

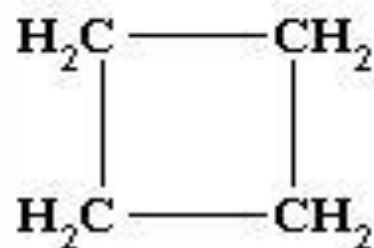
# Классификация органических

веществ:

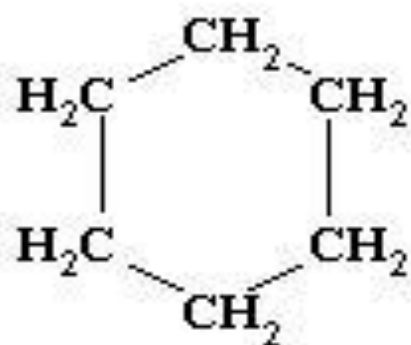


# Карбоциклические соединения

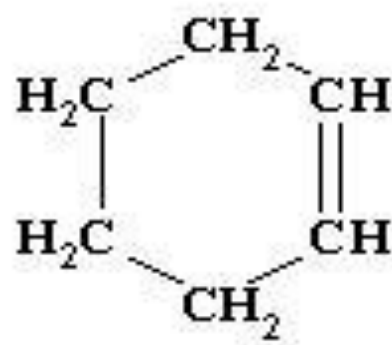
## алициклические



Циклобутан

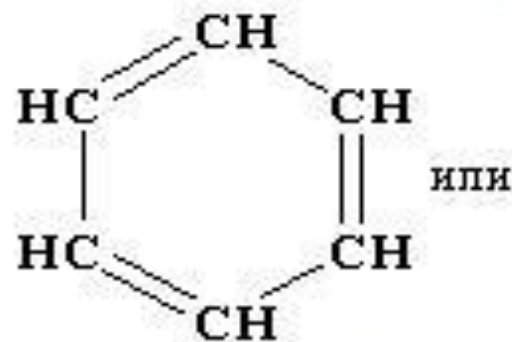


Циклогексан

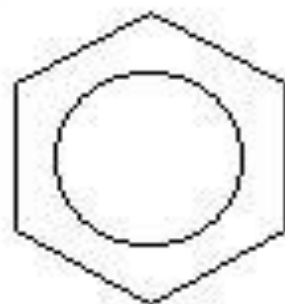


Циклогексен

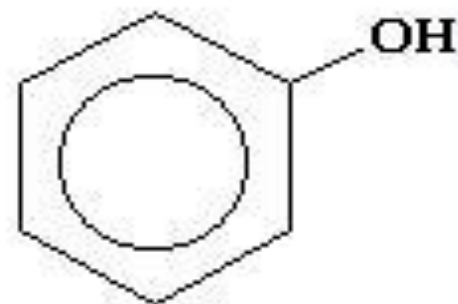
## ароматические



или

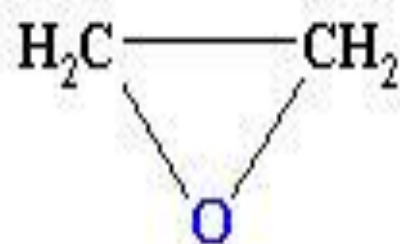


Бензол

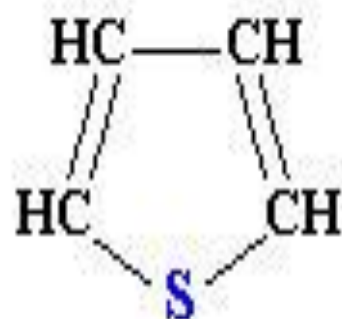


Фенол

## Гетероциклические соединения



Этиленоксид  
(эпоксид)

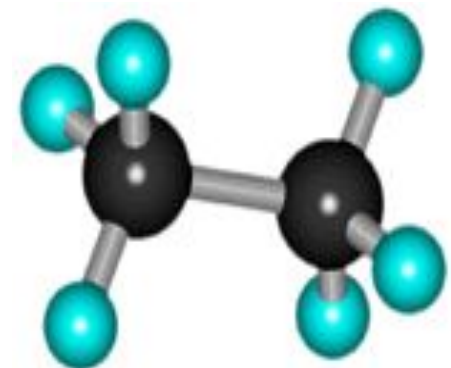
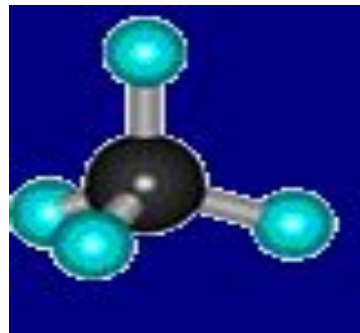
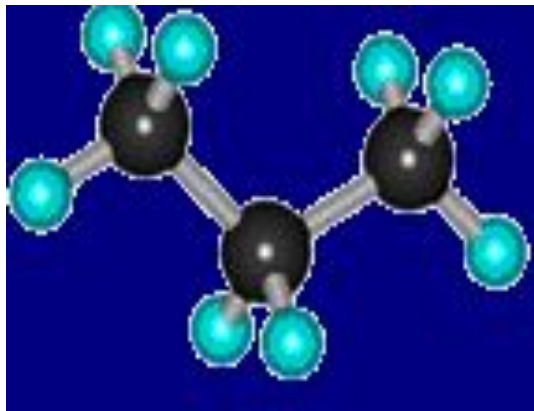


Тиофен



Пиридин

# Пределные углеводороды “Алканы”



# Алканы



Общая формула, название класса в-в

Виды изомерии

Номенклатура

Особенности электронного и пространственного строения

Физические свойства

Химические свойства

Получение

Применение

# 1.1 Общая формула, название класса

## Алканы (предельные углеводороды, парафины)

**Алканы – алифатические (ациклические) предельные углеводороды, в которых атомы углерода связаны между собой простыми (одинарными) связями в неразветвленные или разветвленные цепи.**

- Алканы – название предельных углеводородов по международной номенклатуре.
- **Парафины**– исторически сложившееся название, отражающее свойства этих соединений (от лат. *parrum affinis* – имеющий мало сродства, малоактивный).

- Пределными, или насыщенными, эти углеводороды называют в связи с полным насыщением углеродной цепи атомами водорода.

✓ Число атомов углерода в ряду алканов примем за  $n$ , тогда число атомов водорода составит величину  $2n+2$ . Следовательно, состав алканов соответствует общей формуле  $C_n H_{2n+2}$ . Поэтому часто используется такое определение:

**Алканы - углеводороды, состав которых выражается общей формулой  $C_n H_{2n+2}$ , где  $n$  – число атомов**



## 1.2 Виды изомерии.

*Изомерия – явление существования соединений, которые имеют одинаковый состав (одинаковую молекулярную формулу), но разное строение.*

*Такие соединения называются изомерами.*

*Различия в порядке соединения атомов в молекулах (т.е. в химическом строении) приводят к структурной изомерии.*

*Строение структурных изомеров отражается структурными формулами.*

В ряду алканов структурная изомерия проявляется при содержании в цепи 4-х и более атомов углерода, т.е. **начиная с бутана  $C_4H_{10}$ .**

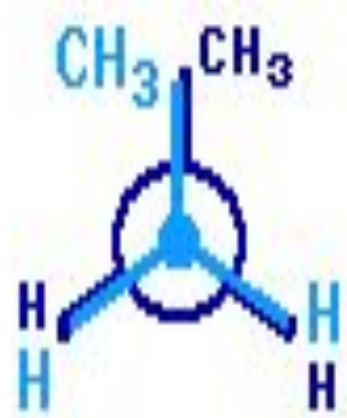


- Если в молекулах одинакового состава и одинакового химического строения возможно различное взаимное расположение атомов в пространстве, то наблюдается *пространственная изомерия (стереоизомерия)*.
- В этом случае использование структурных формул недостаточно и следует применять модели молекул или специальные формулы - стереохимические (*пространственные*) или *проекционные*. Алканы, начиная с этана  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ , существуют в различных пространственных формах (*конформациях*), обусловленных внутримолекулярным вращением по  $\sigma$ -связям  $\text{C}-\text{C}$ , и проявляют так называемую *поворотную (конформационную) изомерию*.
- Кроме того, при наличии в молекуле атома углерода, связанного с 4-мя различными заместителями, возможен еще один вид пространственной изомерии, когда два стереоизомера относятся друг к другу как предмет и его зеркальное изображение (подобно тому, как левая рука относится к правой). Такие различия в строении молекул называют *оптической изомерией*.

# Поворотная изомерия алканов

- Различные пространственные формы молекулы, переходящие друг в друга путем вращения вокруг  $\sigma$ -связей С–С, называют конформациями или поворотными изомерами (конформерами).

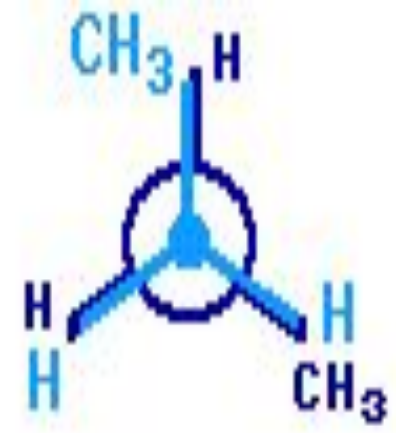




I



II

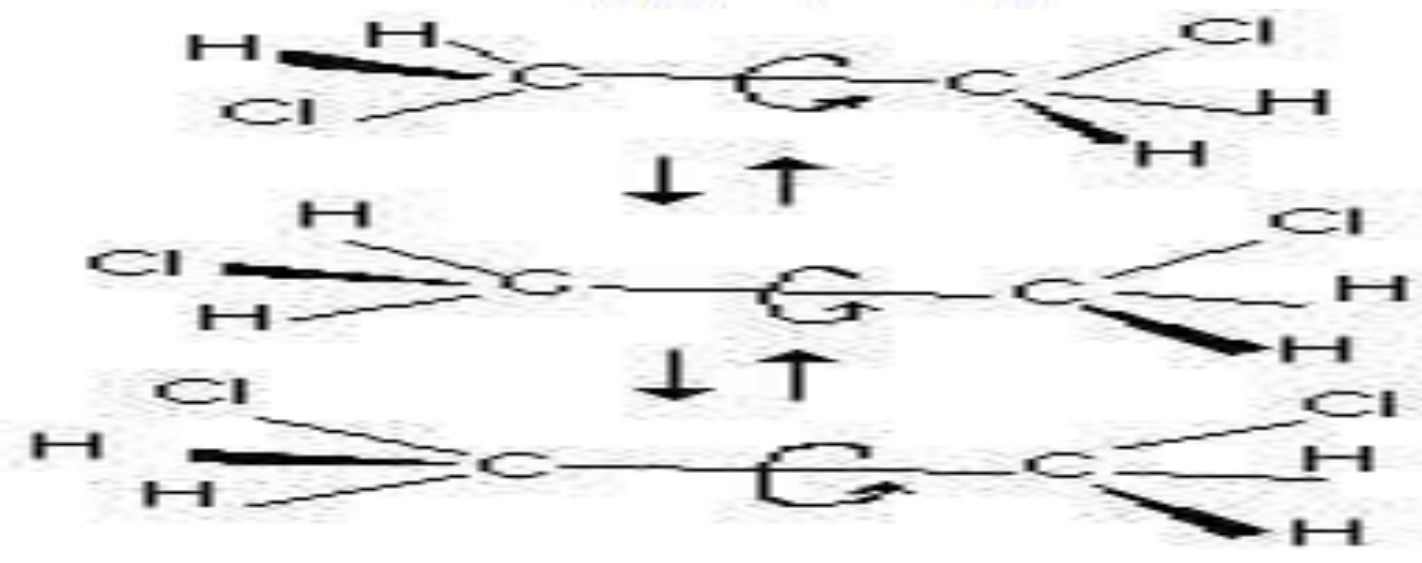


III

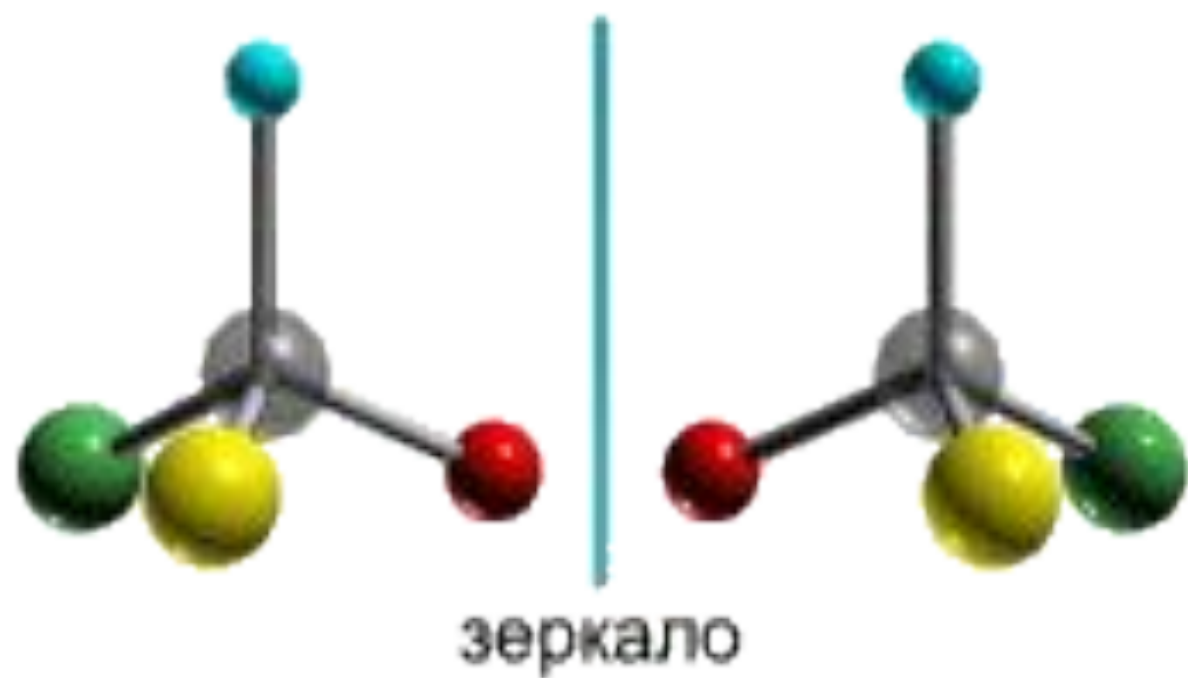


IV

### Конформации н-бутана



Кроме того, при наличии в молекуле атома углерода, связанного с 4-мя различными заместителями, возможен еще один вид пространственной изомерии, когда два стереоизомера относятся друг к другу как предмет и его зеркальное изображение (подобно тому, как левая рука относится к правой). Такие различия в строении молекул называют ***оптической изомерией.***



## 1.4 Номенклатура.

Номенклатура органических соединений - система правил, позволяющих дать однозначное название каждому индивидуальному веществу. Это язык химии, который используется для передачи в названиях соединений информации о их строении. Соединению определенного строения соответствует одно систематическое название, и по этому названию можно представить строение соединения (его структурную формулу).

В настоящее время общепринятой является систематическая номенклатура ИЮПАК (IUPAC - *International Union of the Pure and Applied Chemistry* - Международный союз теоретической и прикладной химии).

Наряду с **систематическими** названиями используются также **тривиальные** (обыденные) названия, которые связаны с характерным свойством вещества, способом его получения, природным источником, областью применения и т.д., но не отражают его строения.

Для применения номенклатуры ИЮПАК необходимо знать названия и строение определенных фрагментов молекул - органических радикалов.

Термин "органический радикал" является структурным понятием и его не следует путать с термином "свободный радикал", который характеризует атом или группу атомов с неспаренным электроном.

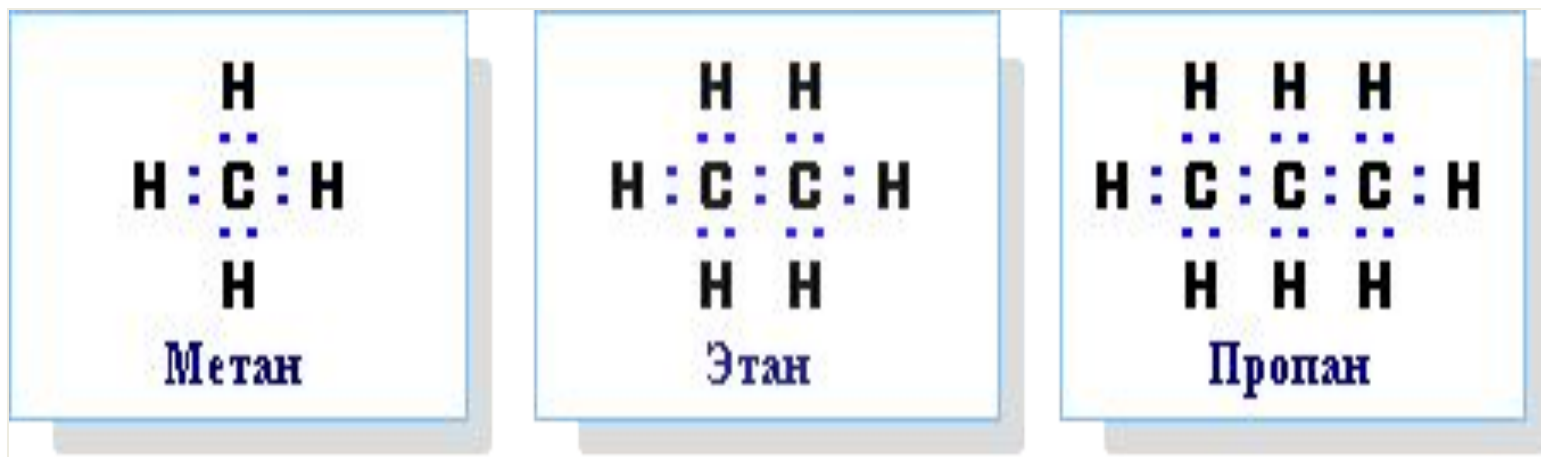
- А) Выбрать самую длинную цепь;
- Б) Пронумеровать её с той стороны, с которой ближе радикал;
- В) Указать положение и название радикалов;
- Г) Назвать главную цепь с - АН - .



# 1.3 Особенности электронного и пространственного строения.

*Химическое строение* (порядок соединения атомов в молекулах) простейших алканов – метана, этана и пропана – показывают их структурные формулы. Из этих формул видно, что в алканах имеются два типа химических связей: С–С и С–Н.

Связь С–С является ковалентной неполярной. Связь С–Н - ковалентная слабополярная, т.к. углерод и водород близки по электроотрицательности (2.5 - для углерода и 2.1 - для водорода). Образование ковалентных связей в алканах за счет общих электронных пар атомов углерода и водорода можно показать с помощью электронных формул:

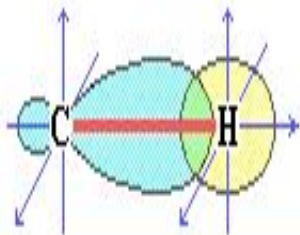




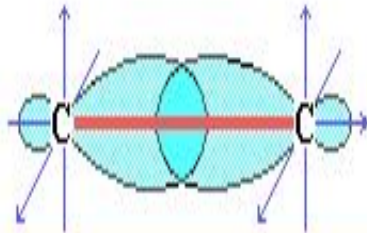
- Электронные структурные формулы отражают химическое строение, но не дают представления о пространственном строении молекул, которое существенно влияет на свойства вещества.

- *Пространственное строение*, т.е. взаимное расположение атомов молекулы в пространстве, зависит от направленности атомных орбиталей (АО) этих атомов.
- В углеводородах главную роль играет пространственная ориентация атомных орбиталей углерода, поскольку сферическая 1s-АО атома водорода лишена определенной направленности.

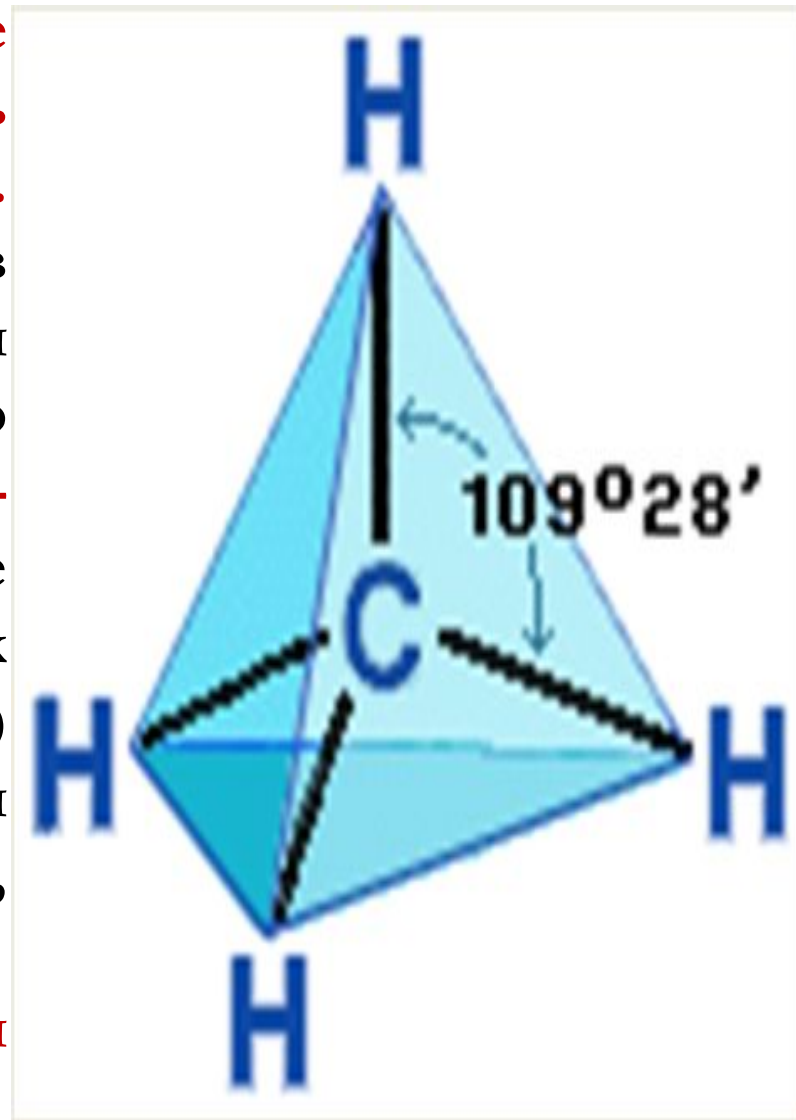
$\sigma$ -Связь C-H

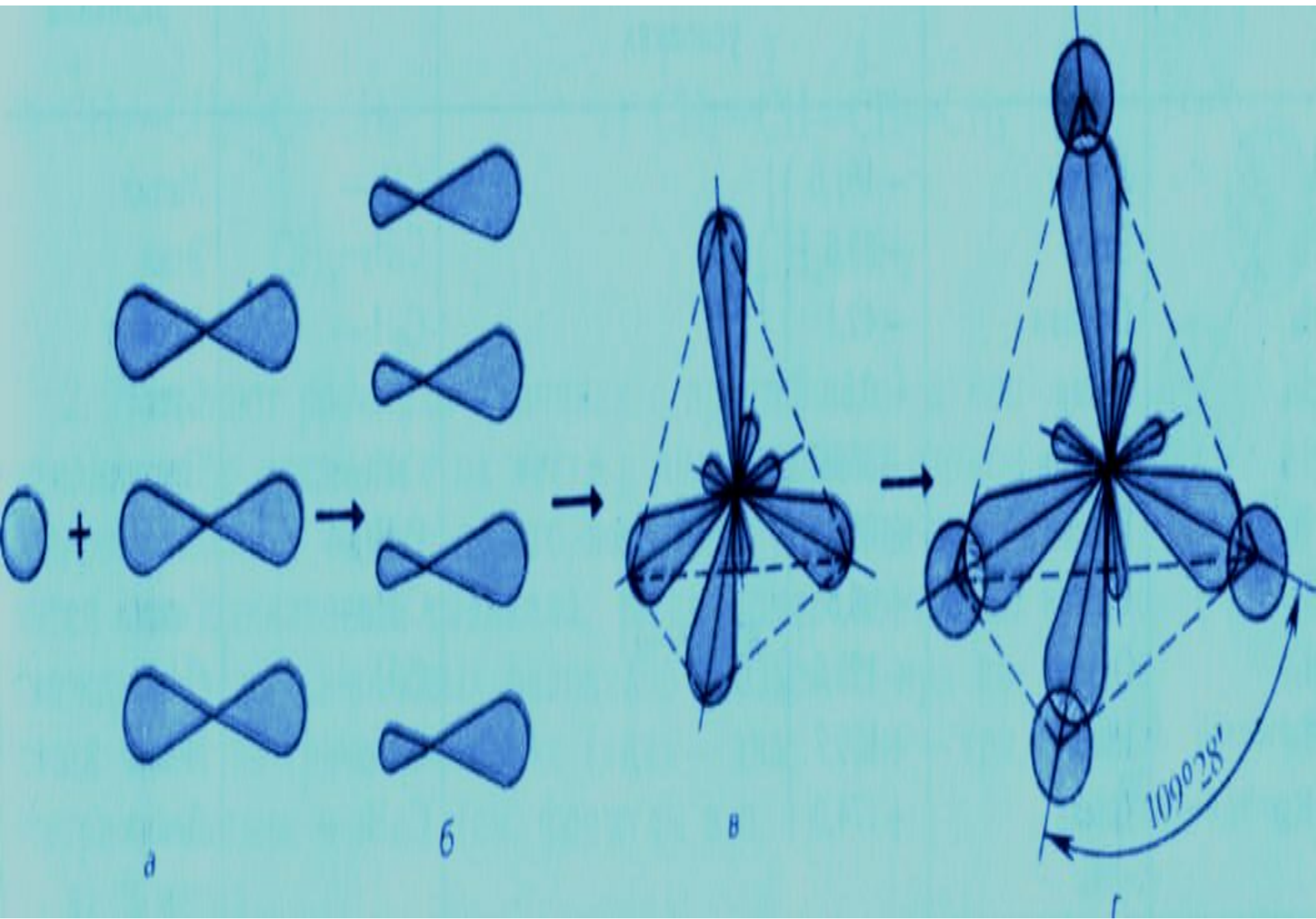


$\sigma$ -Связь C-C



- **Пространственное расположение АО углерода в свою очередь зависит от типа его гибридизации. Насыщенный атом углерода в алканах связан с четырьмя другими атомами. Следовательно, его состояние соответствует  $sp^3$ -гибридации. В этом случае каждая из четырех  $sp^3$ -гибридных АО углерода участвует в осевом (s-) перекрывании с s-АО водорода или с  $sp^3$ -АО другого атома углерода, образуя s-связи C-H или C-C: Валентный угол H-C-H равен  $109^{\circ}28'$ :**





- Химические свойства любого соединения определяются его строением, т.е. природой входящих в его состав атомов и характером связей между ними. Исходя из этого положения и справочных данных о связях C–C и C–H, попробуем предсказать, какие реакции характерны для алканов.

## Характеристики связей в алканах

Связь	Энергия связи, кДж/моль	Длина связи, нм	Дипольный момент, Д
C–C	348	0,154	0
C–H	414	0,110	0,40

# Анализ химических связей

- Во-первых, предельная насыщенность алканов не допускает реакций присоединения, но не препятствует реакциям разложения, изомеризации и замещения.
- Во-вторых, симметричность неполярных C–C и слабополярных C–H ковалентных связей (см. в таблице значения дипольных моментов) предполагает их гомолитический (симметричный) разрыв на свободные радикалы. Следовательно, для реакций алканов характерен *радикальный механизм.*

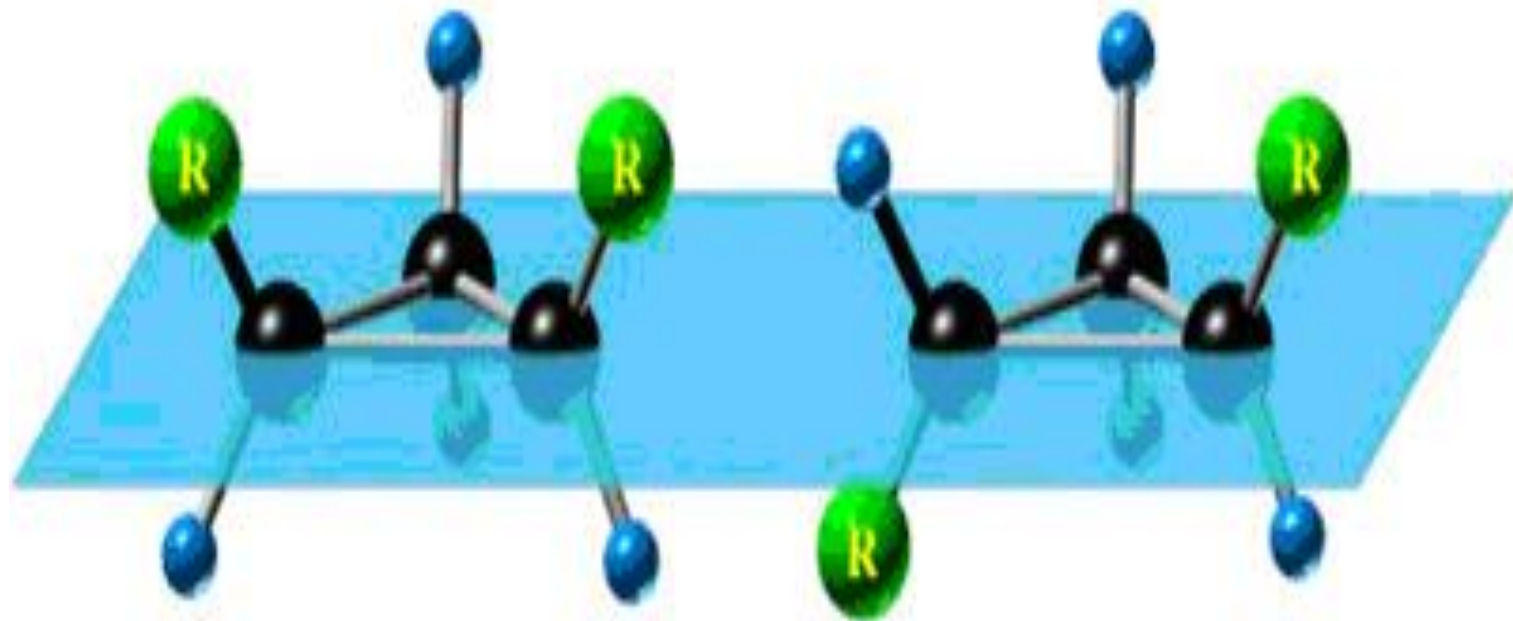
- Поскольку гетеролитический разрыв связей С–С и С–Н в обычных условиях не происходит, то в ионные реакции алканы практически не вступают. Это проявляется в их устойчивости к действию полярных реагентов (кислот, щелочей, окислителей ионного типа:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и т. п.). **Такая инертность алканов в ионных реакциях и послужила ранее основанием считать их неактивными веществами и назвать парафинами.**

✓ Алканы проявляют свою реакционную способность в основном в радикальных реакциях.



ЦИС-

ТРАНС-





## 1.6 Физические свойства.

### Физические свойства.

Алканы - бесцветные вещества, нерастворимые в воде. В обычных условиях они химически инертны, так как все связи в их молекулах образованы с участием  $sp^3$ -гибридных орбиталей атома углерода и являются очень прочными.

В реакции присоединения алканы НЕ вступают: все связи атомов углерода полностью насыщены.

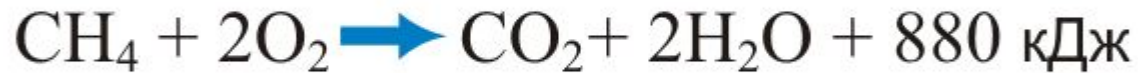
$C_1$ - $C_4$  – газы

$C_5$ - $C_{15}$  – жидкости

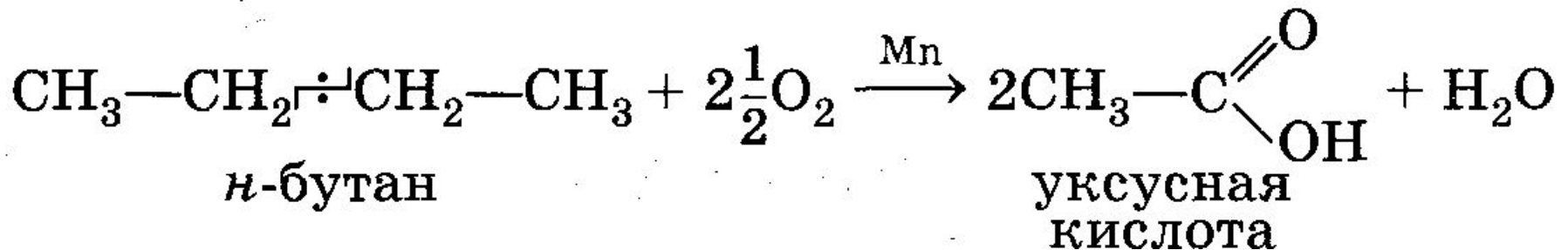
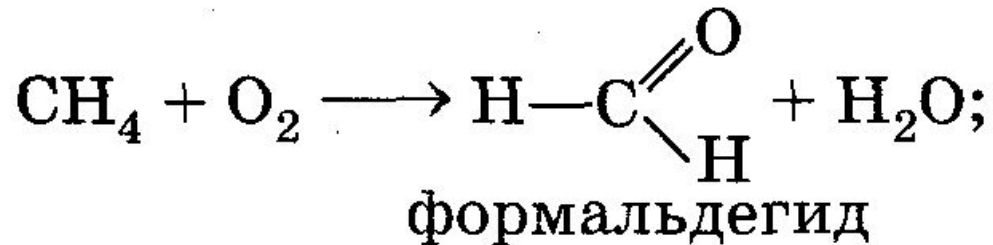
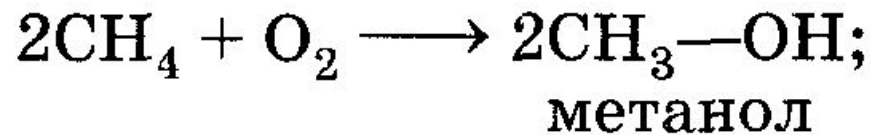
с  $C_{16}$  – твёрдые вещества (парафин)

# Химические свойства:

## • Горение



## • Каталитическое окисление



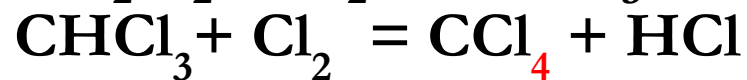
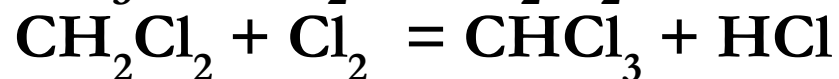
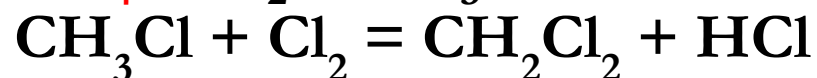
## 1.7 Химические свойства. Тип Замещение

### Галогенирование.

Для алканов характерны реакции замещения с галогенами, причем с фтором реакция идет со взрывом.

Хлор реагирует только при нагревании или на свету.

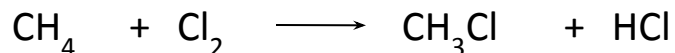
Атомы галогенов постепенно замещают атомы водорода, образуя галогенопроизводные углеводородов. Например:



# I. Реакции замещения

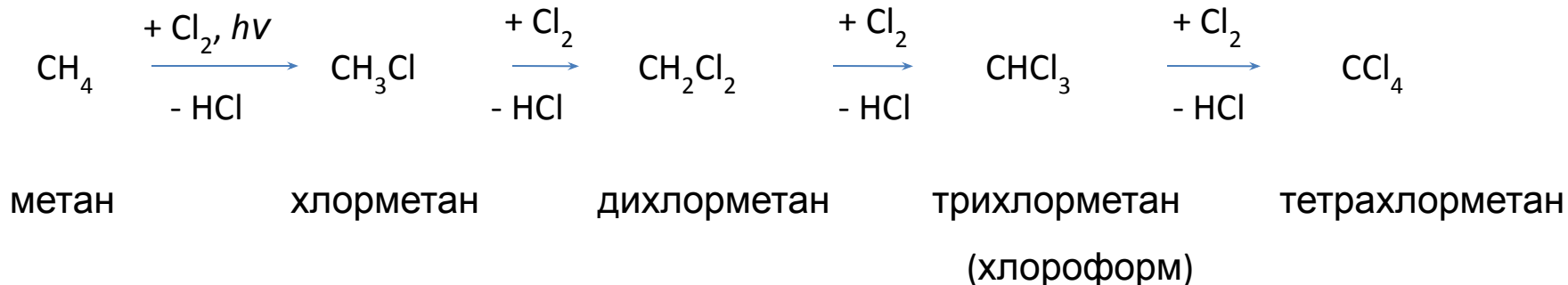
(по свободнорадикальному механизму) разрыв связей C – H и замещение атомов водорода

## 1. Галогенирование



Алканы очень активно реагируют с фтором; хлорирование протекает под действием света и является **фотохимической цепной реакцией**.

Низшие алканы ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) можно прохлорировать полностью.

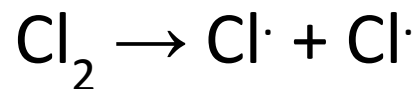


# Механизм радикального замещения $S_R$

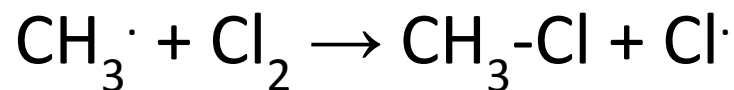
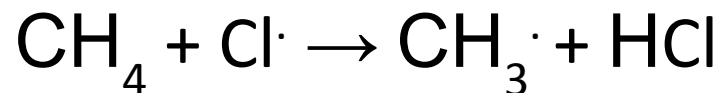
Радикальные реакции имеют цепной механизм, включающий стадии:

- зарождение,
- развитие и
- обрыв цепи.

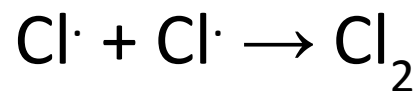
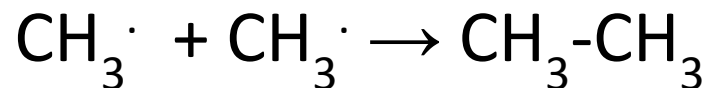
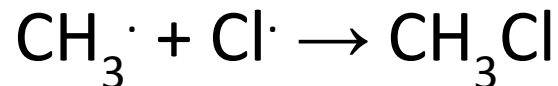
- Зарождение цепи (инициирование)



- Рост (развитие) цепи

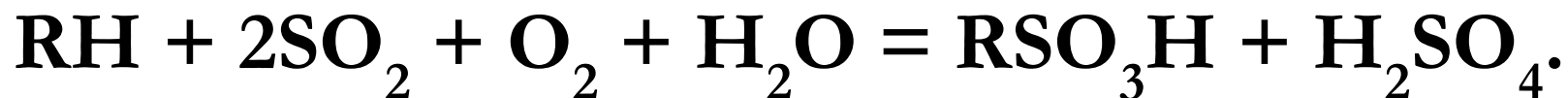
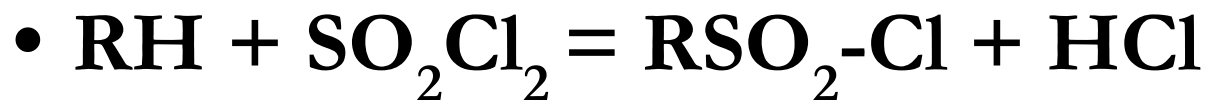
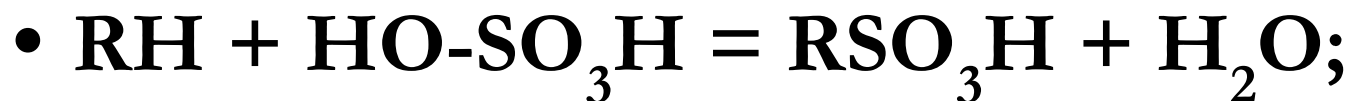
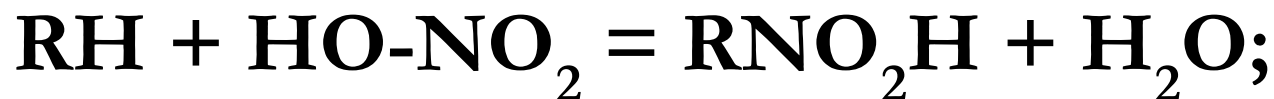


- Обрыв цепи



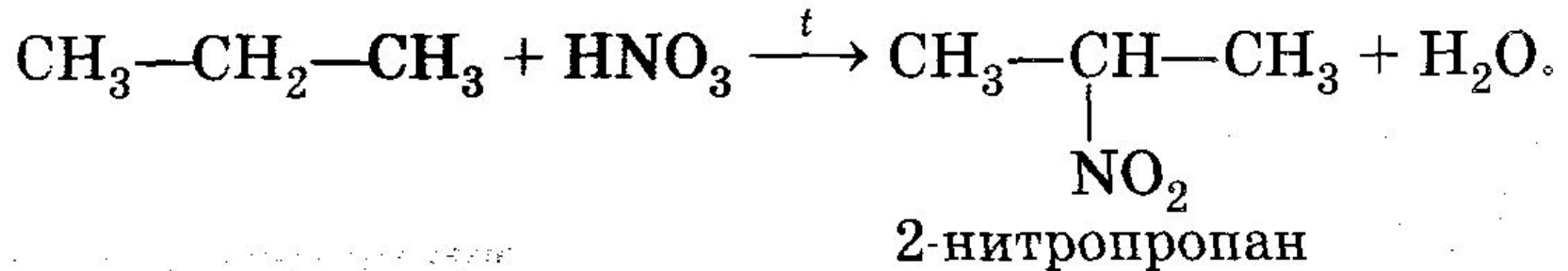
# S<sub>R</sub>

- Предельные углеводороды вступают в реакции нитрования, сульфирования, сульфохлорирования и сульфоокисления углеводородов:



# Химические свойства:

## • Нитрование (Реакция Коновалова)

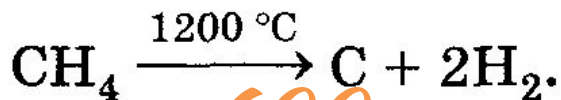
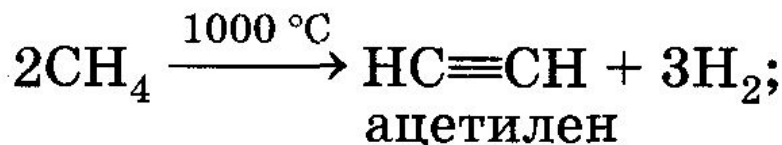
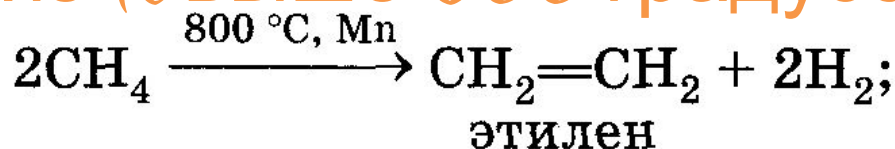


В первую очередь замещаются атомы водорода у III > II > I атомов углерода!!!

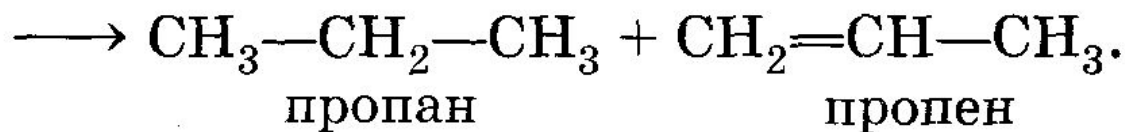


# Химические свойства:

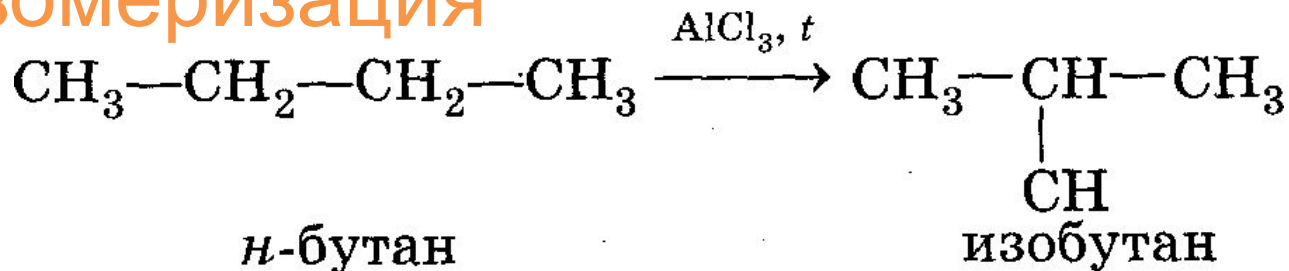
• Пиролиз ( $t$  выше  $600$  градусов C)



• Крекинг ( $t$  ниже  $600$  градусов C)



• Изомеризация

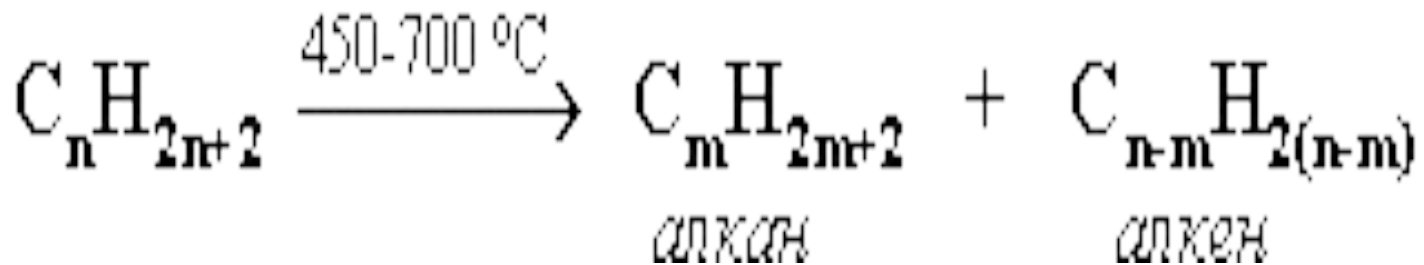


## 1.5 Способы получения.

Алканы выделяют из природных источников (природный и попутный газы, нефть, каменный уголь).

Используются также синтетические методы.

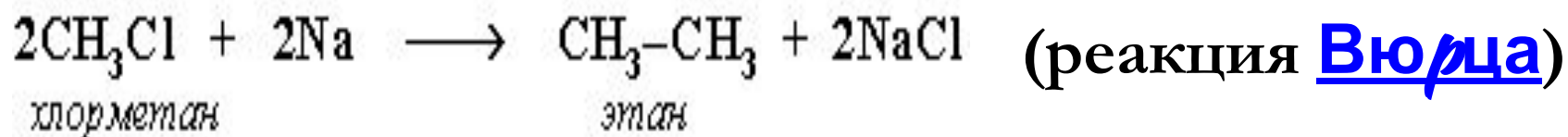
1. **Крекинг** нефти (промышленный способ):



При крекинге алканы получаются вместе с непредельными соединениями (алкенами).

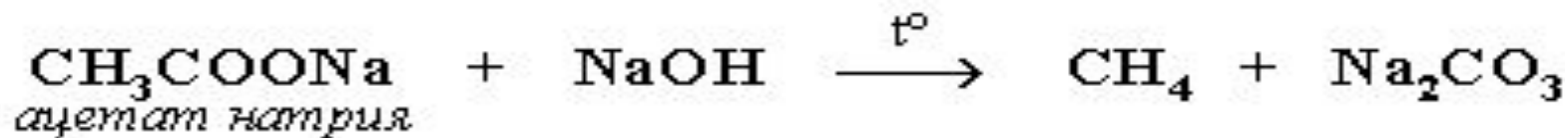
Этот способ важен тем, что при разрыве молекул высших алканов получается очень ценное сырье для органического синтеза: пропан, бутан, изобутан, изопентан и др.

2. Синтез более сложных алканов из галогенопроизводных с меньшим числом атомов углерода:

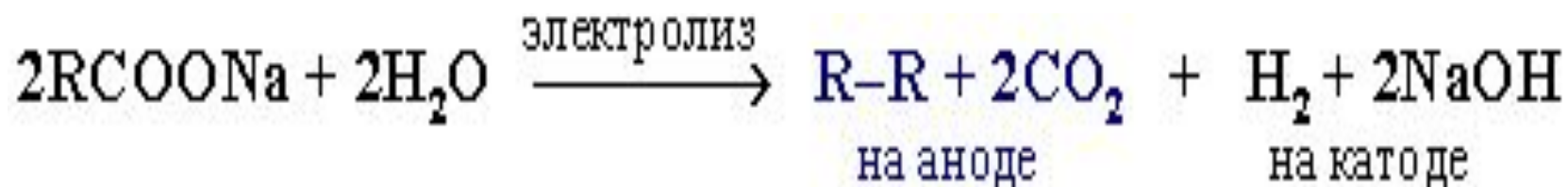


3. Из солей карбоновых кислот:

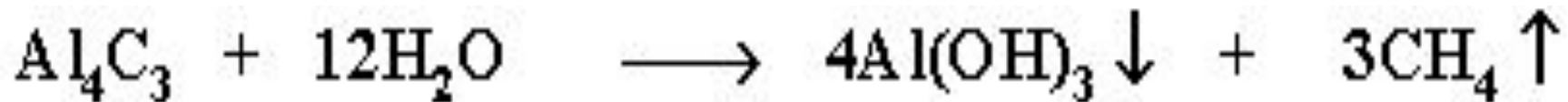
а) сплавление со щелочью (реакция Дюма):



б) электролиз по Кольбе:

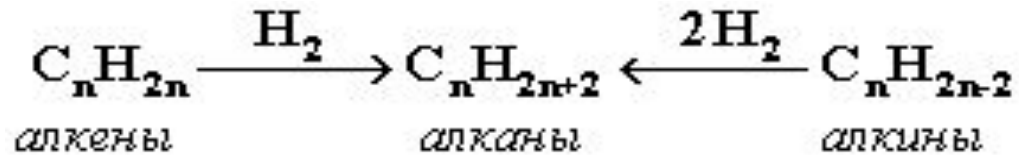


4. Разложение карбидов металлов, гидролиз (метанидов) водой:



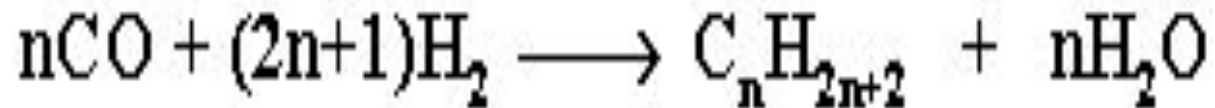
# 1.5 Способы получения.

- 5. Гидрирование непредельных углеводородов:

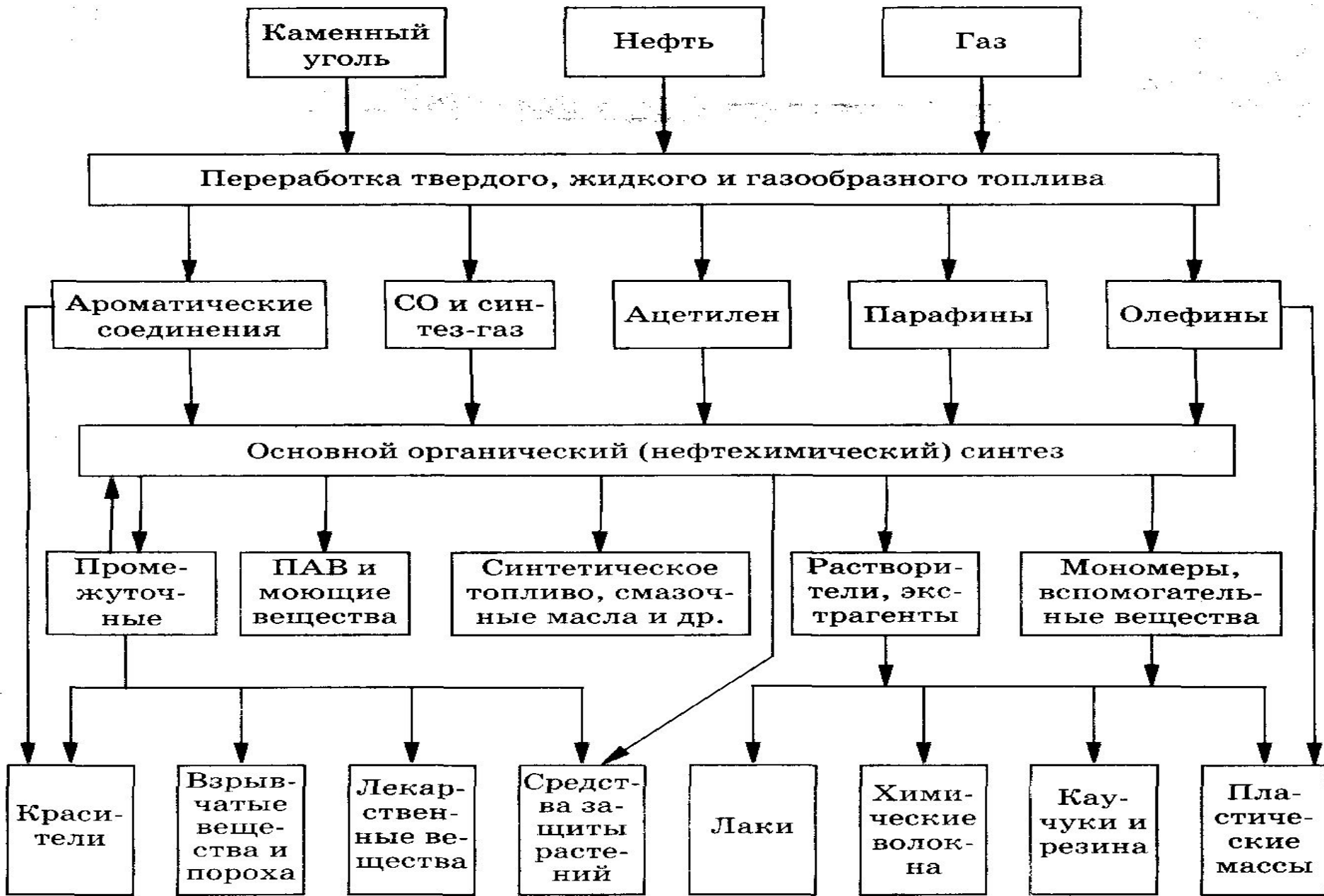


- 6. Газификация твердого топлива (при повышенной температуре и давлении, катализатор Ni):  $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$

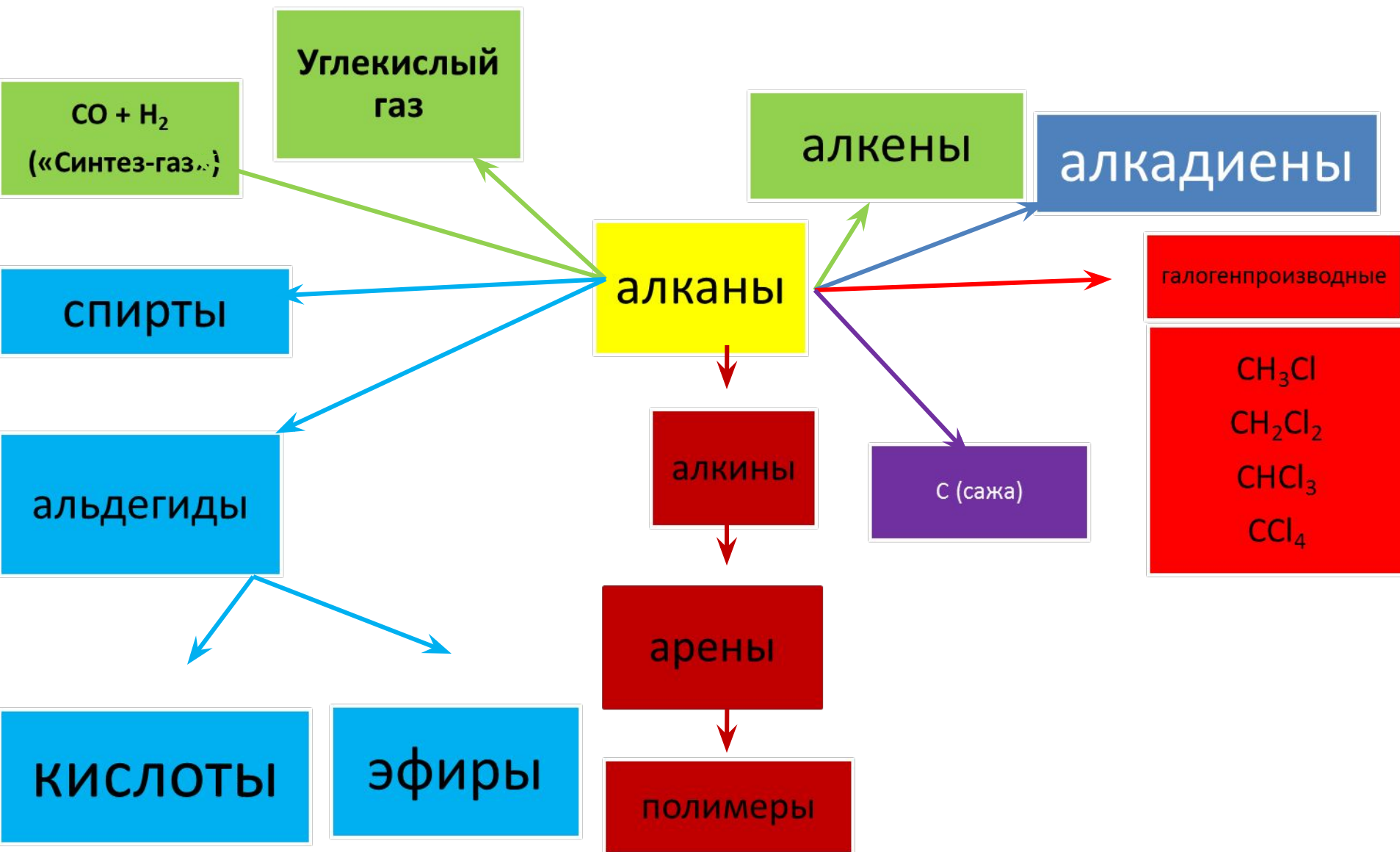
- 7. Из синтез-газа (CO + H<sub>2</sub>) получают смесь алканов:



# Практическое применение



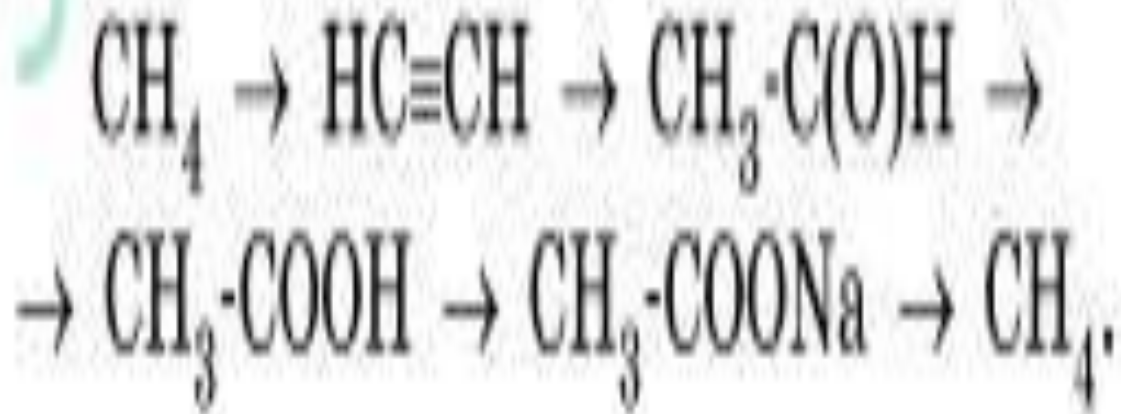
# Генетическая связь алканов



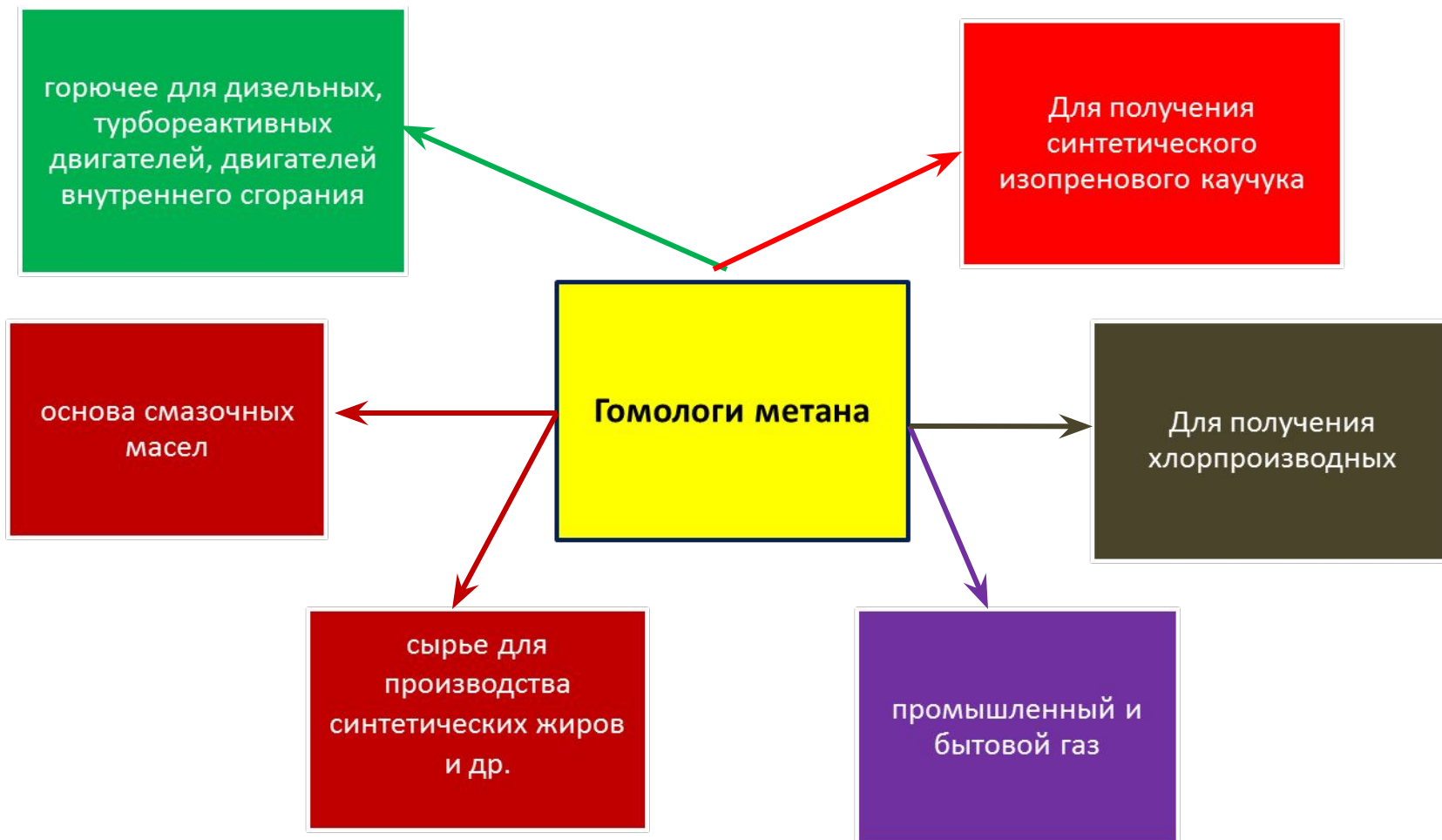
# Генетическая связь алканов

- Решить превращение 38(ЕГЭ)

6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:

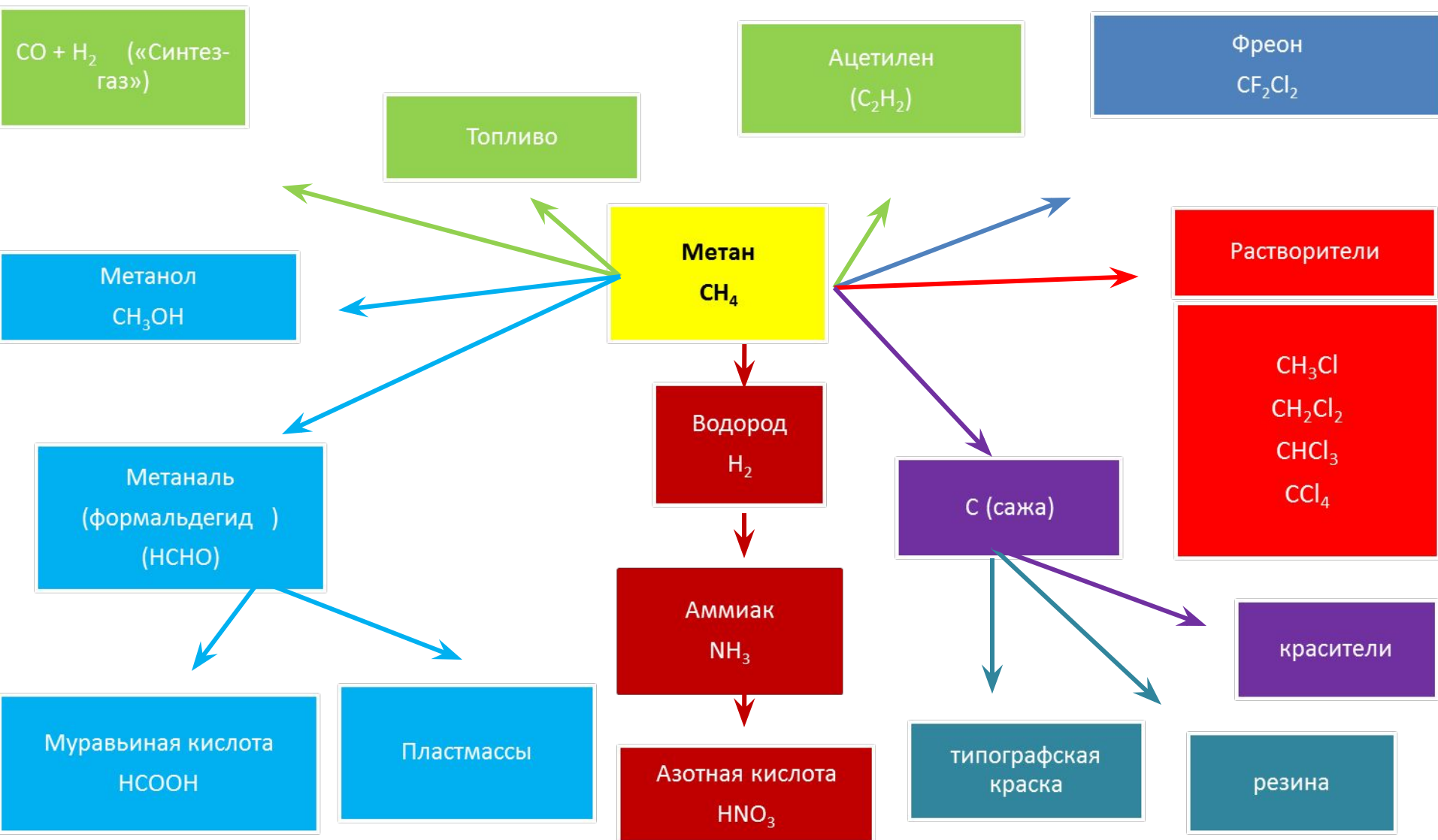


# Применение гомологов метана





# Применение метана



# Домашнее задание

- Алканы .Химические свойства, получение.
- Задачник.