

# **Насыщенные (предельные) углеводороды**

## **Алканы (парафины)**

**Алканами или предельными углеводородами** называются соединения, в молекулах которых каждый углеродный атом затрачивает на соединение с соседним углеродом одну валентность, остальные валентности насыщены атомами водорода, поэтому данный класс соединений называется насыщенным или предельным.

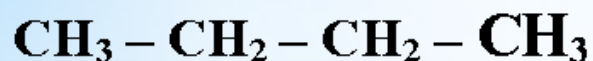
**$C_nH_{2n+2}$**  – общая формула

# I. Изомерия и номенклатура предельных углеводородов

**Изомерия** предельных углеводородов связана со структурным строением молекулы. Вещества, тождественные по составу и молекулярной массе, но отличающиеся по химическому строению, называются структурными **изомерами**

Например:

бутан -  $C_4H_{10}$ , имеет два изомера:



н-бутан



изобутан

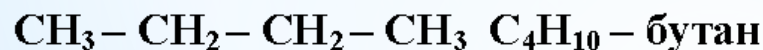
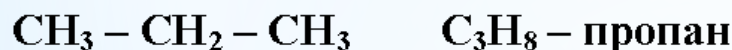
**Существует 3 основных вида номенклатур:**

**1. Эмпирическая (тривиальная) номенклатура** – это историческое название соединений.

**2. Рациональная номенклатура.** По рациональной номенклатуре за основу принимается родоначальник гомологического ряда, а все соединения этого ряда рассматриваются как его замещенные.

**3. Систематическая международная номенклатура IUPAC** – международный союз чистой и прикладной химии.

Первые члены гомологического ряда имеют **тривиальные** названия



Далее названия образуются из греческих и латинских числительных добавлением суффикса – **ан**:

$\text{C}_5\text{H}_{12}$  – пентан,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  – гексан,  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  – гептан,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  – октан,  $\text{C}_9\text{H}_{20}$  – нонан,  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$  – декан и т.д.

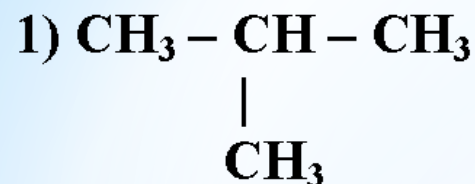
**Рациональная номенклатура** учитывает строение называемого соединения. За основу принимается первый член гомологического ряда (метан) и соединение рассматривается как производное метана с последовательным перечислением введённых радикалов (от простого к сложному или по алфавиту). Для этого необходимо знать названия радикалов – **алкилов**

№	Радикал	Название радикала
1	2	3
1	$\text{CH}_3-$	метил
2	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	этил
3	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	н-пропил
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \end{array}$	изопропил (вторичный)
5	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	н-бутил
6	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \end{array}$	вторичный бутил
7	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	третичный бутил
8	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	первичный изобутил
9	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	неопентил

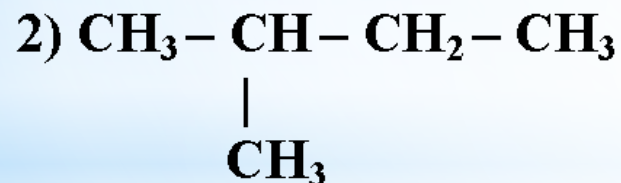
Если **свободная валентность** в радикале принадлежит атому углерода, имеющему только одну непосредственную связь с углеродными атомами, то радикал называется **первичным**. При наличии двух таких связей радикал называется **вторичным**, трёх – **третичным**.



**Например:**



- а) изобутан (эмпирическая номенклатура);**
- б) триметилметан (рациональная номенклатура).**



- а) изопентан (эмпирическая номенклатура);**
- б) диметилэтилметан (рациональная номенклатура).**

## Систематическая номенклатура ИУРАС

### Правила наименования по номенклатуре ИУРАС следующие:

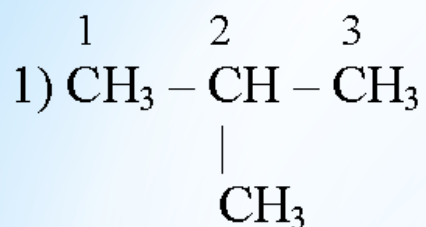
1. В качестве основы выбирается самая **длинная цепь** атомов углерода, и считается, что соединение образуется из этой структуры при замене атомов водорода на различные алкильные группы.

2. Основную углеродную цепь нумеруют арабскими цифрами так, чтобы цифры, указывающие положение боковых цепей, были **наименьшими**.

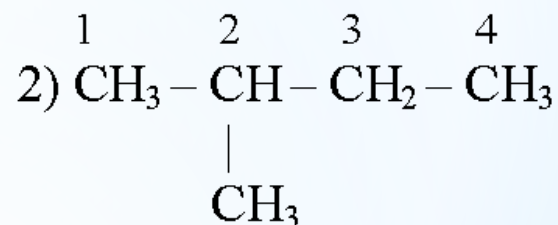
3. Если одна и та же алкильная группа встречается более одного раза, то перед ней ставят приставку **ди-, три-, тетра-** и т.д., чтобы указать число этих групп, и обозначают арабскими цифрами (локантами) положение каждой группы.

4. При наличии нескольких различных алкильных групп их перечисляют либо в порядке **увеличения сложности**, либо в **алфавитном порядке**.

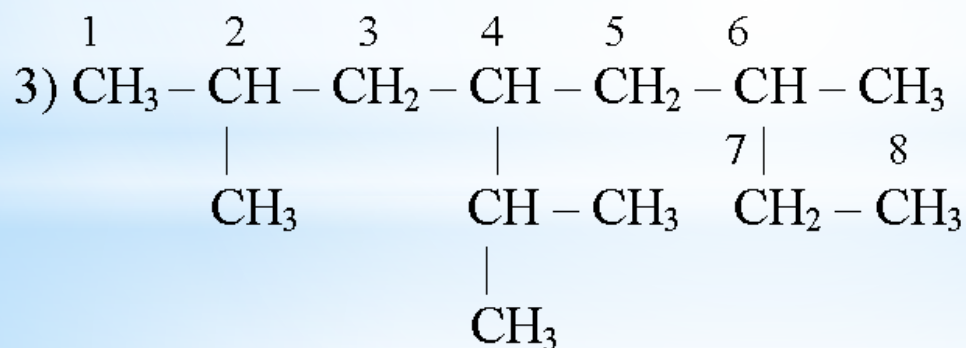
**Например:**



**2- метилпропан**



**2-метилбутан**



**2,6- диметил-4-изопропилоктан**

## **II. Способы получения алканов**

Природными источниками **алканов** являются **нефть и природный газ.**

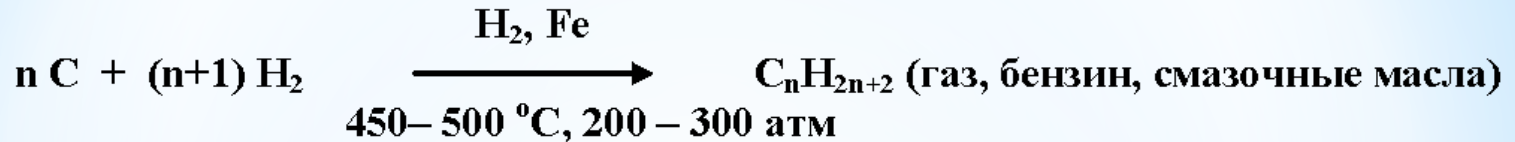
**Природный газ** на **75 – 85%** состоит из **метана.**

**Перегонка нефти** позволяет получить смеси **насыщенных углеводородов** с различной длиной **цепи:**

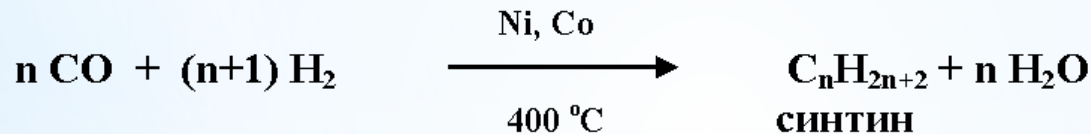
<b>Фракция</b>	<b>Состав</b>	<b>Т кипения, °С</b>
<b>Природный газ</b>	<b><math>C_1 - C_4</math></b>	<b>Ниже 20</b>
<b>Петролейный эфир</b>	<b><math>C_5 - C_6</math></b>	<b>20 – 60</b>
<b>Бензин</b>	<b><math>C_4 - C_8</math></b>	<b>40 – 200</b>
<b>Керосин</b>	<b><math>C_{10} - C_{16}</math></b>	<b>175 – 275</b>
<b>Мазут (диз. топливо)</b>	<b><math>C_{15} - C_{16}</math></b>	<b>250 – 400</b>
<b>Смазочные масла</b>	<b><math>C_{18} - C_{22}</math></b>	<b>Выше 300</b>
<b>Асфальт</b>	<b>Сложная смесь углеводородов (<math>C_{20}</math> и выше</b>	<b>–</b>

# Промышленные методы получения

## 1. Метод Бергиуса (гидрогенизация бурых углей):

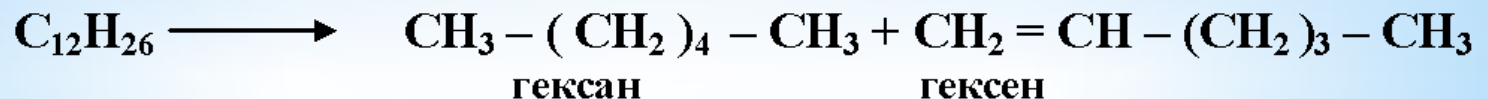


## 2. Метод Фишера-Тропша:



**Синтин** – смесь углеводородов

## 3. Крекинг нефти.



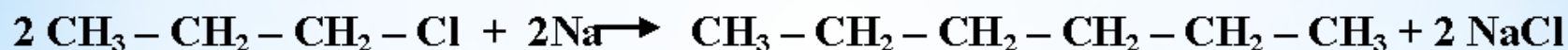
## Лабораторные методы получения

1. Реакция Вюрца – это взаимодействие галогенозамещённых алканов со щелочными металлами (K, Na, Li):



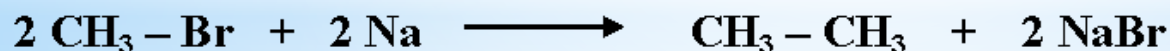
где X =Hal, а R – алкильный радикал

Пример:



хлористый пропи́л

гексан



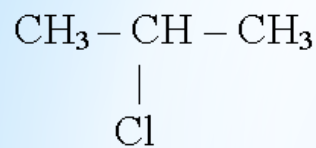
бромистый метил

этан



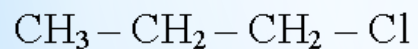
Если в реакции Вюрца использовать в качестве исходных веществ различные галогенопроизводные, то образуется смесь трёх продуктов реакции.

**Пример:**



**хлористый изопропил**

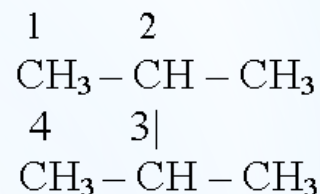
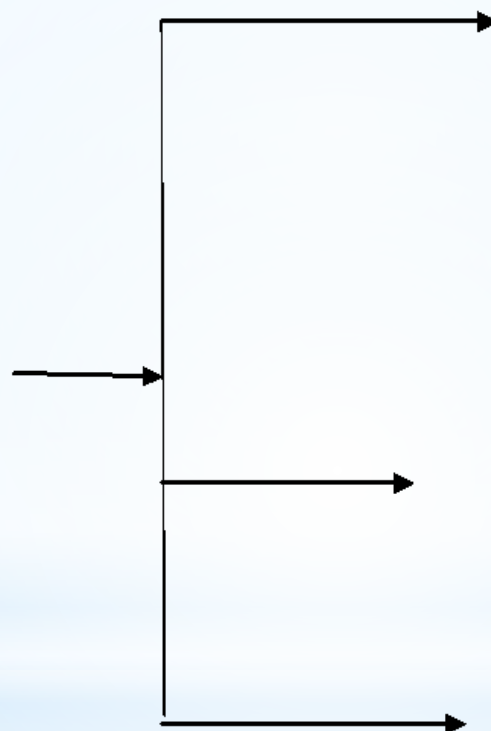
+



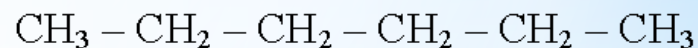
**хлористый пропил**

+

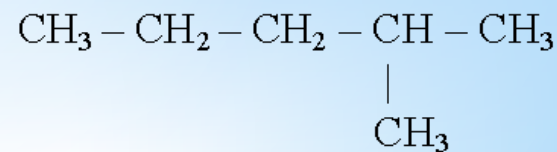
2 Na



**2,3 – диметилбутан**



**гексан**

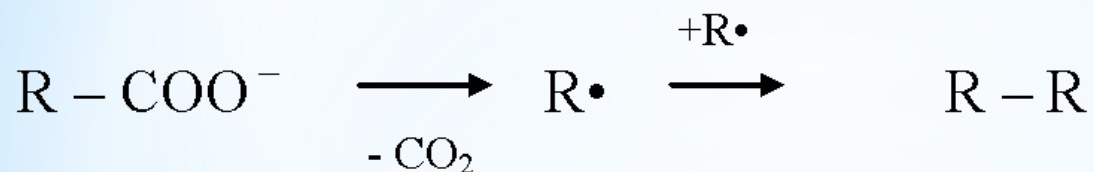


**2 – метилпентан**

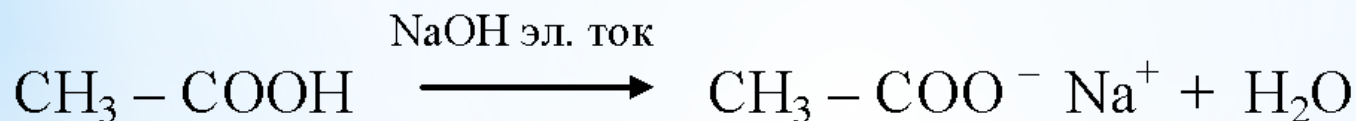
## 2. Реакция Кольбе – электролиз солей одноосновных карбоновых кислот:



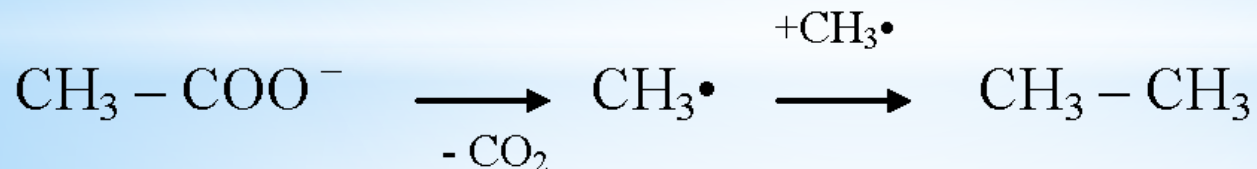
**Анод:**



**Пример:**

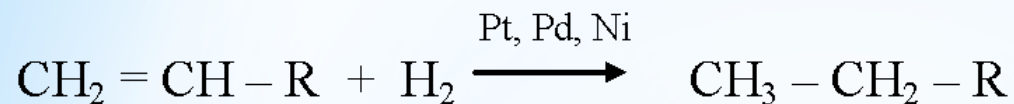


**Анод:**

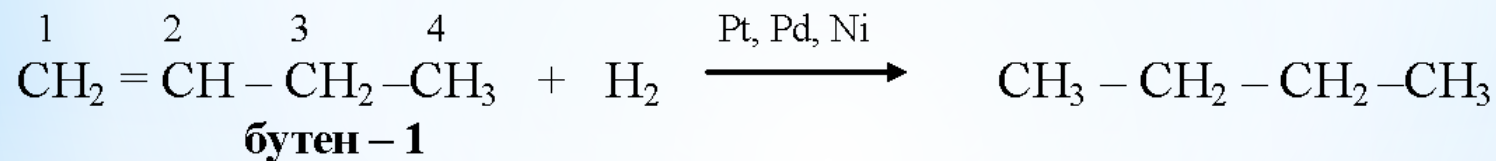




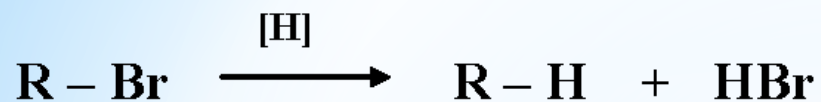
## 4. Гидрирование алкенов:



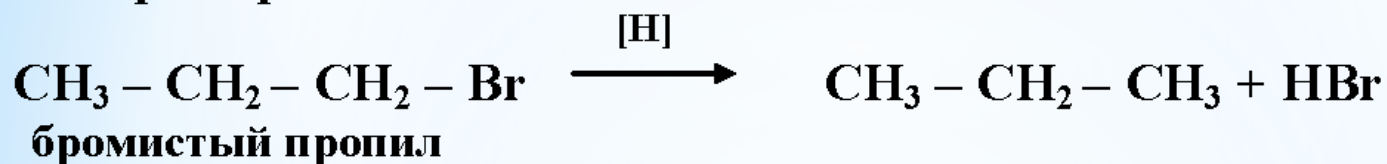
**Пример:**



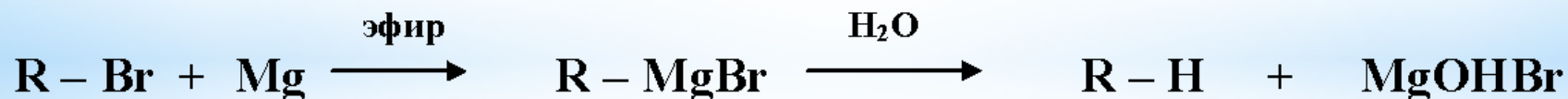
## 5. Восстановление галоидных алкилов:



Пример:



## 6. Разложение реактива Гриньяра соединениями, содержащими подвижный атом водорода:

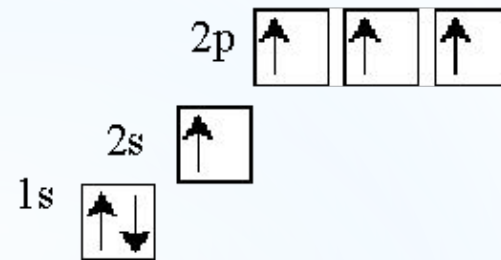


Пример:



### III. Строение предельных углеводородов

В не возбужденном состоянии углеродный атом имеет следующее электронное строение:

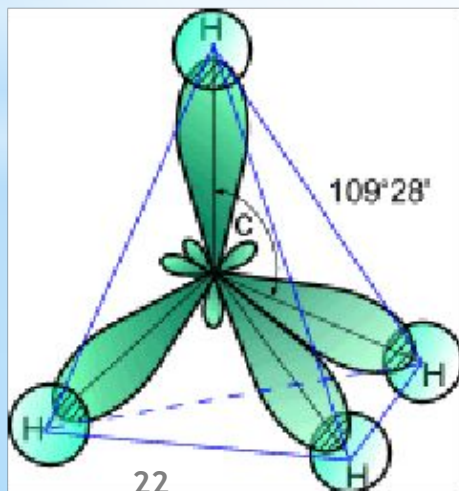


в возбужденном состоянии

Гибридизация облаков:



Строение молекулы метана



**Валентный угол предельных углеводородов:  $109^\circ 28'$ .**

**Длина связи между углеродом и водородом: 0,109 нм.**

**Длина связи между углеродами: 0,154 нм.**

**Средняя величина энергии связи: 413,7 кДж/моль**

**Энергия  $\sigma$ -связи C – C: 350 кДж/моль.**

**Энергия  $\sigma$ -связи C – H: 420 кДж/моль.**

## IV. Химические свойства предельных углеводородов



# 1. Реакции замещения

К реакциям замещения относятся реакции **галогенирования, нитрования, сульфогалогенирования, сульфоокисления.**

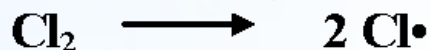
1) **Галогенирование** – реакция замещения атома водорода на галоген .  
Основным условием протекания реакции является УФ – излучение или температура ( $250^{\circ} - 400^{\circ}\text{C}$ ) (иницирование).

По реакционной способности галогены располагаются в следующем порядке

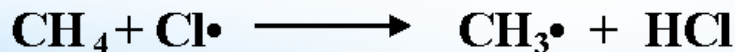


Механизм реакции галогенирования:

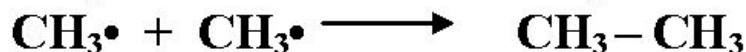
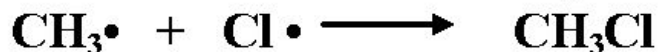
**Стадия 1** – зарождение цепи (иницирование):



**Стадия 2** – рост цепи:

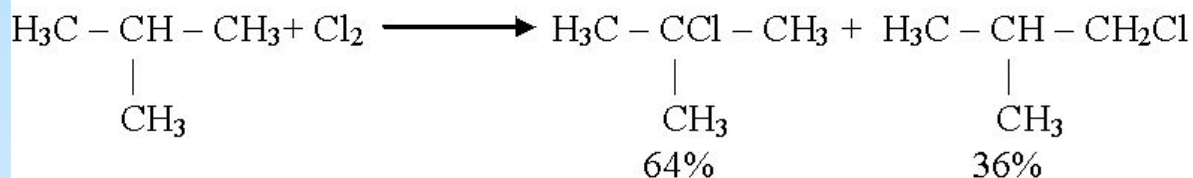


**Стадия 3** - обрыв цепи:

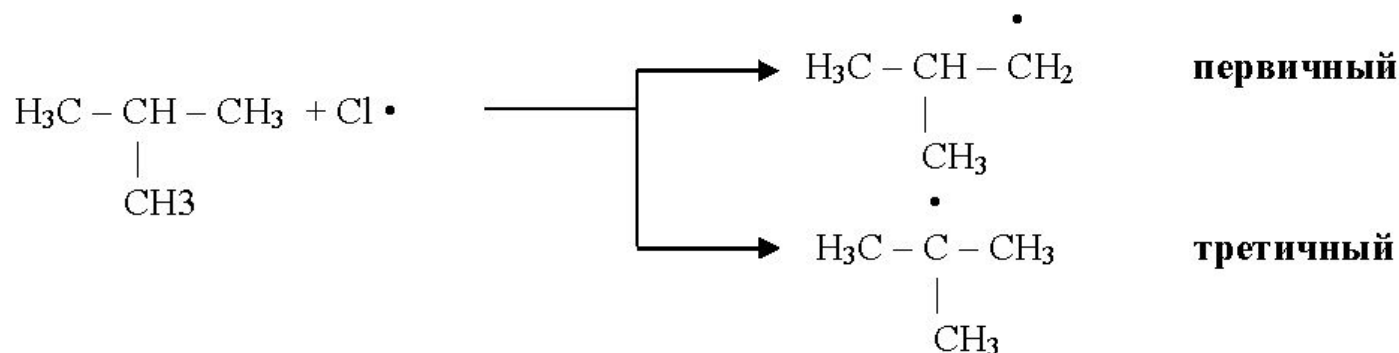




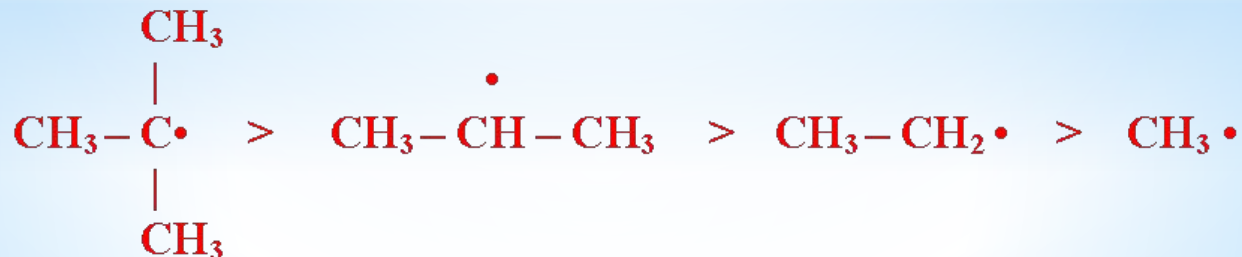
При галогенировании изобутана образуется смесь изомеров :



В процессе хлорирования изобутана на стадии роста цепи образуется два радикала – первичный и третичный:



Более устойчивым радикалом является третичный, так как устойчивость радикалов уменьшается в следующем ряду:

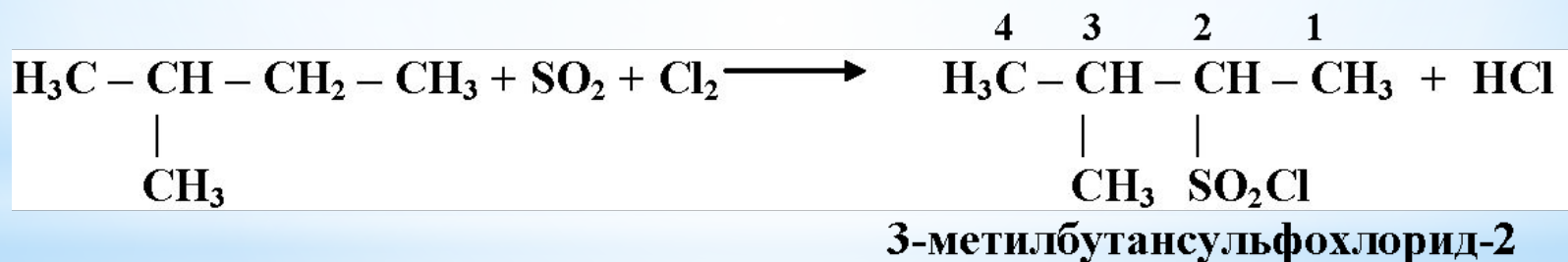
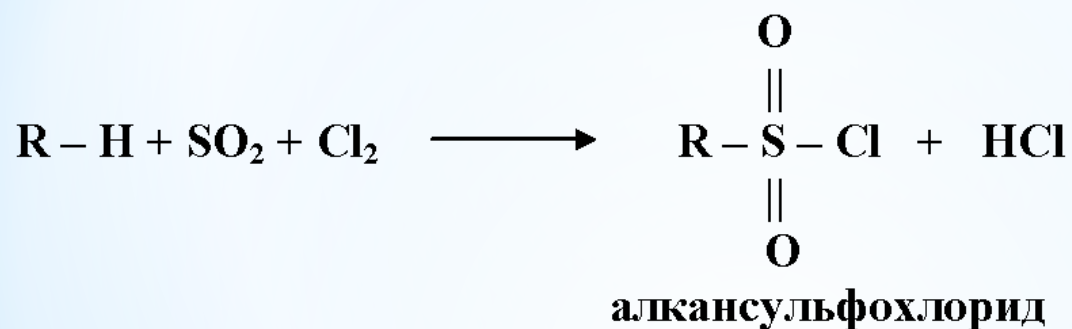


## 2) Сульфирование

Предельные углеводороды при нормальной температуре с кислотами не реагируют. Если нагреть предельные углеводороды с  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц), произойдет окисление. Поэтому сульфокислоты из предельных углеводородов можно получить при помощи реакции **сульfoxлорирования**.

### 3) Сульфохлорирование

Замещение водорода у третичного углеродного атома не происходит (объем сульфогруппы больше, чем объём галогена). Замещение происходит легче у вторичного углеродного атома, а затем у первичного.



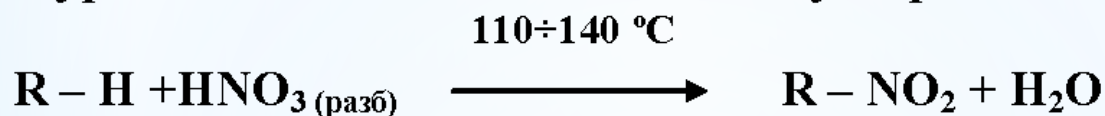


#### 4) Нитрование

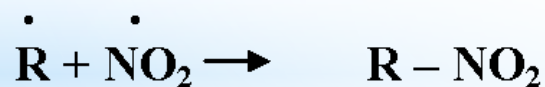
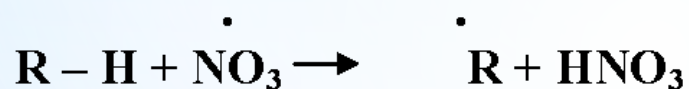
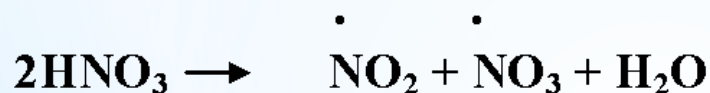
Существует два типа реакций:

а) нитрование  $\text{HNO}_3$  (разб) – **жидкофазное нитрование (реакция Коновалова)**.

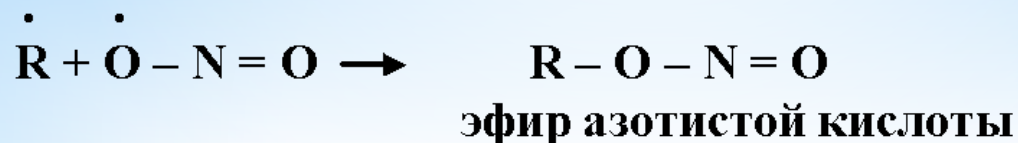
Концентрация  $\text{HNO}_3$  – 6÷12%. Температура процесса – 110÷140 °С. Температура в зависимости от количества углеродных атомов меняется.



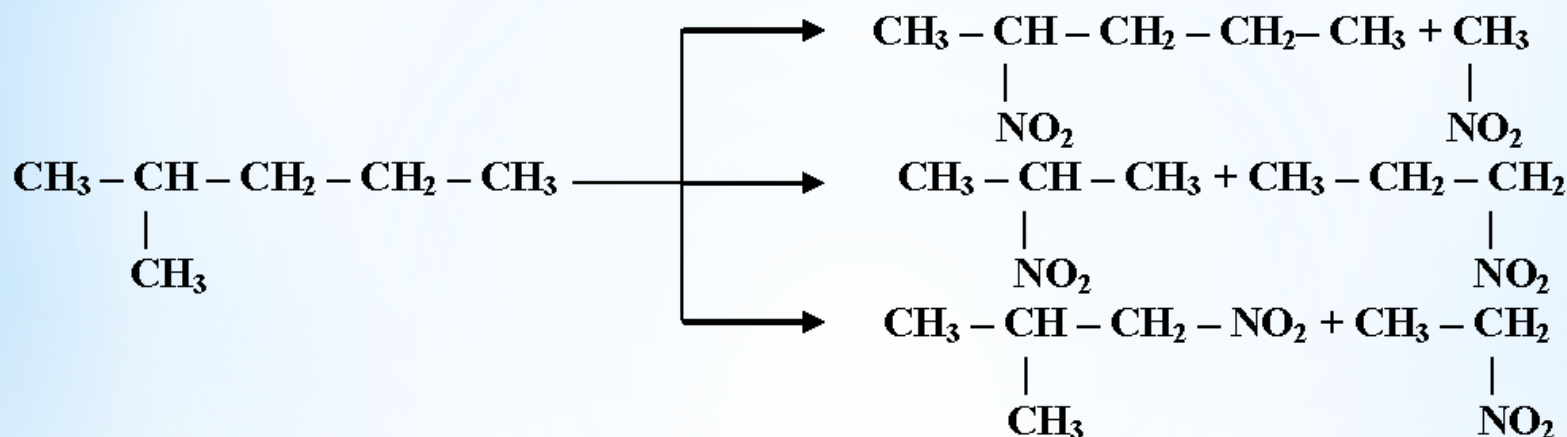
Механизм реакции:



нитросоединение



б) нитрование  $\text{HNO}_3$  (конц) – **парафазное нитрование**. Температура процесса –  $300 \div 500$  °С.

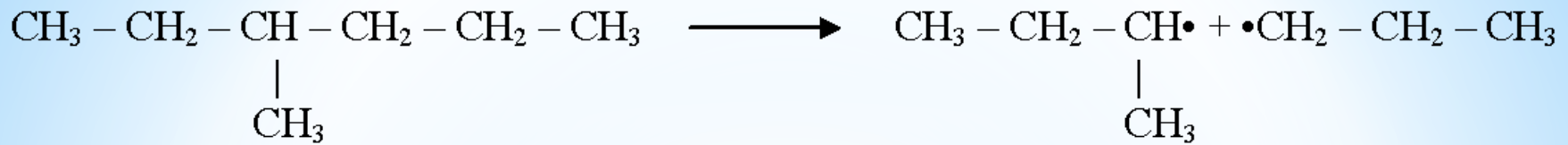


Происходит расщепление молекулы по различным С–С и С–Н связям. Образуется большой набор нитросоединений, которые можно разделить при помощи ректификации.

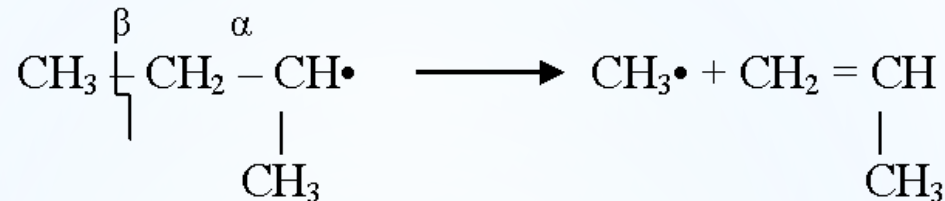
## 2. Реакции ращепления

### 1) Крекинг

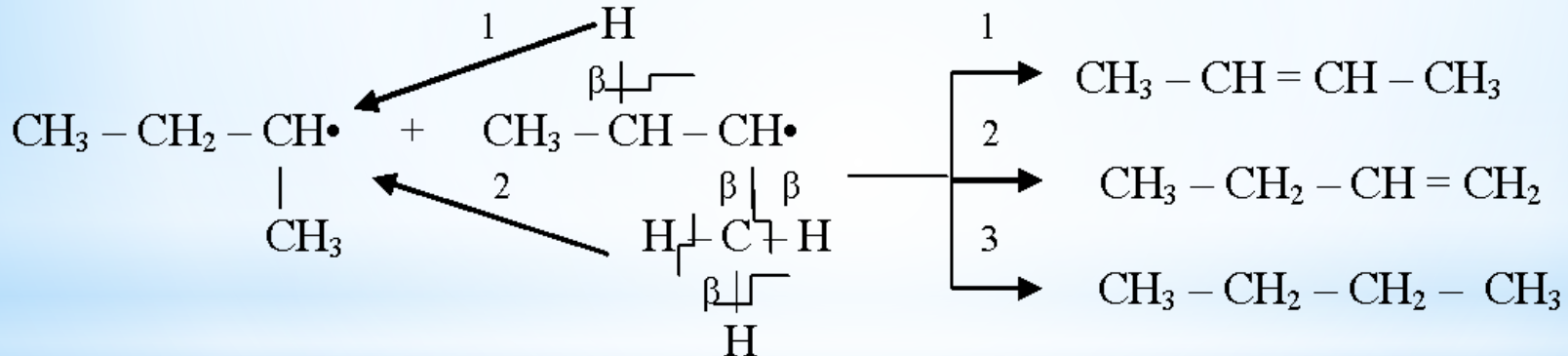
Механизм:



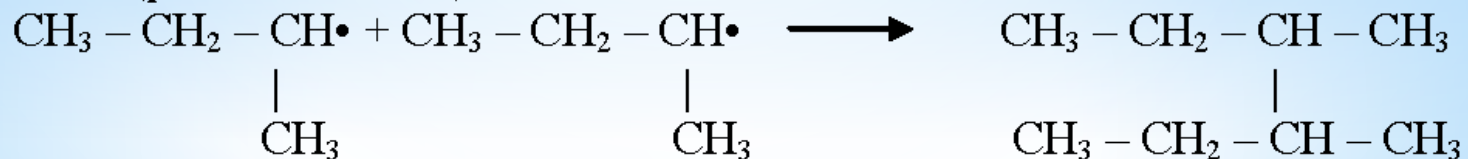
а) β – распад:



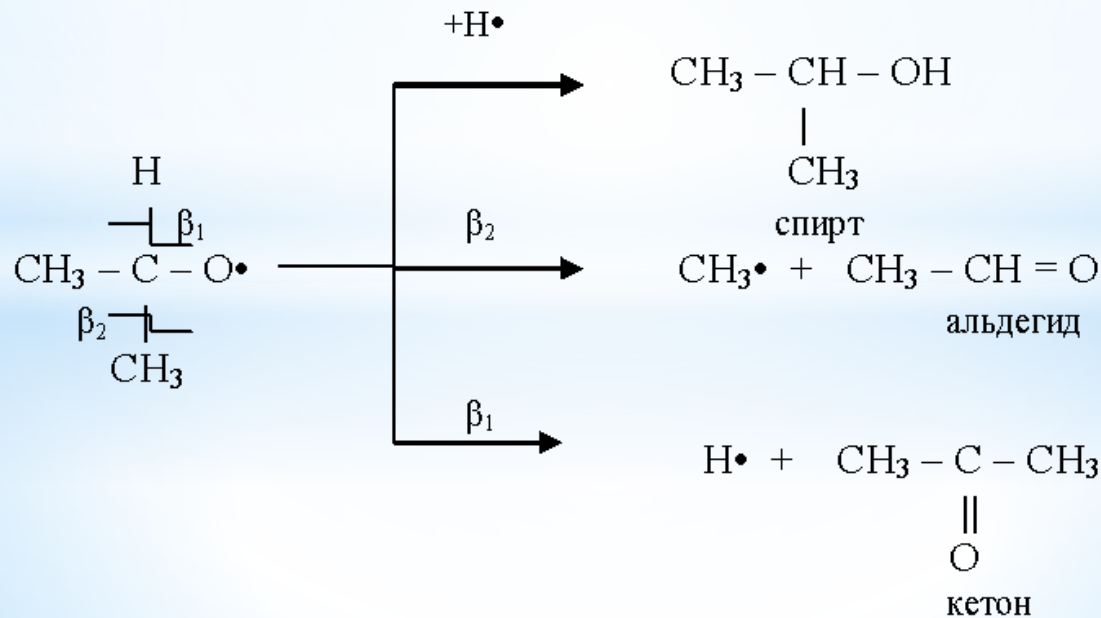
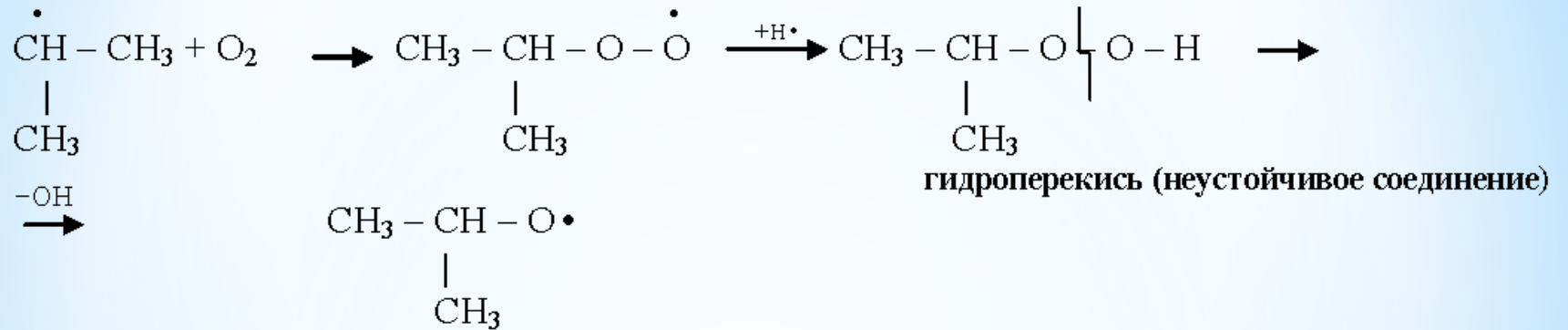
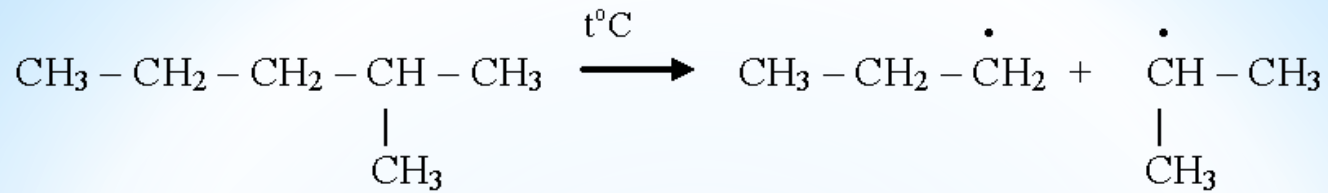
б) реакция диспропорционирования:



в) соединение (рекомбинация):



### 3. Окисление (образование кислородосодержащих углеводородов)





# Горение жидких алканов

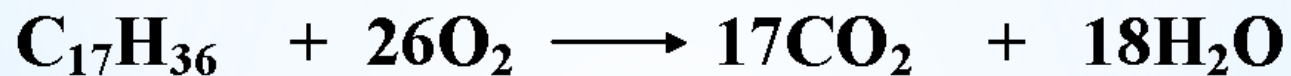


коптящее пламя



гексан

# Горение твёрдых алканов



**Спасибо  
за  
Ваше внимание!**