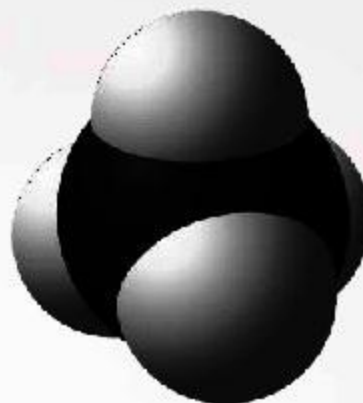
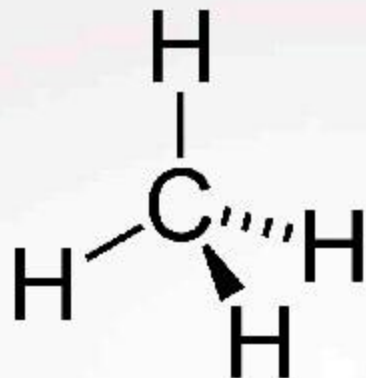


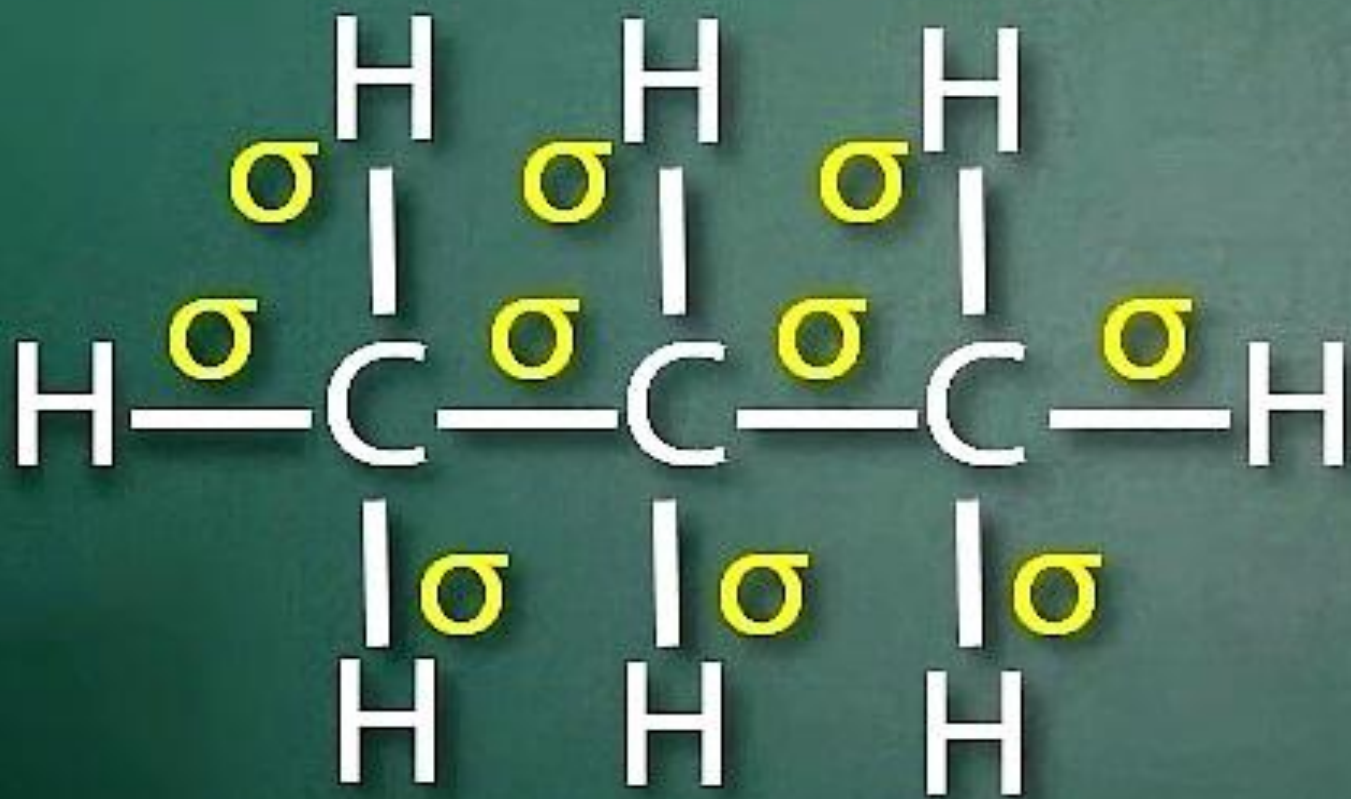
**АЛҚАН**

**Ы**



*Алканы (парафины) – углеводороды с общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , в молекулах которых содержатся только одинарные углерод-углеродные связи*

Каждый атом С в молекуле алканов находится в состоянии  $sp^3$ -гибридизации, все 4 гибридные орбитали равны по форме и энергии. Тип углерод-углеродных и углерод-водородных связей- сигма-связи ( $\delta$ -связи)

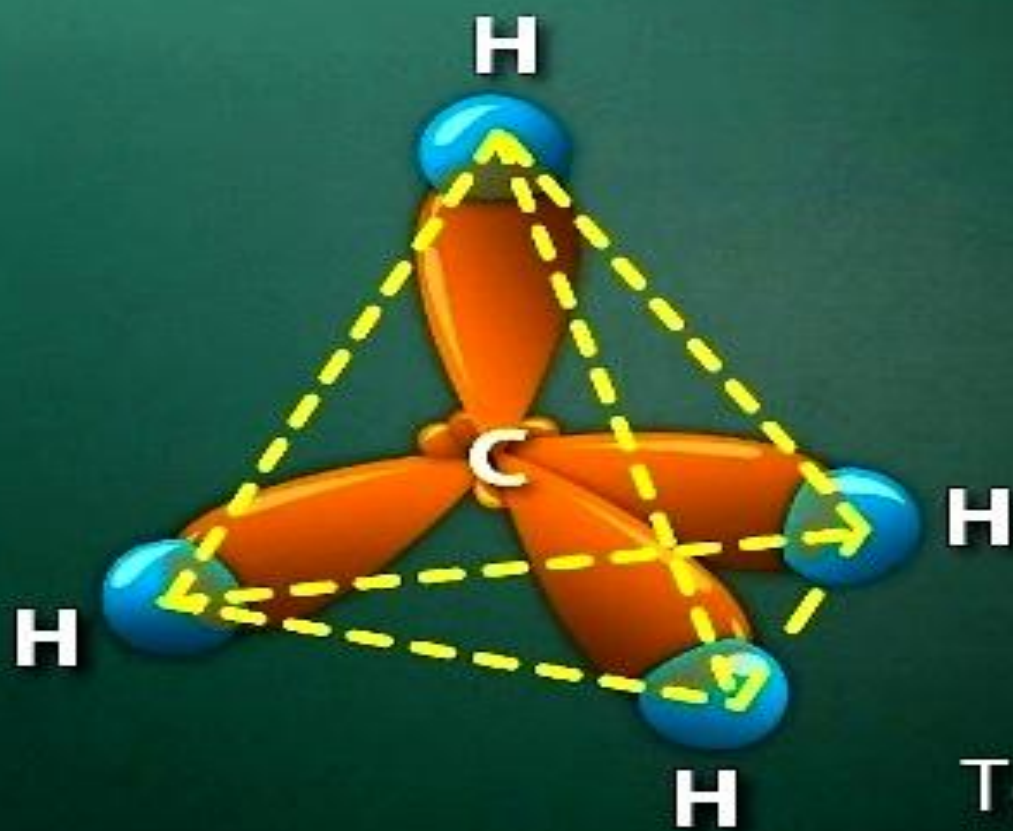


4 электронных облака  
направлены в вершины  
тетраэдра под углами  
 $109^{\circ}28'$ . Длина связи С-С  
- 0,154 нм, длина связи  
С-Н - 0,109 нм





Метан



Тетраэдр

# Гомологический ряд алканов

Метан	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$
Этан	$\text{CH}_3\text{—CH}_3$	$\text{C}_2\text{H}_6$
Пропан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_8$
Бутан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
Пентан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$
Гексан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
Гептан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_7\text{H}_{16}$
Октан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_8\text{H}_{18}$
Нонан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_9\text{H}_{20}$
Декан	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$



Радикалы пропана:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$  — пропил;

$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  — вторичный пропил  
(изопропил).

Радикалы бутана:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$  — бутил;

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_3$  — вторичный бутил  
(втор-бутил);

$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  — изобутил;

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ | \end{array}$  — третичный бутил  
(трет-бутил).

# ФИЗИЧЕСКИЕ СВ-ВА АЛКАНОВ

$C_1$ - $C_4$  - газы без цвета и запаха;

$C_5$ - $C_{15}$  - жидкости с бензиновым запахом;

$C_{16}$ ... - ТВ. В-ва.

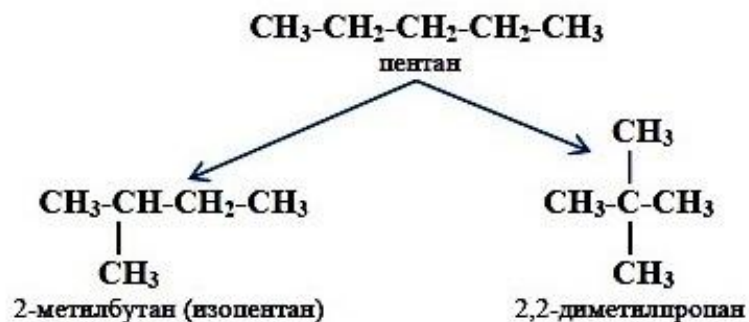
Алканы в воде нерастворимы, но хорошо растворимы в органических растворителях.

С увеличением  $M_r$  увел.  $t_{кип}$ ,  $t_{пл}$ ,  $\rho$  алканов

# ИЗОМЕРИЯ И НОМЕНКЛАТУРА АЛКАНОВ

## СТРУКТУРНАЯ ИЗОМЕРИЯ

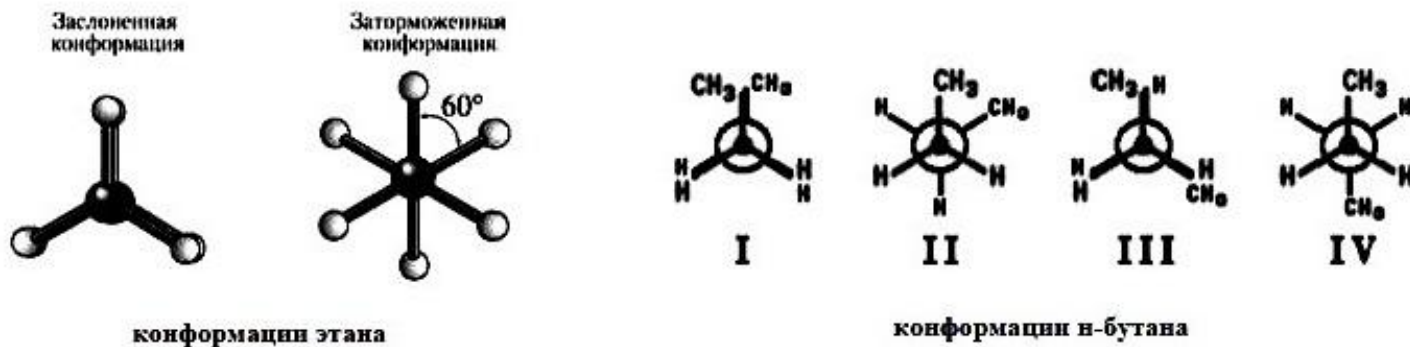
Изомерия углеродного скелета.



## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗОМЕРИЯ

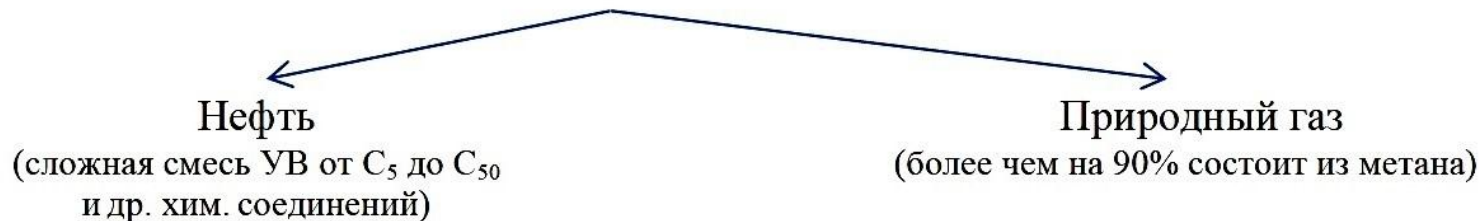
Поворотная (конформационная) изомерия.

За счёт одинарных связей между атомами С возможно свободное вращение вокруг углеродной связи:



# ПОЛУЧЕНИЕ АЛКАНОВ

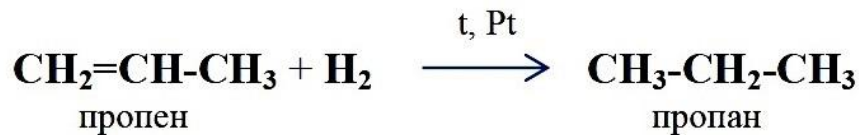
## ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ АЛКАНОВ



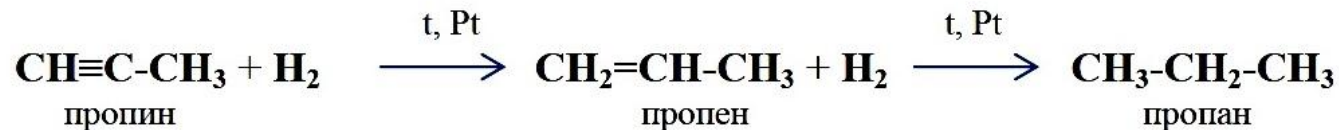
1. Гидрирование непредельных УВ (алкенов, алкинов, алкадиенов).

kat - Ni, Pt, Pd, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

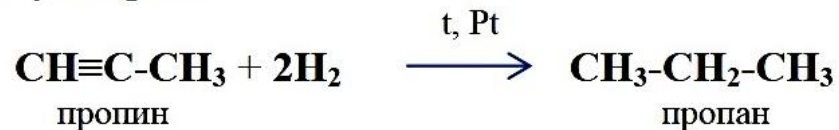
**Гидрирование/дегидрирование** - присоединение/отщепление атомов Н к соседним/от соседних атомов С. Гидрирование и дегидрирование проходят на одних kat, но при разной t.



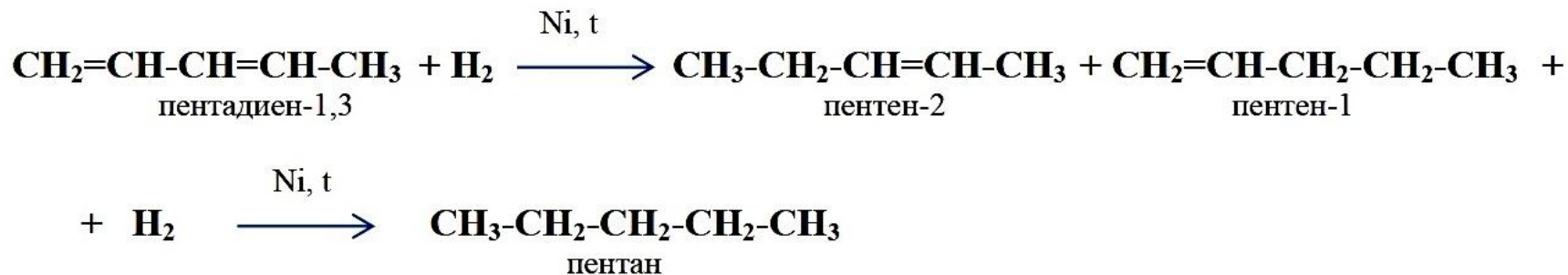
При гидрировании алкинов сначала разрушается тройная связь, потом двойная:



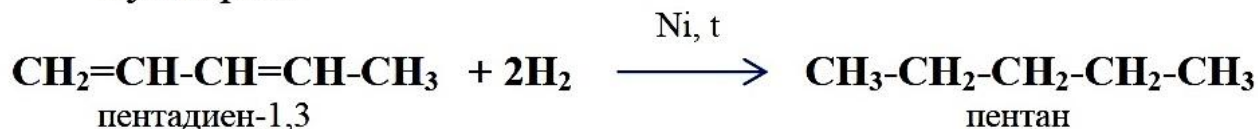
Суммарно:



При гидрировании алкадиенов сначала разрушается одна двойная связь, потом вторая:



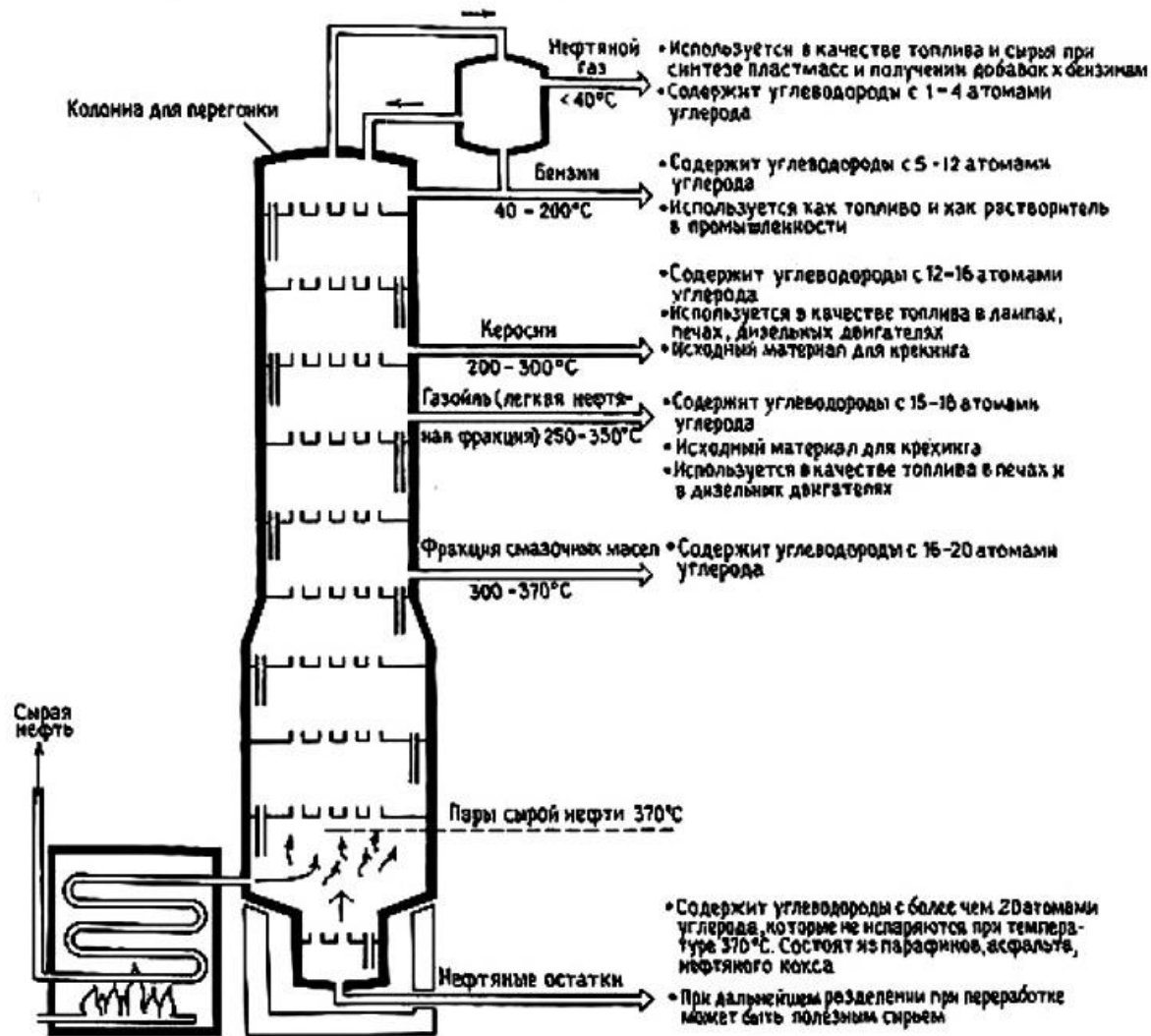
Суммарно:



2. **Крекинг** - расщепление алкана на алкан и алкен с меньшим числом атомов С.



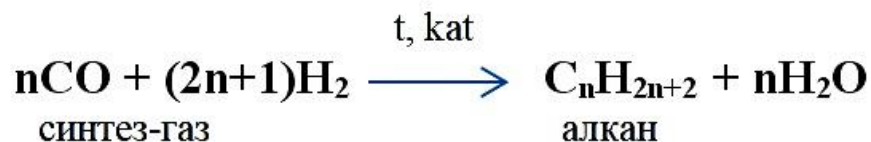
**Ректификация** (перегонка) нефти - разделение нефти на фракции с различными  $t_{кип}$ . Одной из самых ценных фракций при перегонке нефти явл-ся **бензин** (смесь алканов от  $C_5$  до  $C_{12}$ ).



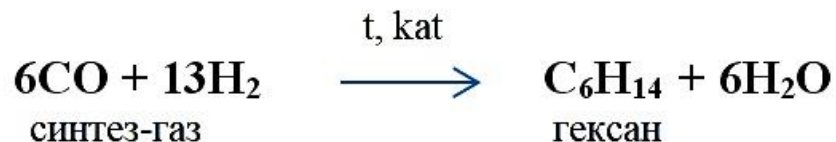
С помощью крекинга увеличивается выход бензиновой фракции

3. Синтез Фишера-Тропша - получение синтетического бензина из синтез-газа, т.е. получение алканов от C<sub>5</sub> до C<sub>12</sub>.

Синтез-газ - смесь CO и H<sub>2</sub>, очень важное сырьё для получения многих ОС.

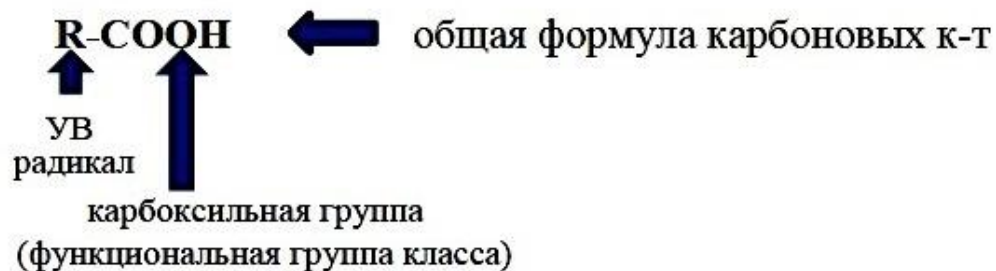


ур-е синтеза Фишера-Тропша в общем виде

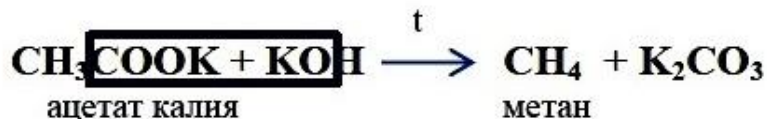
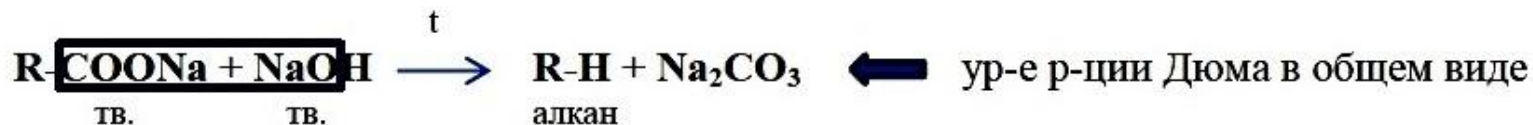
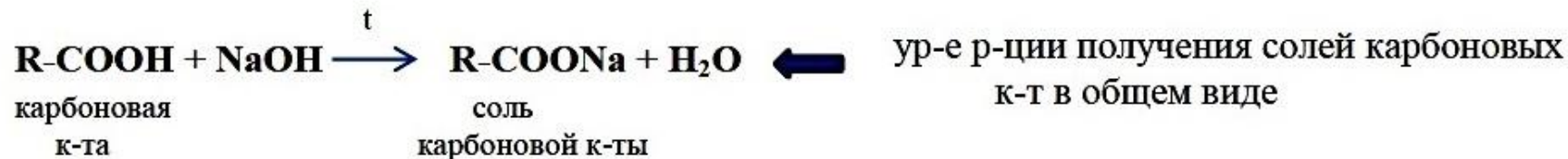




#### 4. Р-ция Дюма - декарбоксилирование солей карбоновых к-т.

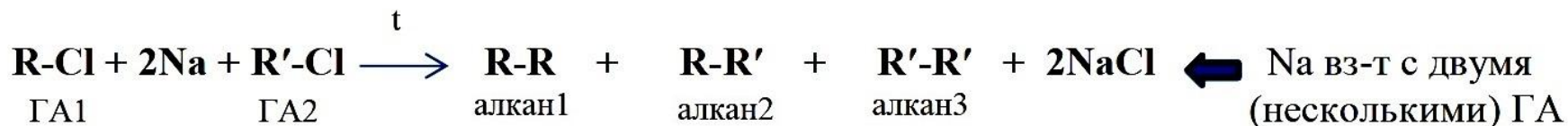


Это сплавление безводной натриевой или калиевой соли карбоновой к-ты с твёрдой щёлочью. В результате у соли происходит отщепление карбоксильной группы (декарбоксилирование).

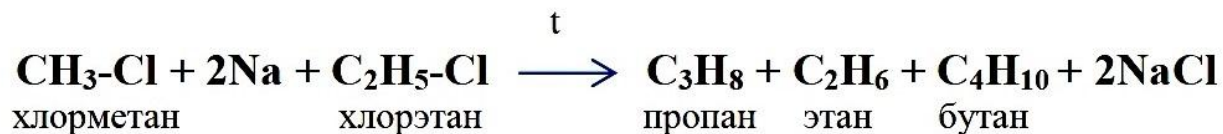
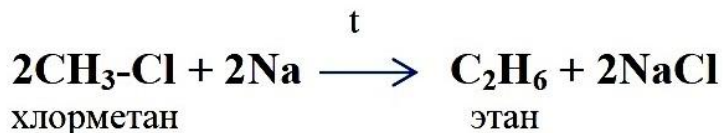


## 5. Синтез Вюрца - действие металлического Na на галогеналканы.

Na присоединяет галогены, оставшиеся радикалы объединяются друг с другом:



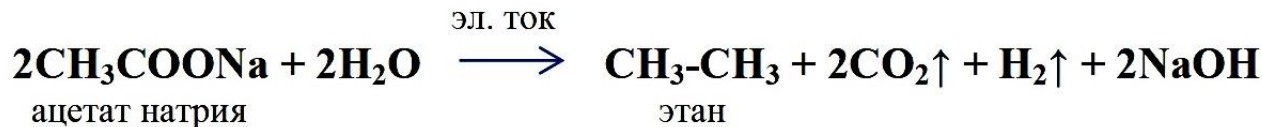
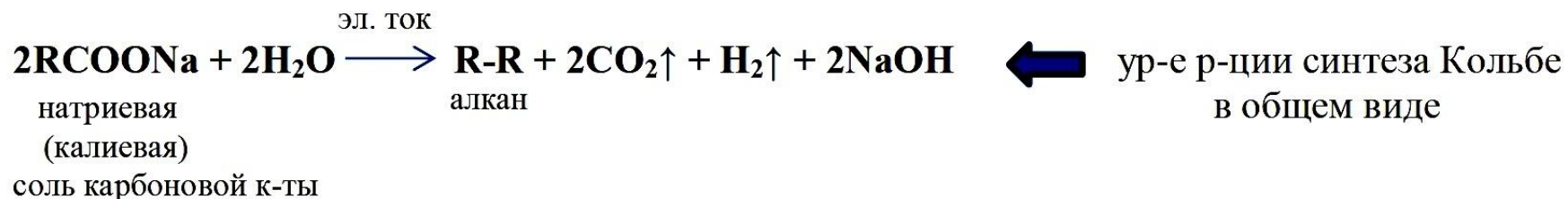
↑  
ур-я р-ции синтеза Вюрца в общем виде





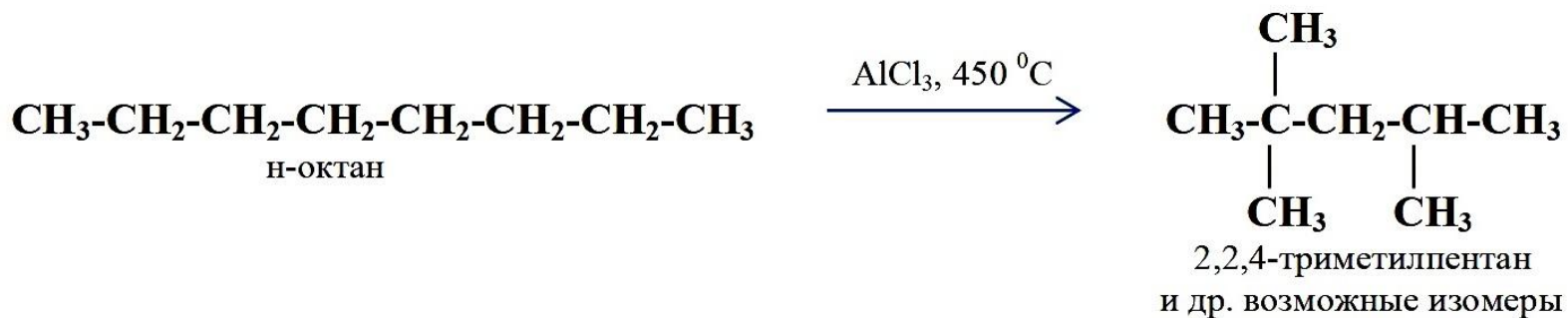
7. **Синтез Кольбе** - электролиз р-ров натриевых или калиевых солей карбоновых к-т (разложение под действием эл. тока).

На аноде (положительном электроде) выделяются удвоенный R к-ты и CO<sub>2</sub>, на катоде (отрицательном электроде) - H<sub>2</sub>. Побочным продуктом электролиза явл-ся щёлочь:



8. **Изомеризация** - получение разветвлённых алканов из неразветвленных (разветвлённые алканы повышают октановое число бензина, что повышает его качество).

кат -  $\text{AlCl}_3$ ,  $t = 450^\circ\text{C}$





## ХИМ. СВ-ВА АЛКАНОВ

В молекулах алканов связи С-С ковалентные неполярные, связи С-Н ковалентные малополярные. Все связи прочные, поэтому **алканы - малоактивные в-ва.**

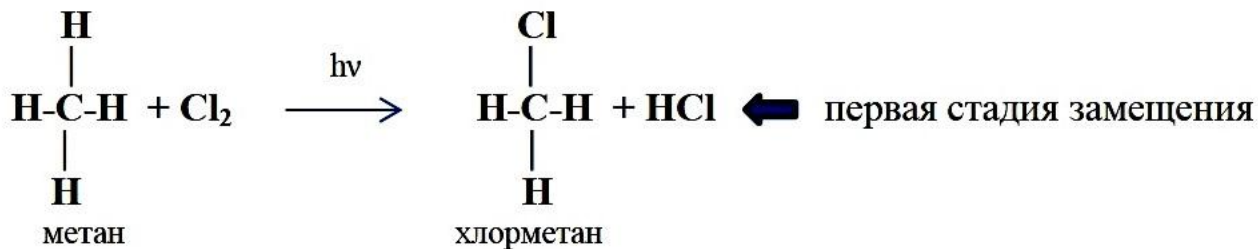
### 1. Р-ции замещения.

а) галогенирование (хлорирование или бромирование -  $F_2$  слишком активен и разрушает молекулу, а  $I_2$ , наоборот, обладает слишком малой активностью).

Р-ция проходит на свету ( $h\nu$ ) - свет активизирует образование **радикалов** (частиц с неспаренным электроном) из молекулы галогена:



Образовавшиеся радикалы атакуют молекулу алкана:





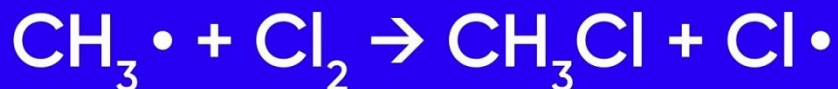


# Механизм реакции хлорирования

## 1 стадия: ИНИЦИИРОВАНИЕ



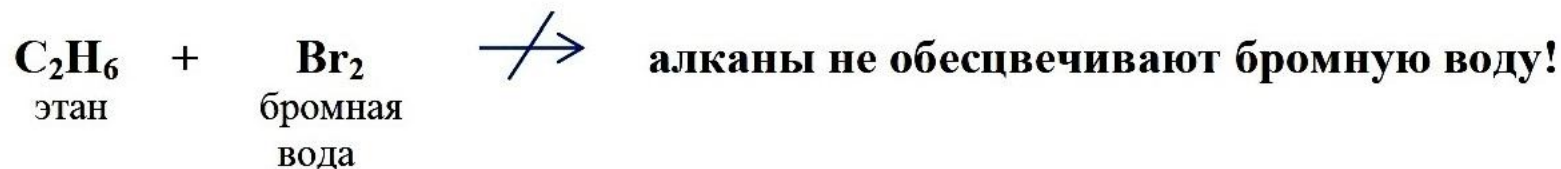
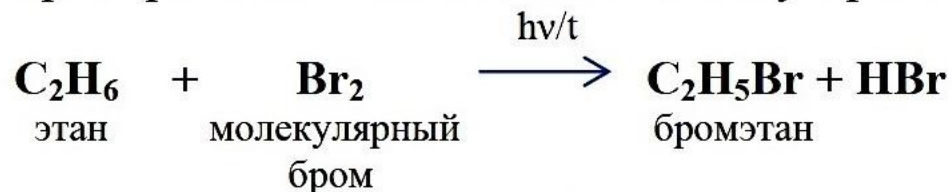
## 2 стадия: РАЗВИТИЕ ЦЕПИ



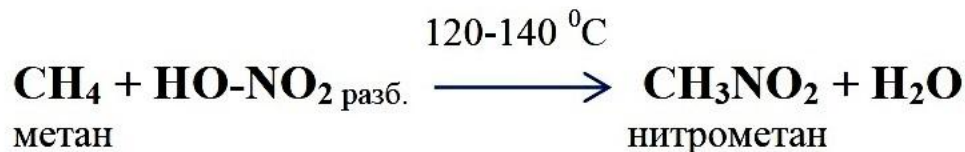
## 3 стадия: ОБРЫВ ЦЕПИ



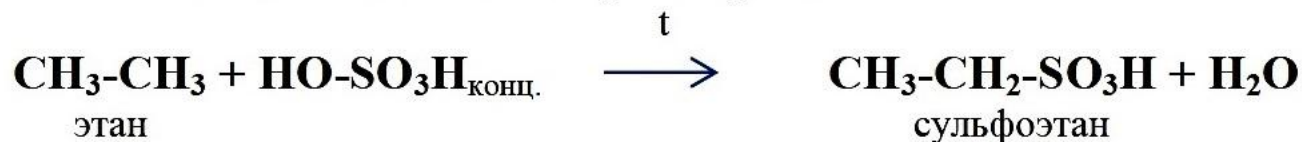
Бромирование - вз-е алканов с молекулярным бромом:



б) нитрование (**р-ция Коновалова**) - внедрение нитрогруппы (-NO<sub>2</sub>):  
вз-е алканов с разб. HNO<sub>3</sub> (≈10%) при небольшом нагревании:

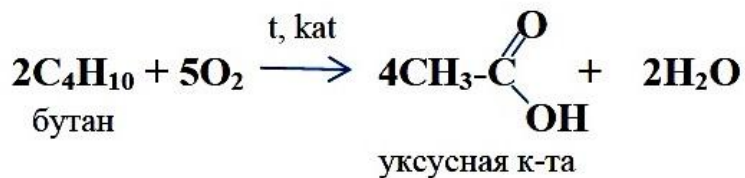
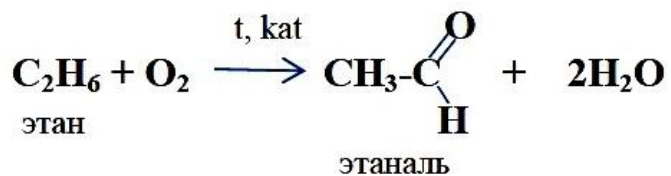
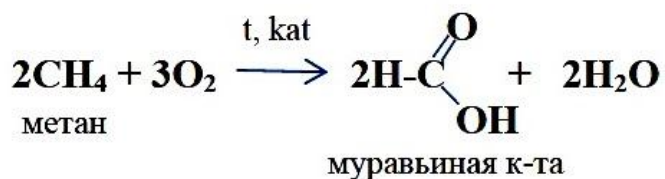
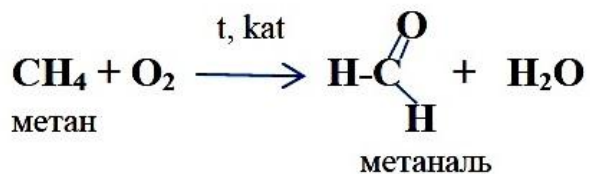
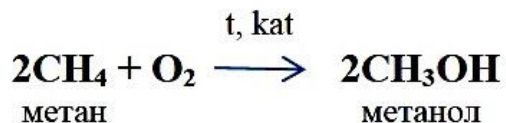


в) сульфирование - внедрение сульфогруппы (-SO<sub>3</sub>H):  
вз-е алканов с конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при нагревании:





в) неполное каталитическое окисление (окисление под действием kat):

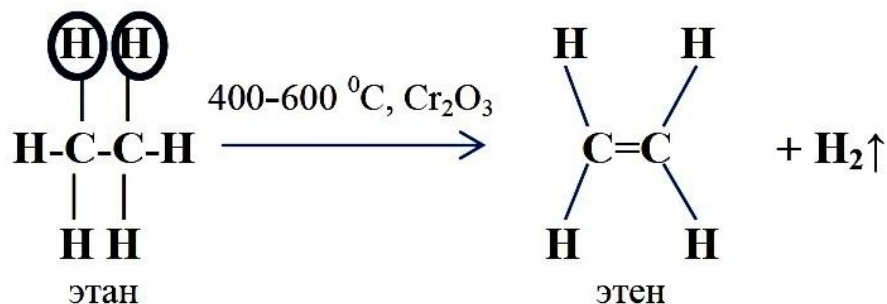


**Р-ром  $\text{KMnO}_4$  алканы не окисляются (не обесцвечивают его)!**

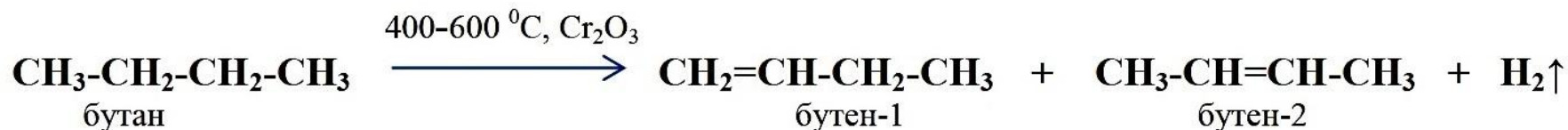
### 3. Дегидрирование.

кат - Ni, Pt, Pd, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, t = 400-600 °C

получаются непредельные УВ:



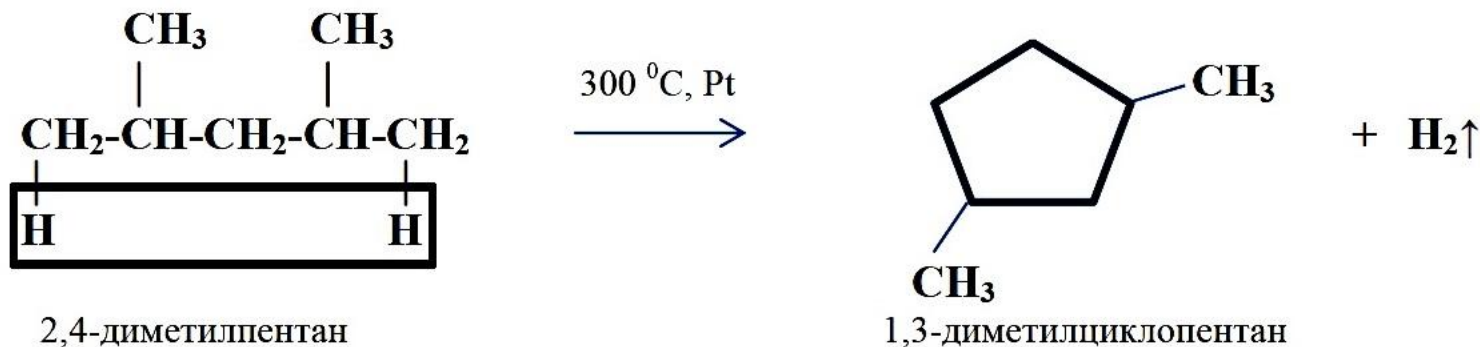
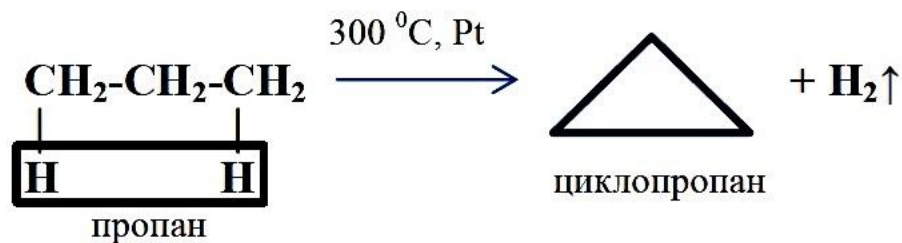
При дегидрировании алканов от C<sub>4</sub> получается смесь изомеров по положению кратной связи:



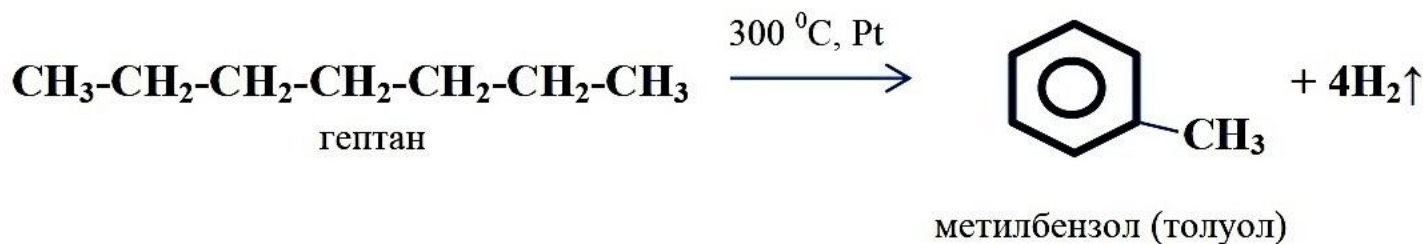
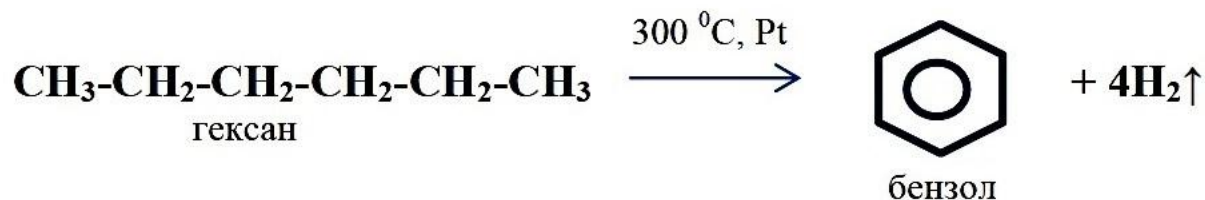
#### 4. Дегидроциклизация.

кат - Ni, Pt, Pd, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, t отличная от t при обычном дегидрировании.

а) алканы C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub> - простая дегидроциклизация (отщепление атомов Н от несоседних атомов С с замыканием молекулы в цикл):



б) алканы от C<sub>6</sub> - дегидроциклизация с образованием ароматических УВ (ароматизация) (C<sub>6</sub> - образуется бензол, от C<sub>7</sub> - гомологи бензола):



Одна молекула H<sub>2</sub> уходит, чтобы замкнуть цикл, остальные три - чтобы образовалась ароматическая связь





## ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАНОВ

Метан - топливо, в промышленности перерабатывается в метанол, ацетилен, газовую сажу, фтор- и хлоропроизводные.

Низшие представители гомологического ряда алканов используются для получения соответствующих непредельных соединений дегидрированием. Смесь пропана и бутана используется в качестве бытового топлива.

Средние представители гомологического ряда применяются как растворители и моторные топлива.  $C_5-C_{12}$  - бензин.

Высшие представители гомологического ряда используются для получения высших жирных к-т, синтетических жиров, смазочных масел и т.д.

## АЛКАНЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ В МЕДИЦИНЕ

**Вазелин** - очищенная смесь жидких и твёрдых алканов до  $C_{25}$ , мазеобразная масса без запаха и вкуса. Хорошо очищенный медицинский и косметический вазелин имеет белый цвет. Технический вазелин может иметь цвет от жёлтого до тёмно-коричневого.  $t_{пл}$  вазелина  $\approx 60$  °С, он растворяется в эфире и хлороформе, но нерастворим в воде и спирте, смешивается с любыми маслами (кроме касторового). Получают вазелин при вакуумной перегонке низкокипящих нефтяных фракций. Медицинский вазелин применяется в качестве слабительного ср-ва, наружно как смягчающее ср-во, в качестве основ для различных лекарственных мазей, для смягчения кожи перед постановкой банок, для смазывания трещин на коже, для проведения различных медицинских манипуляций.

**Парафин** - смесь твёрдых алканов  $C_{19}$ - $C_{35}$ , в-во белого цвета, кристаллического строения с  $M_r$  300-450, в расплавленном состоянии обладает малой вязкостью. В медицине лечение парафином проводится разными способами: в виде насаивания, ванн, компрессов и аппликаций.

**Хлорэтан** ( $C_2H_5Cl$ ) - бесцв. газ, к-рый легко превращается в жидкость. Если налить небольшое кол-во хлорэтана на руку, произойдет быстрое испарение жидкости и сильное местное охлаждение, поэтому он используется в медицине для замораживания и для местной анестезии при лёгких операциях

**Хлороформ** ( $\text{CHCl}_3$ ) - бесцв. прозрачная тяжёлая подвижная летучая жидкость с характерным запахом и сладким жгучим вкусом. Малорастворим в воде (1:200), смешивается во всех соотношениях с безводным спиртом, эфиром, многими эфирными и жирными маслами. В медицине ранее использовался как ср-во для ингаляционного наркоза. В современной медицине хлороформ почти не применяется для наркоза в связи с большой токсичностью, а используется, в основном, для наружного применения в составе мазей и линиментов, обладающих раздражающими св-вами.

**Йодоформ** ( $\text{CHI}_3$ ) - жёлтое кристаллическое в-во с сильным характерным запахом, нерастворимое в воде. Плохо растворим в спирте, хорошо растворяется в эфире, хлороформе. В медицинской практике используется как наружное ср-во, вместо йода, вследствие св-ва его не вызывать местного воспаления. Менее ядовит по сравнению с йодом.

**Фторотан** ( $\text{C}_2\text{HBrClF}_3$ ) - бесцв. прозрачная подвижная летучая жидкость с запахом хлороформа, сладким и жгучим вкусом.  $t_{\text{кип}} = 49-51$  °С. Малорастворим в воде, смешивается с безводным спиртом, эфиром, хлороформом, трихлорэтиленом, маслами. Явл-ся мощным наркотическим ср-вом, что позволяет использовать его для достижения хирургической стадии наркоза или в качестве компонента комбинированного наркоза в сочетании с другими наркотическими средствами. Его пары в смеси с кислородом и закисью азота в соотношениях, применяемых для наркоза, взрывобезопасны, что явл-ся ценным его св-вом