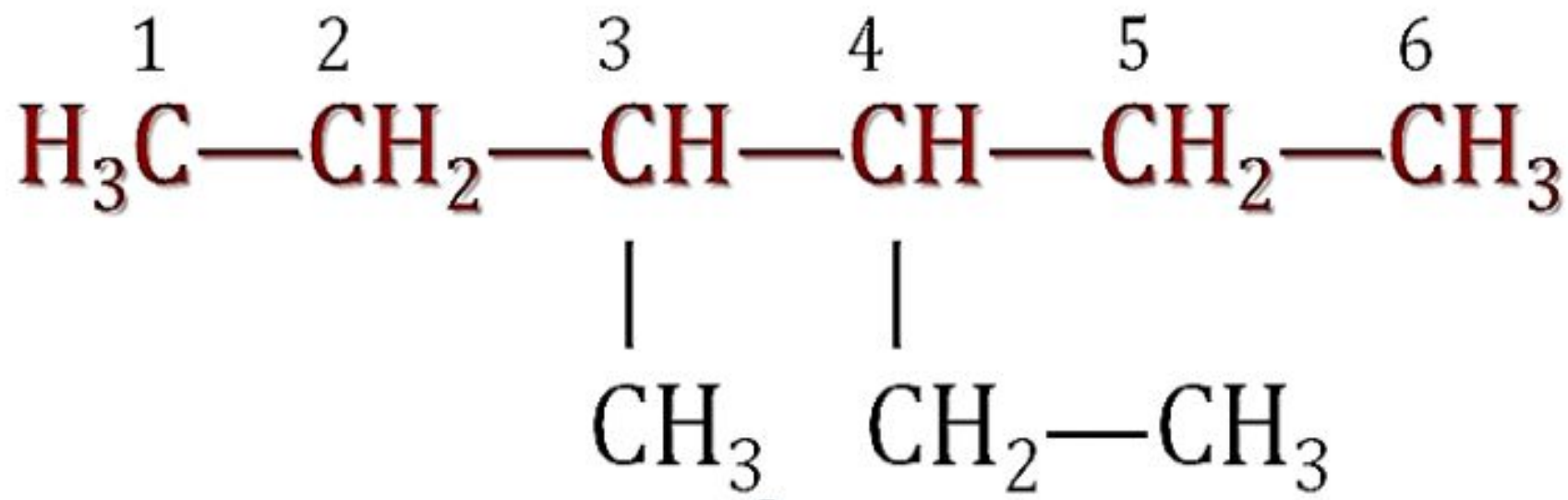
2. Пронумеровать атомы углерода цепи с того конца, к которому ближе находится разветвление (радикал).



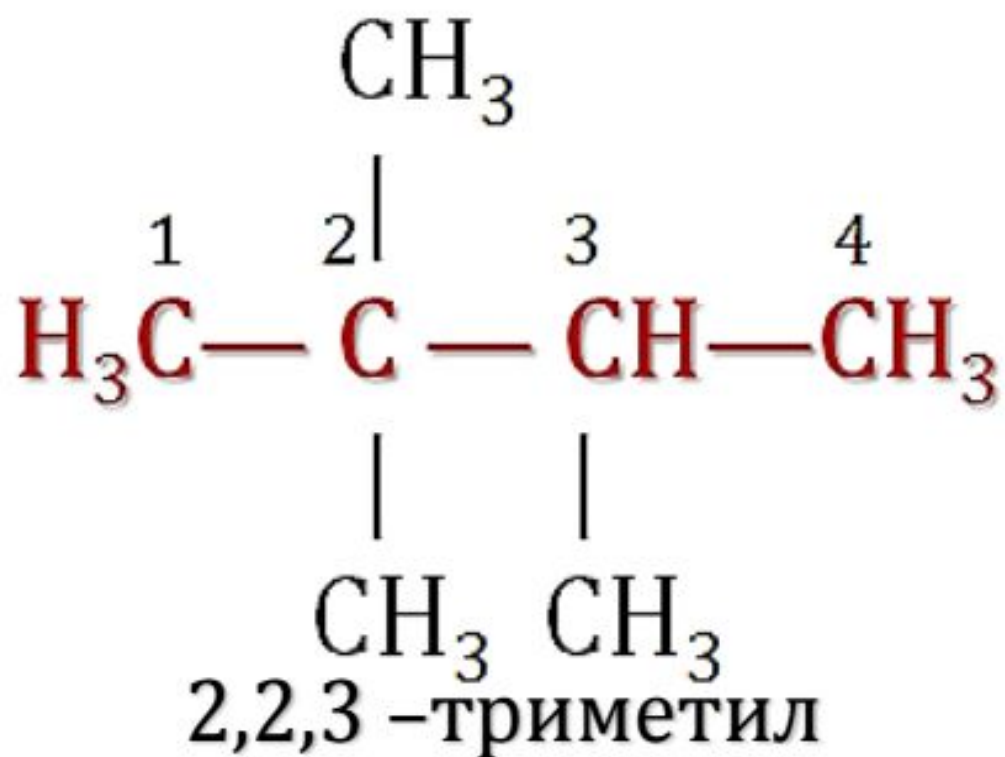
- Если заместители стоят на равном удалении, то нумерация с того конца, где их больше.



- 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).

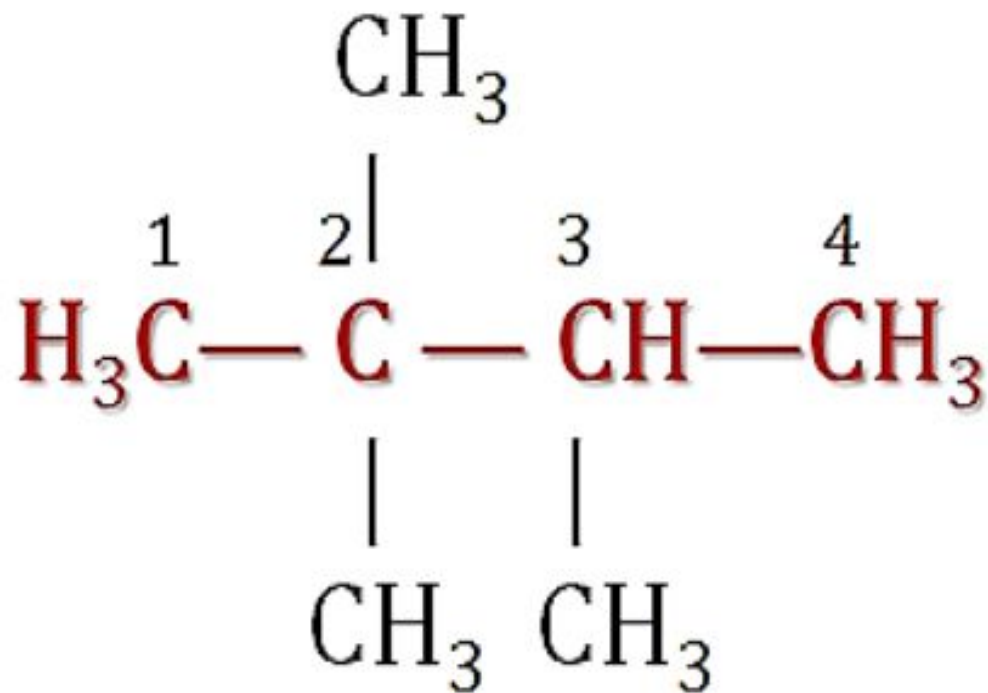


3. Сначала перечисляют все заместители с указанием номера атома С, при котором они стоят; их количество множительными приставками: «ди» (два), «три» (три), «тетра» (4), «пента» (5) и т.д.



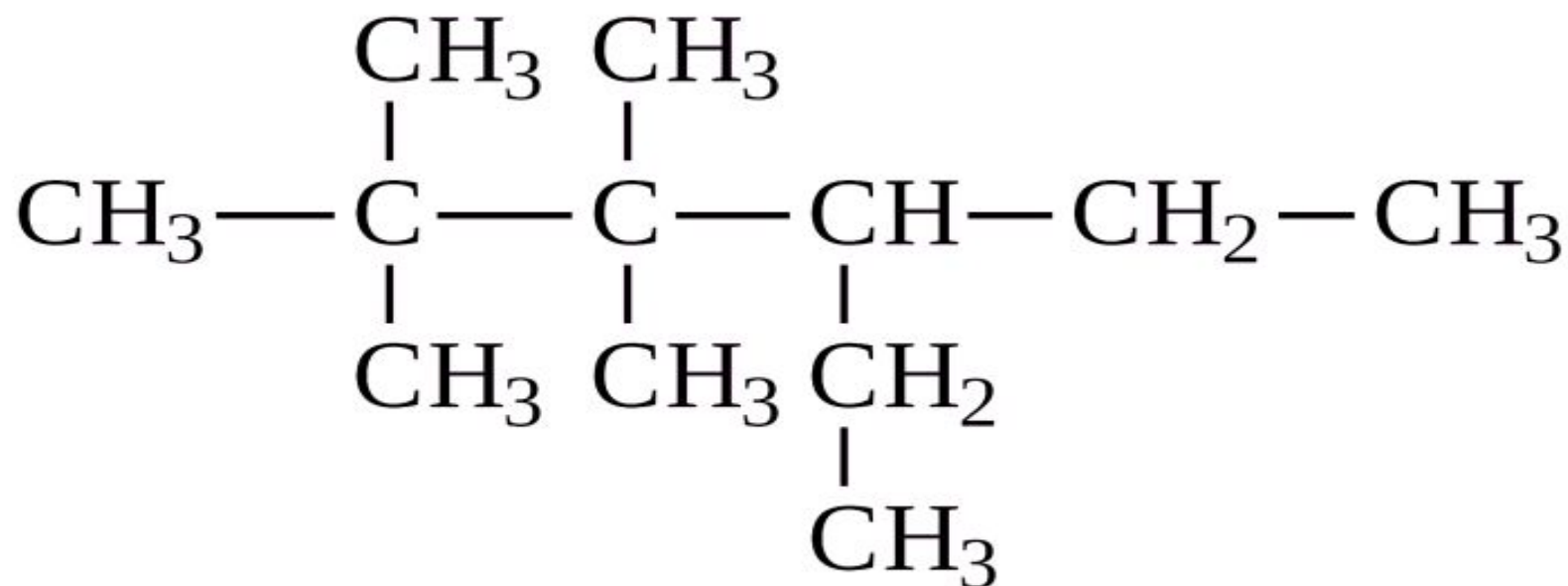
4. Цифры от цифр отделяют запятыми, цифры от слов – дефисами.

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

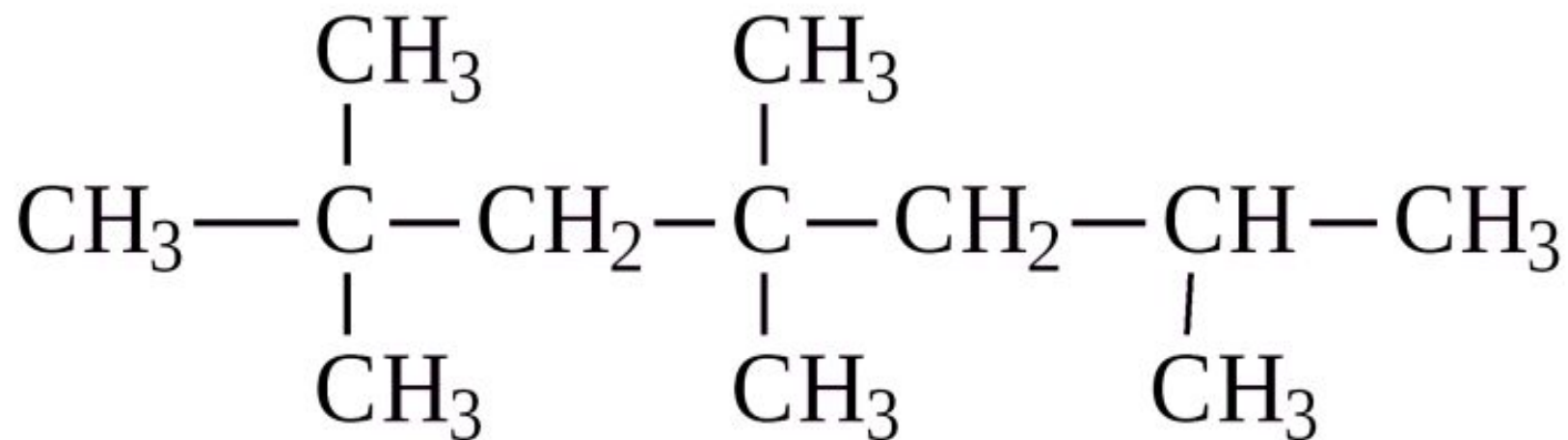


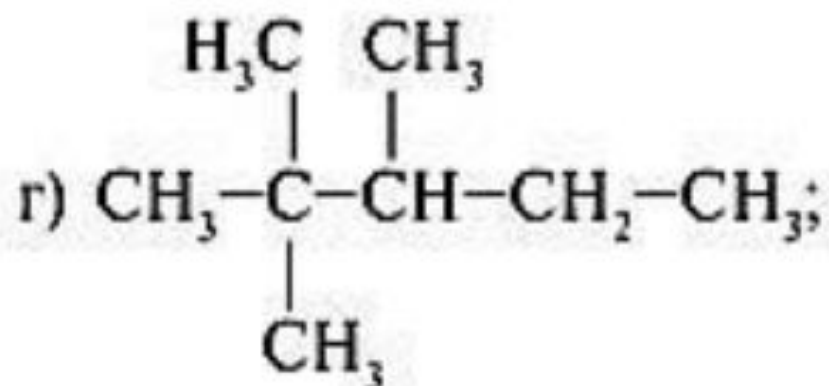
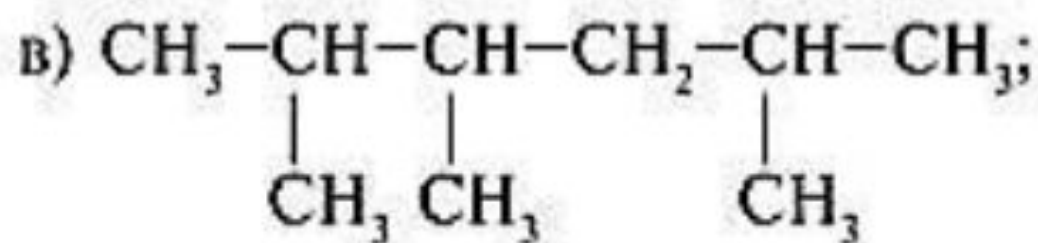
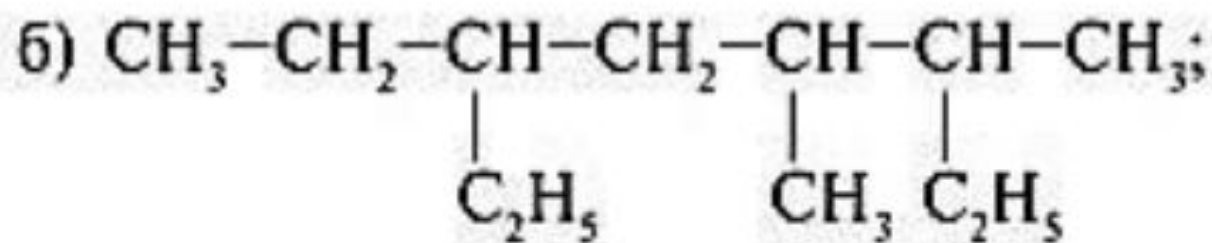
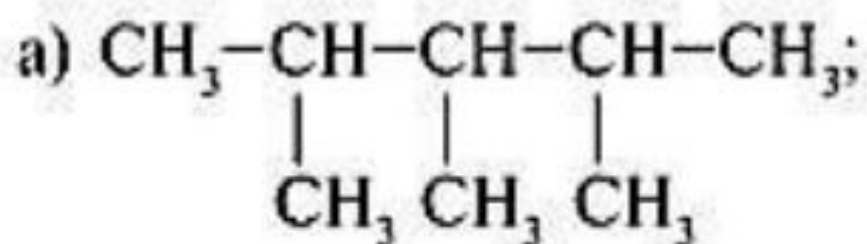
2,2,3 -триметилбутан

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.

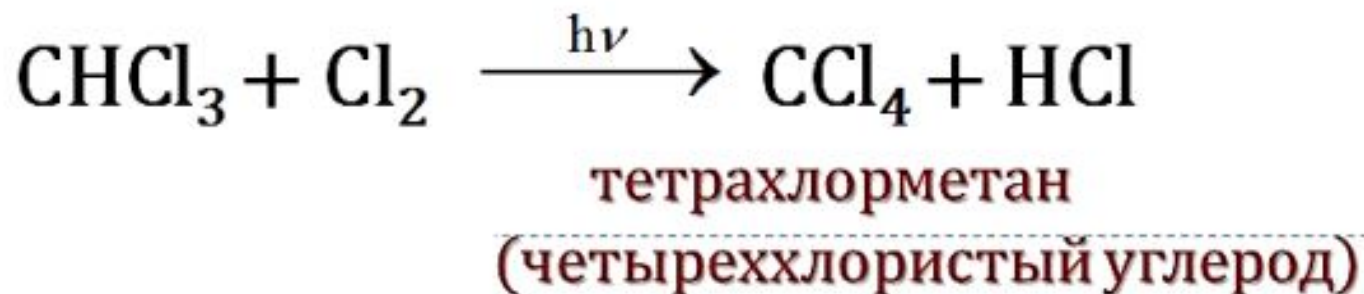
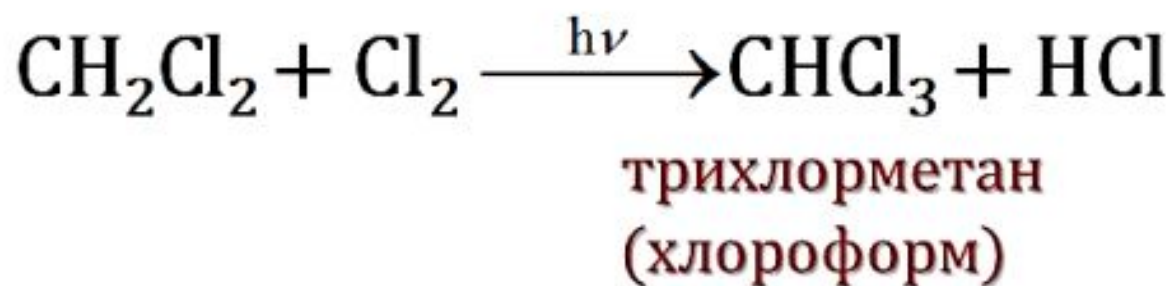
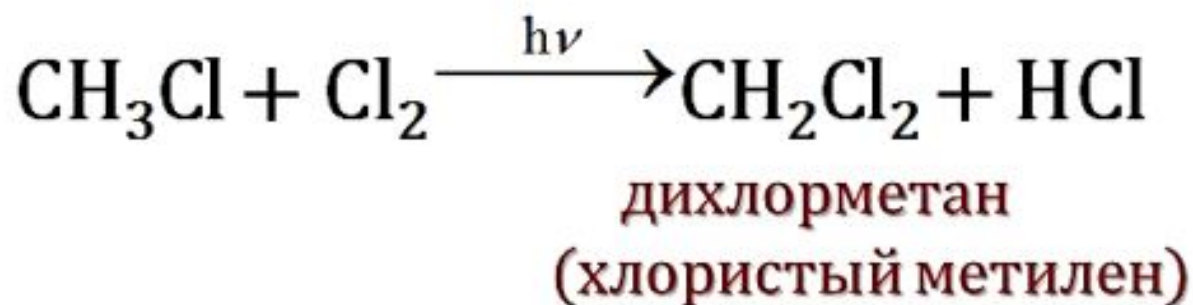
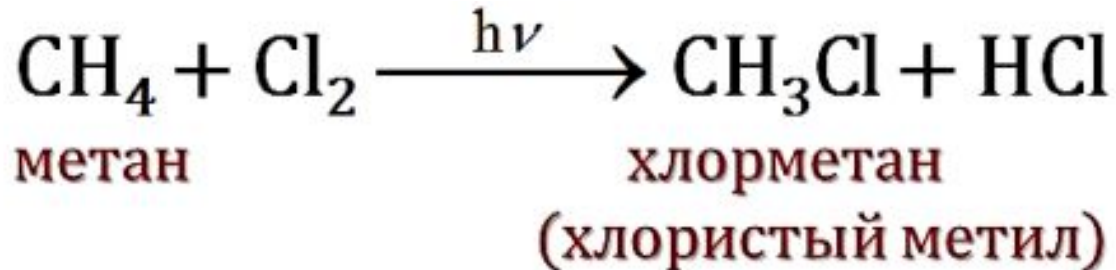
а) Галогенирование

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.



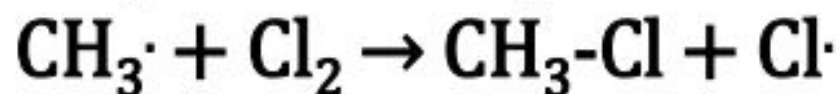
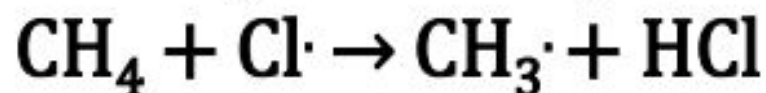
Радикальные реакции имеют цепной механизм, включающий стадии: зарождение, развитие и обрыв цепи

(свободнорадикальные цепные реакции)

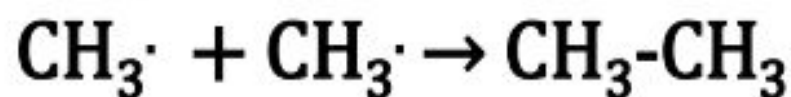
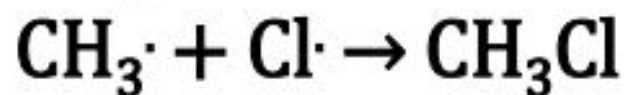
1. Зарождение цепи (инициирование):

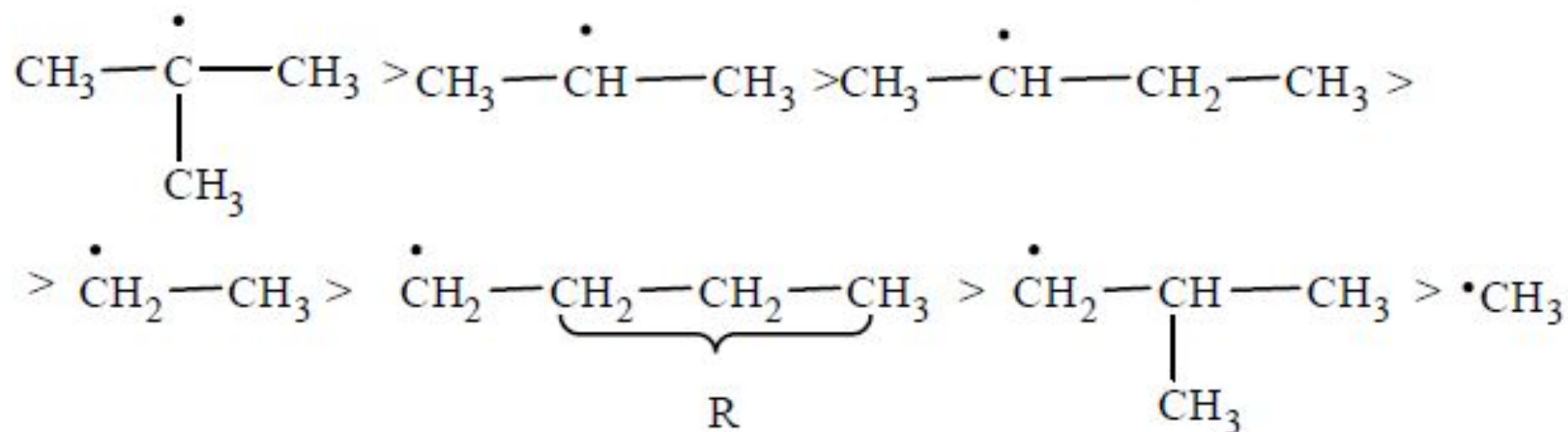
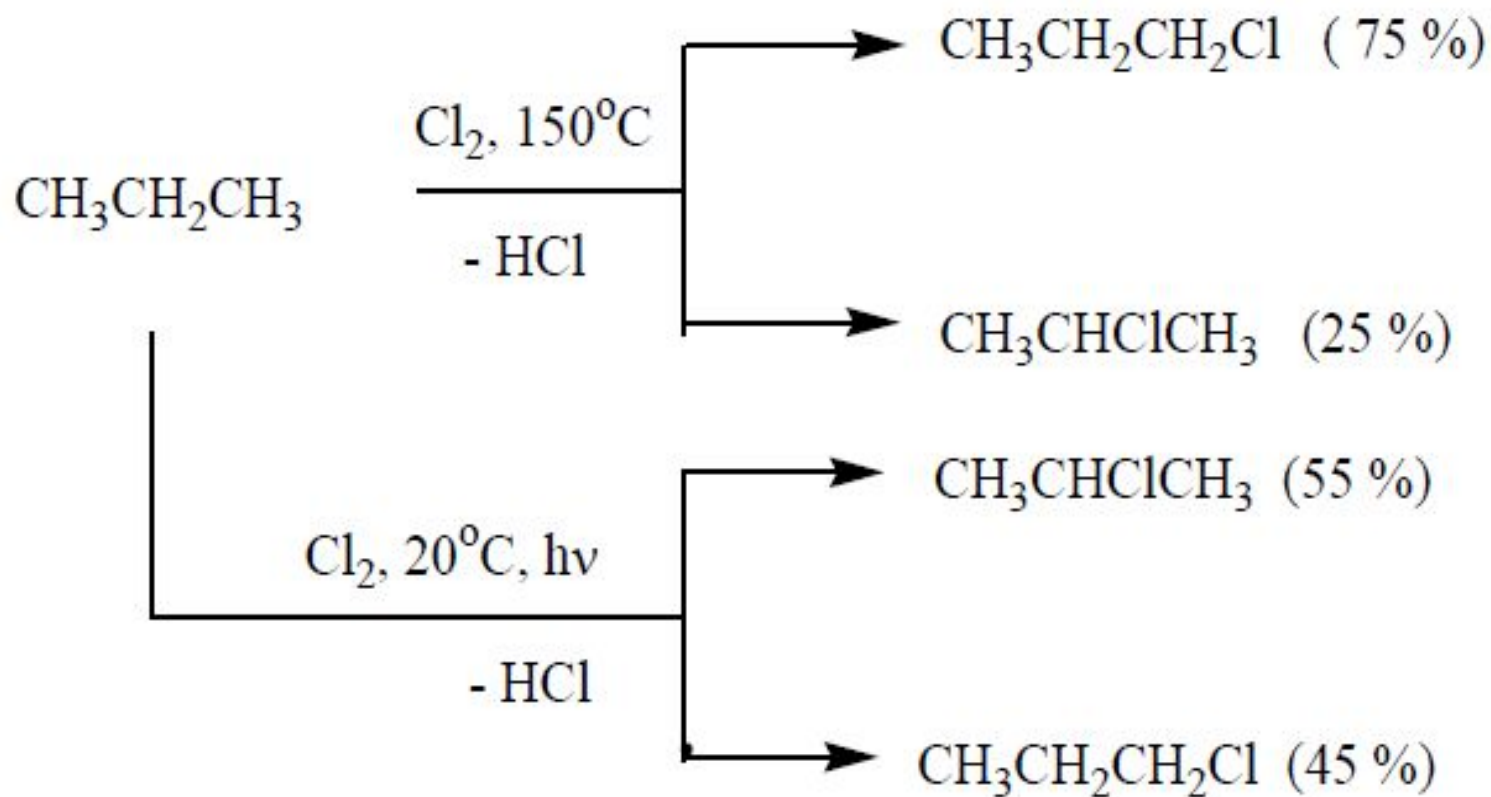


2. Рост (развитие) цепи:

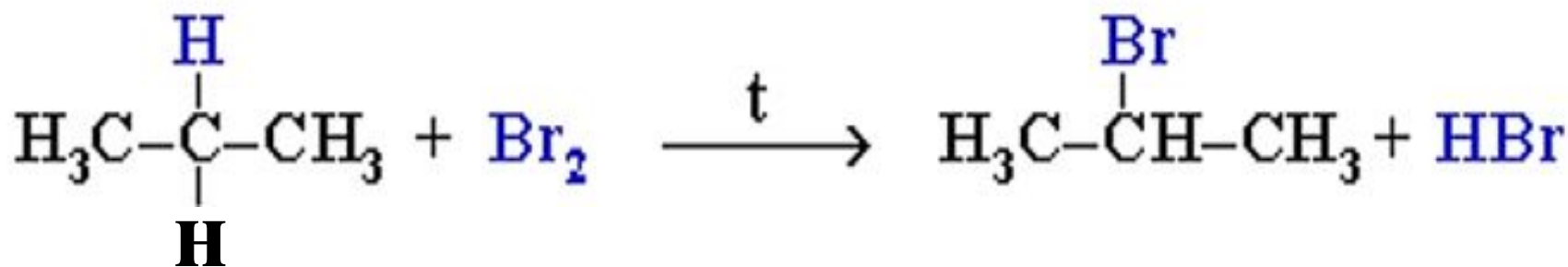
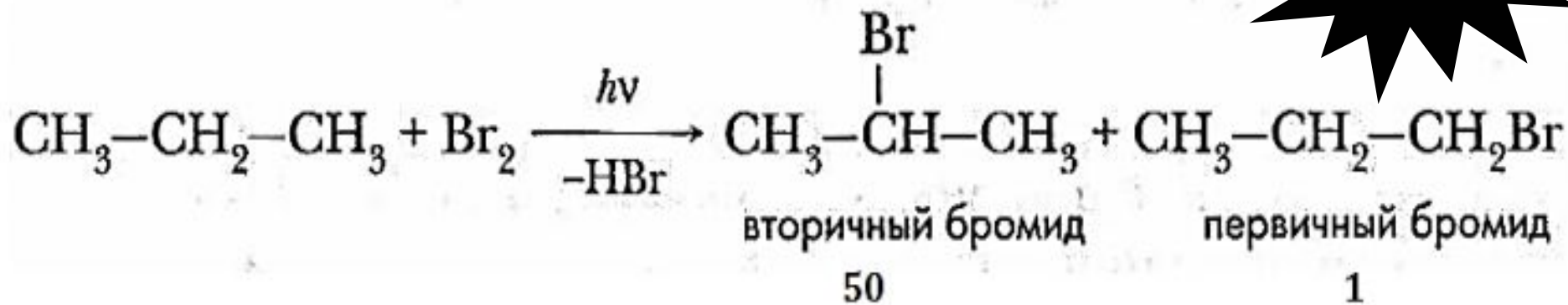
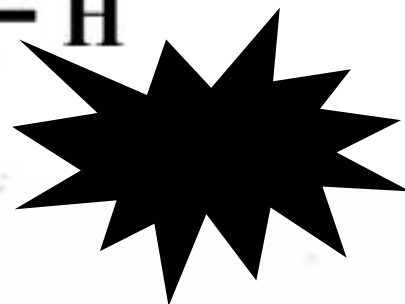
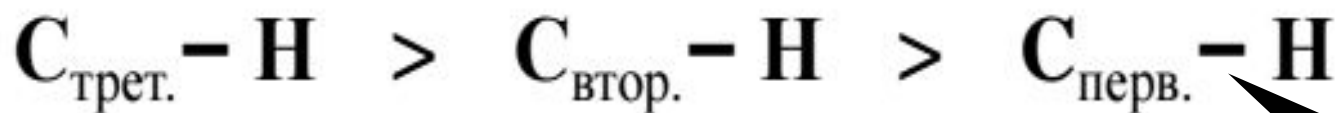


3. Обрыв цепи:





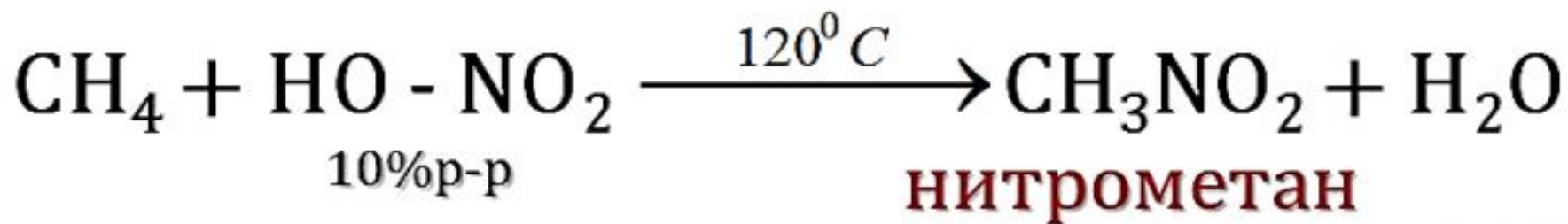
В реакциях замещения алканов легче всего замещаются атомы водорода у **третичных** атомов углерода, затем у **вторичных** и, в последнюю очередь, у **первичных**.



б) Нитрование (реакция Коновалова)

При нагревании вступают в реакцию с раствором азотной кислоты.

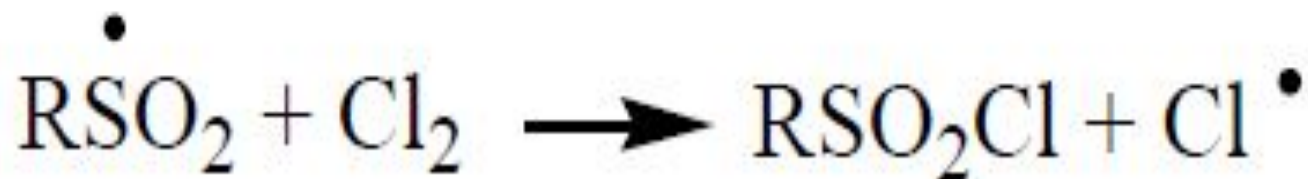
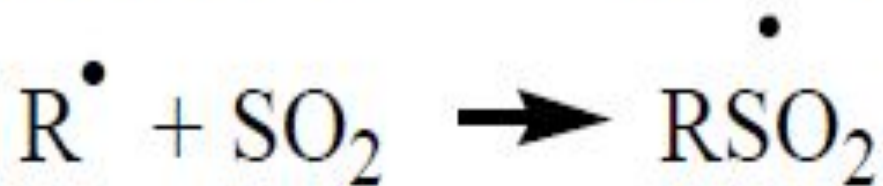
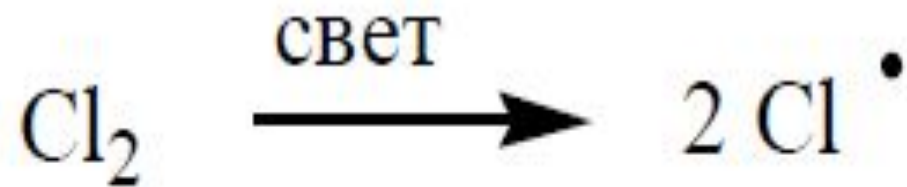
Азотная кислота: HNO_3 (НО - NO_2)



Нитроалканы используются для получения взрывчатых веществ и ракетного топлива.



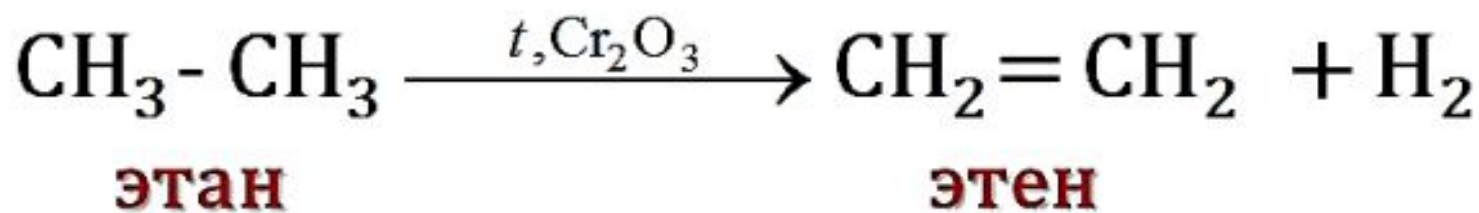
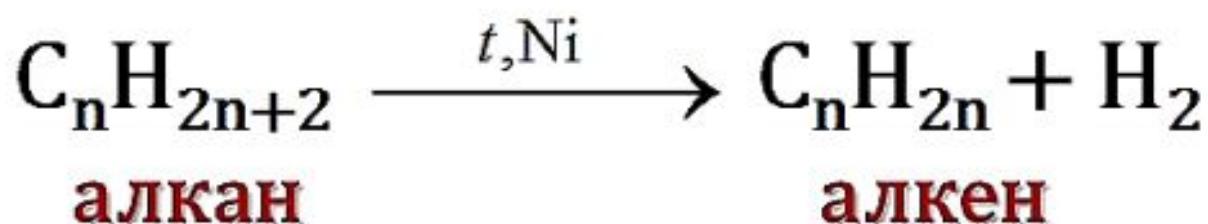
в)сульфохлорирование

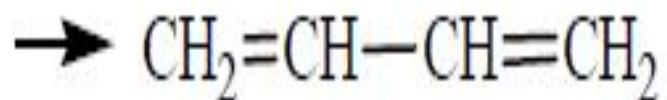
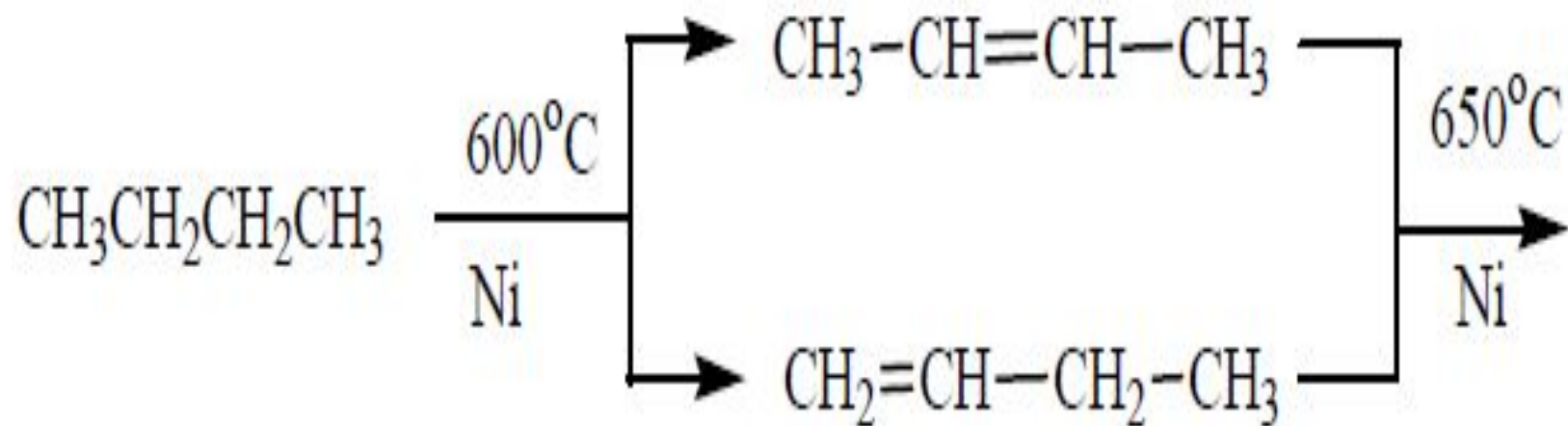


2. Реакции отщепления E

Дегидрирование - отщепление молекулы водорода.

Условия: катализаторы (Pt, Pd, Ni, Cr₂O₃), повышенная t.

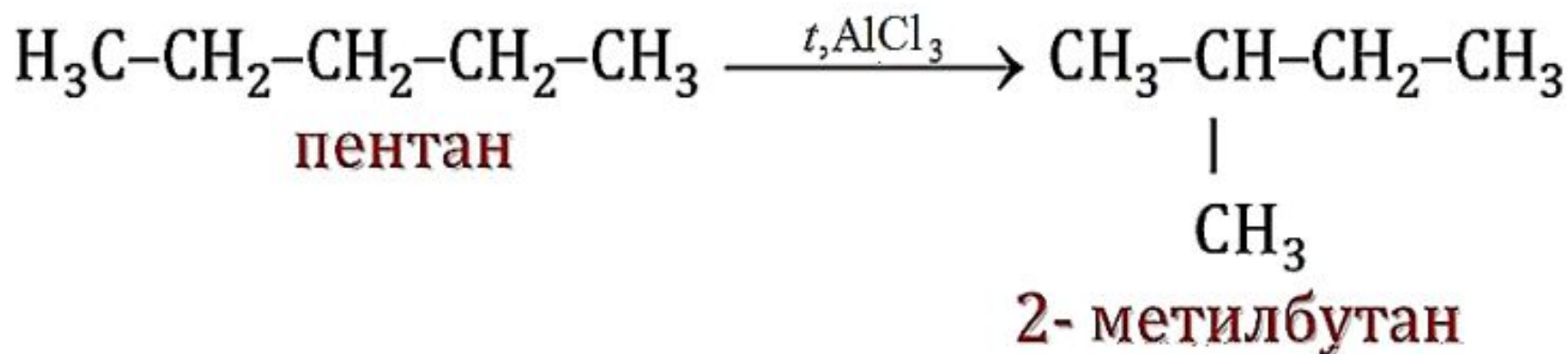




Ароматизация

3. Реакции изомеризации (перегруппировки)

n-алкан $\xrightarrow{t, AlCl_3}$ изоалкан

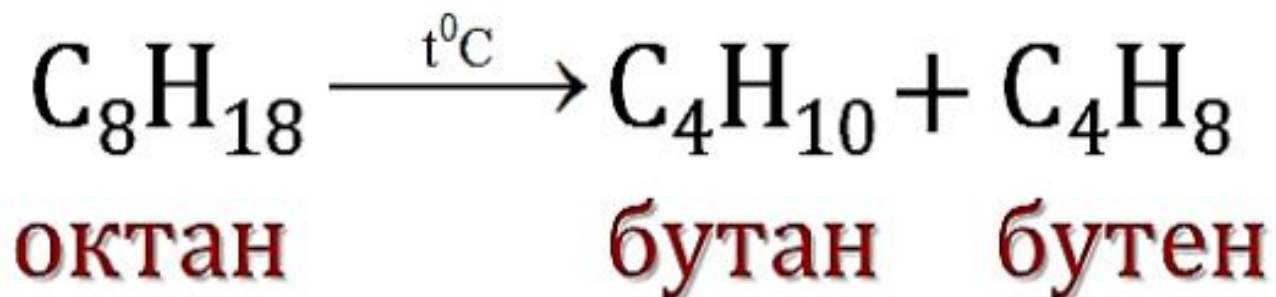


4. Реакции разложения

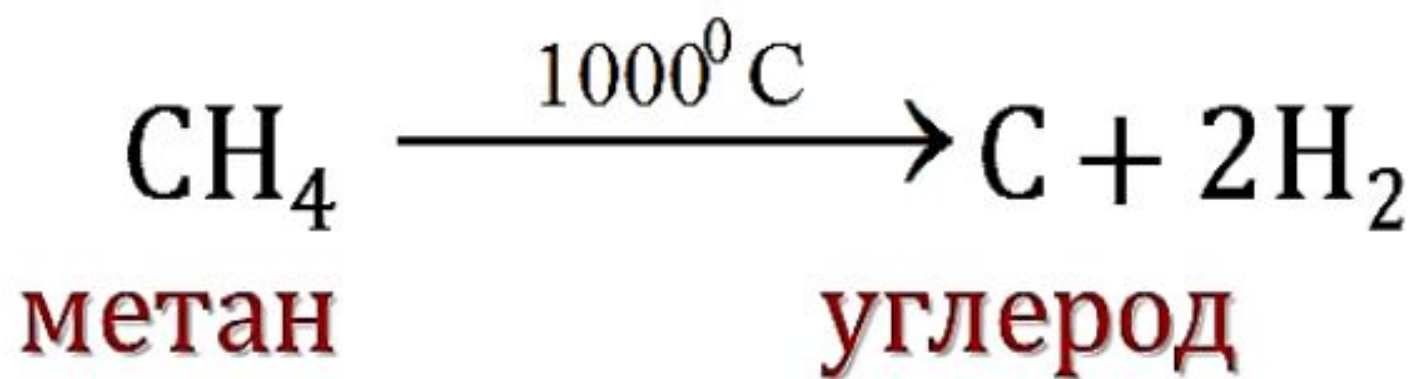
а) Крекинг - разложение алканов при высокой температуре (с разрывом С-С- связей):

-термический крекинг

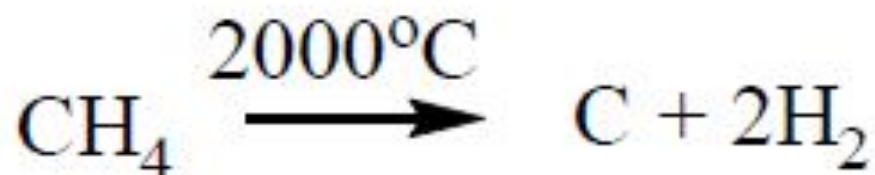
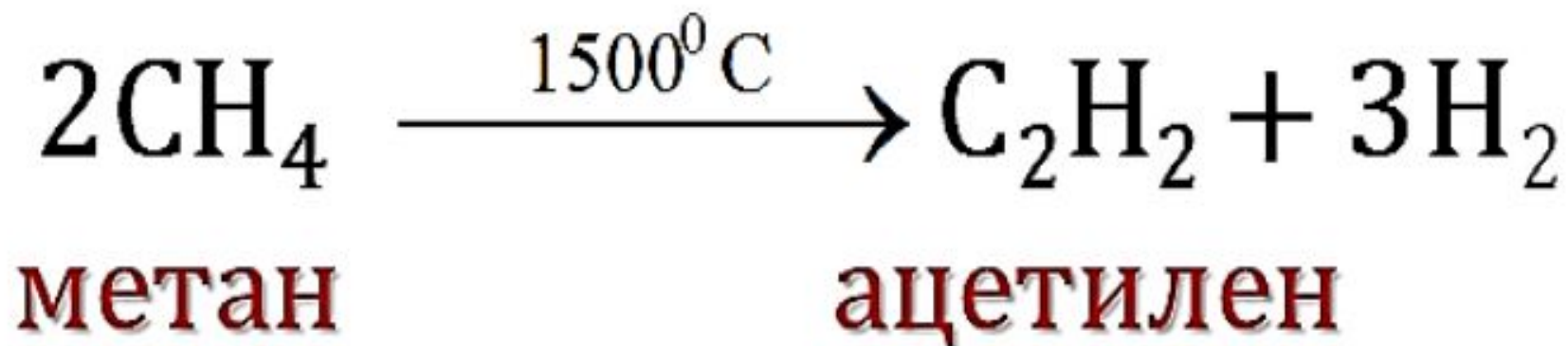
- каталитический крекинг



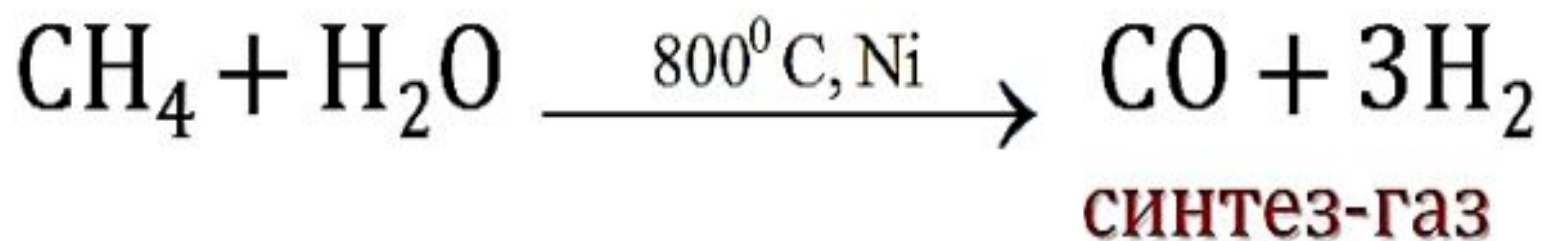
б) Пиролиз - разложение без доступа воздуха.



в) При нагревании до 1500°C происходит образование ацетилена и водорода:

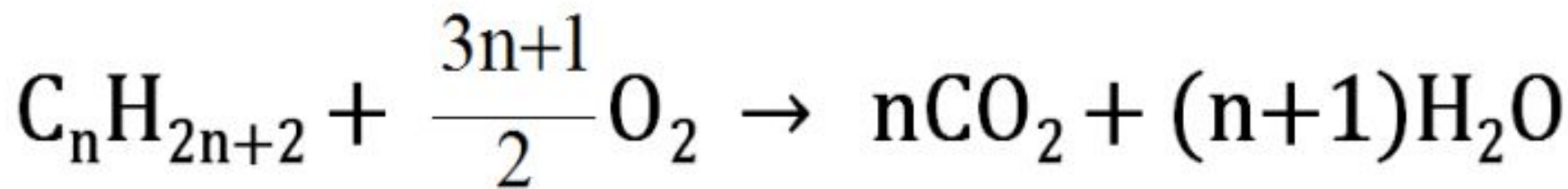


г) **Конверсия метана** - взаимодействие метана с нагретым водяным паром в присутствии никелевого катализатора с образованием **синтез – газа** (смесь CO и H₂). Синтез-газ используют для получения кислородсодержащих органических веществ и синтетического бензина.

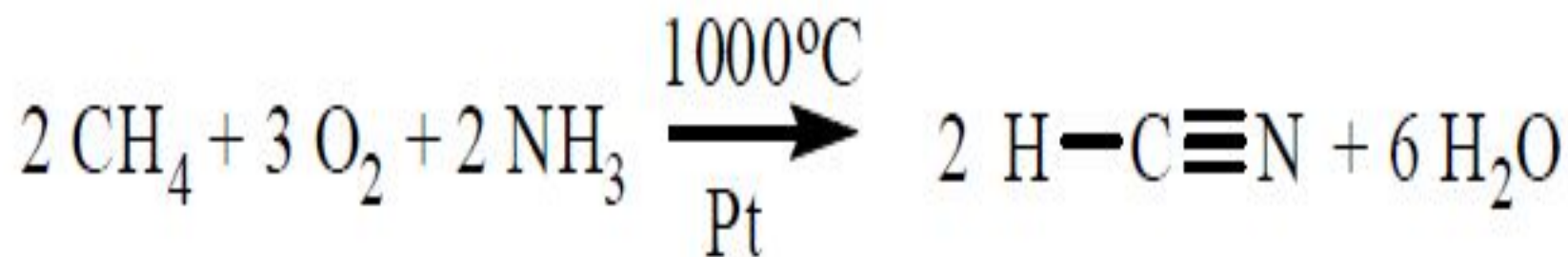


5. Реакции горения - при горении алканов выделяется большое количество теплоты, многие алканы используются в качестве топлива.

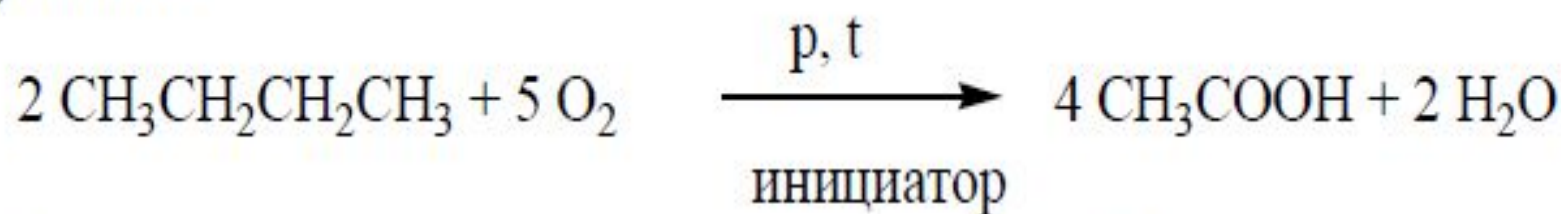
Метан, этан, пропан, бутан горят бесцветным пламенем; при горении гексана и гептана образуется много копоти.



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.

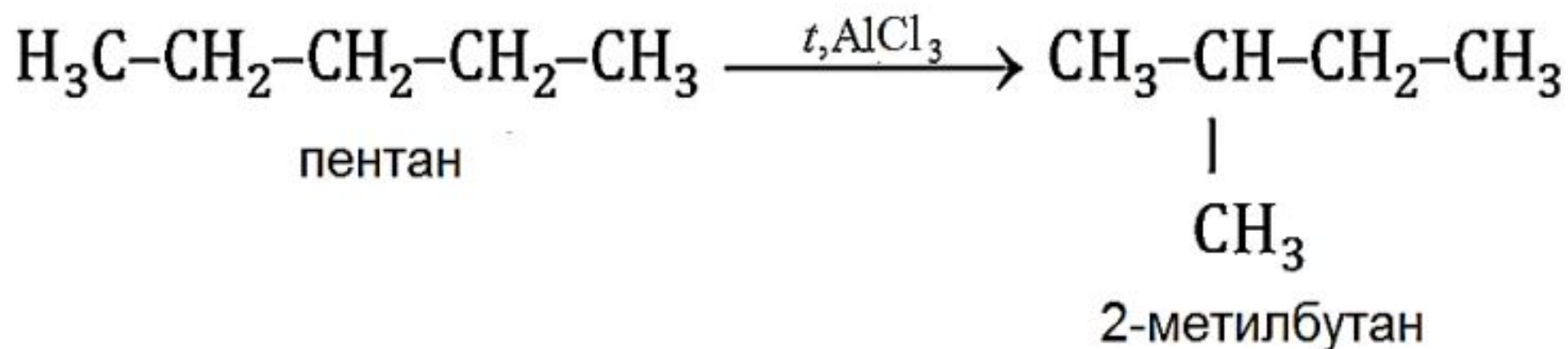
1. Выделение углеводородов из природного сырья:

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

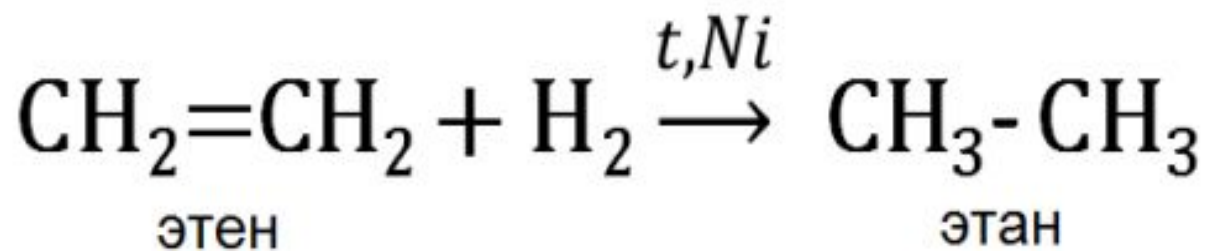
2. Крекинг нефти:



3. Изомеризация алканов:

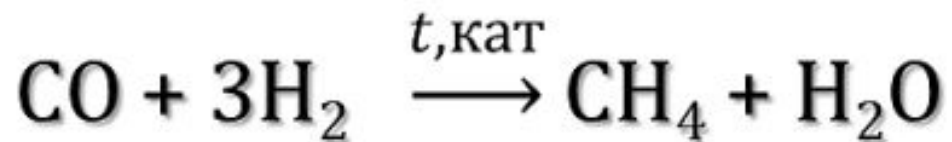
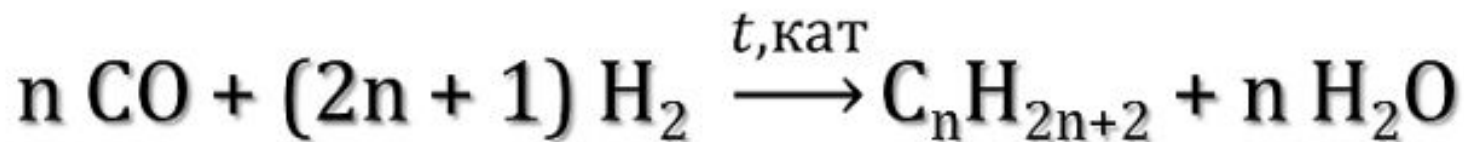


4. Гидрирование непредельных углеводородов:



1926г. Фишер,Тропш

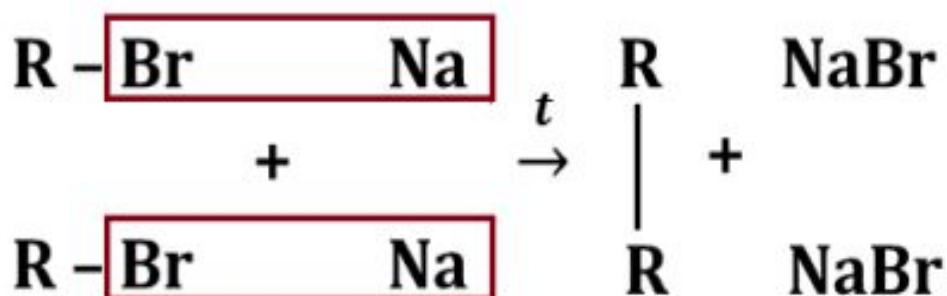
5. Синтез на основе водяного газа:



II. Лабораторные способы получения алканов.

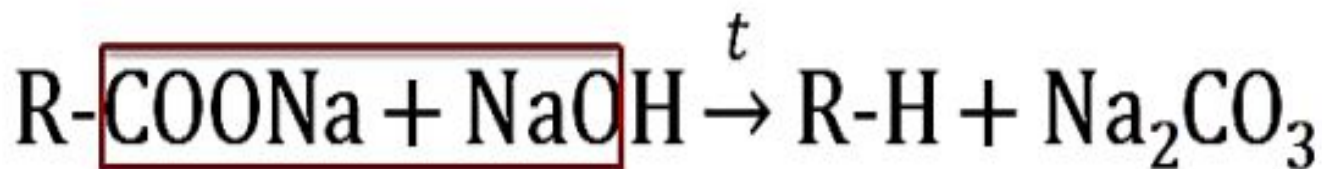
1. Реакция Вюрца - взаимодействие натрия с галогенпроизводными алканов:

Приводит к увеличению углеводородной цепи.



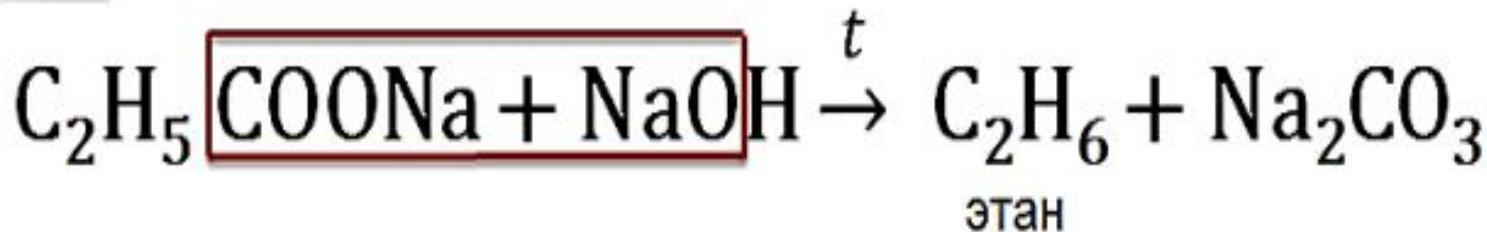
Если в реакцию вступают различные галогеналканы, то образуется смесь алканов.

2) Реакция Дюма - сплавление солей карбоновых кислот со щелочью.

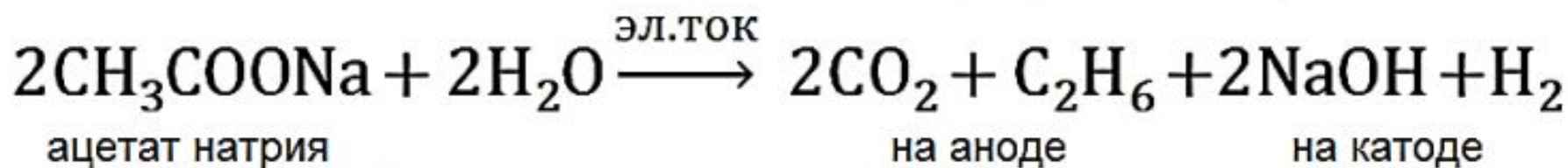


ацетат натрия тв.

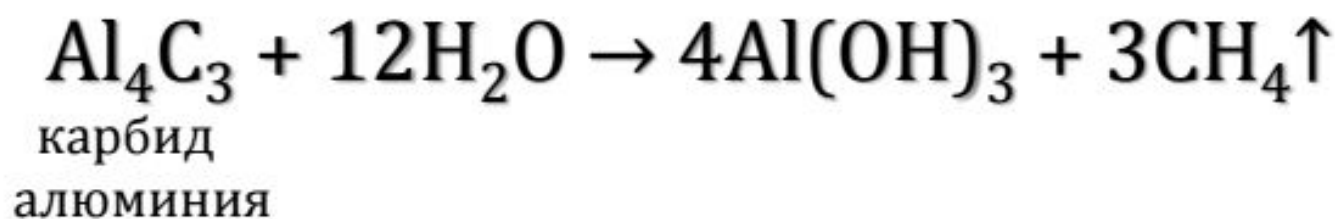
метан



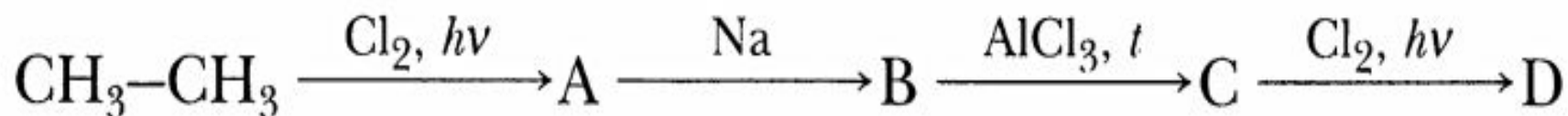
3) Синтез Кольбе - электролиз солей карбоновых кислот.



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.