

# \* ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## Лекция 3

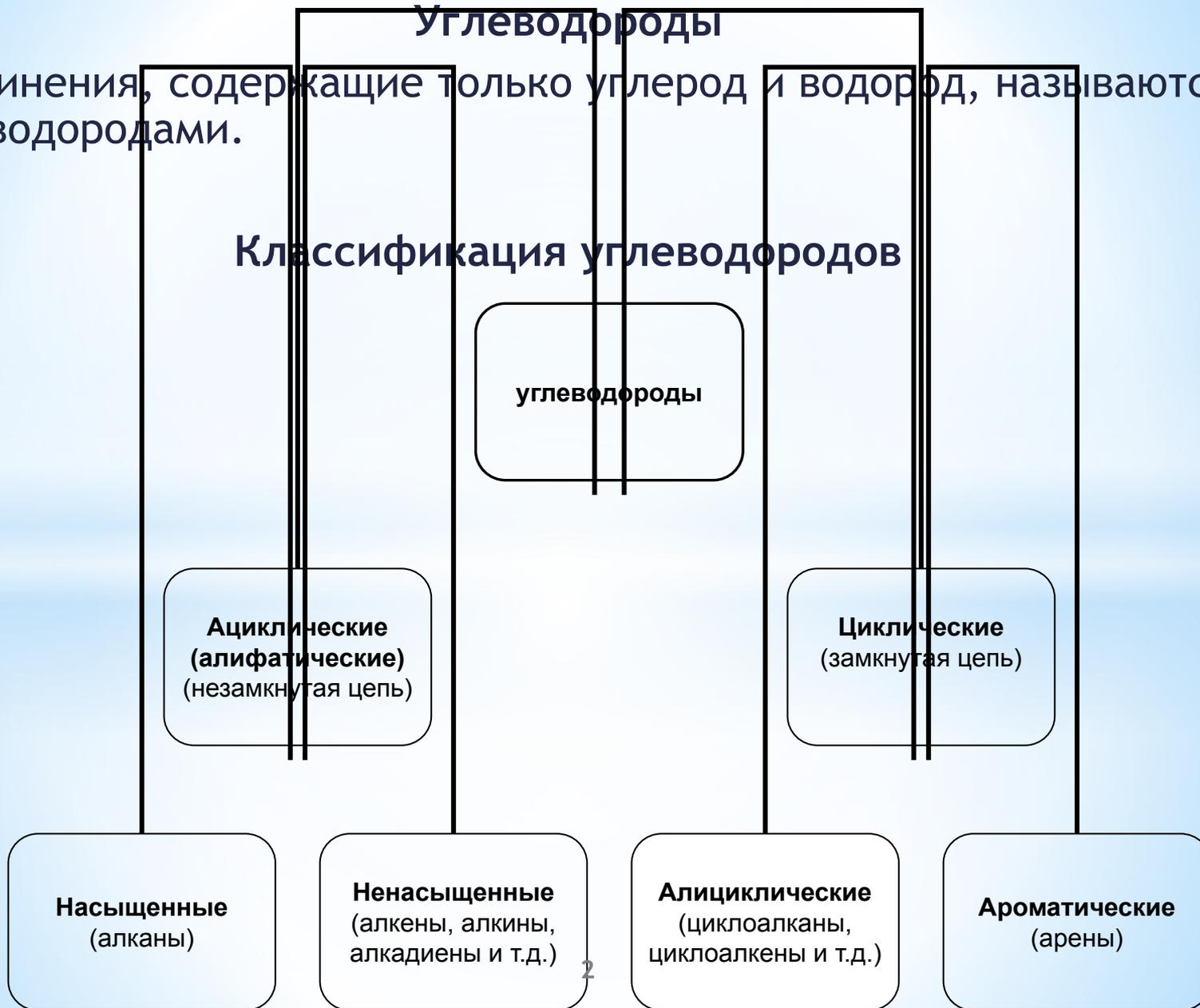
**1.** Углеводороды

**2.** Алканы

# Углеводороды

Соединения, содержащие только углерод и водород, называются углеводородами.

## Классификация углеводородов



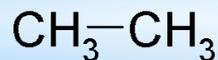
# \* АЛКАНЫ

## \* 1. Гомологический ряд алканов

Алканы имеют общую формулу  $C_nH_{2n+2}$ . Каждый последующий член гомологического ряда алканов отличается от предыдущего на постоянную группу атомов, которая называется гомологической разностью:  $(-CH_2-)$ .  
Отдельные члены этого ряда называются гомологами.



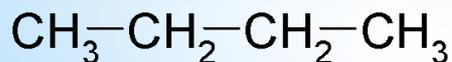
Метан (первый член гомологического ряда )



Этан (второй гомолог)



Пропан (третий гомолог)



Бутан (четвёртый гомолог)

\*  $\text{CH}_4$  метан

\*  $\text{C}_2\text{H}_6$  этан

\*  $\text{C}_3\text{H}_8$  пропан

\*  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  бутан

\*  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  пентан

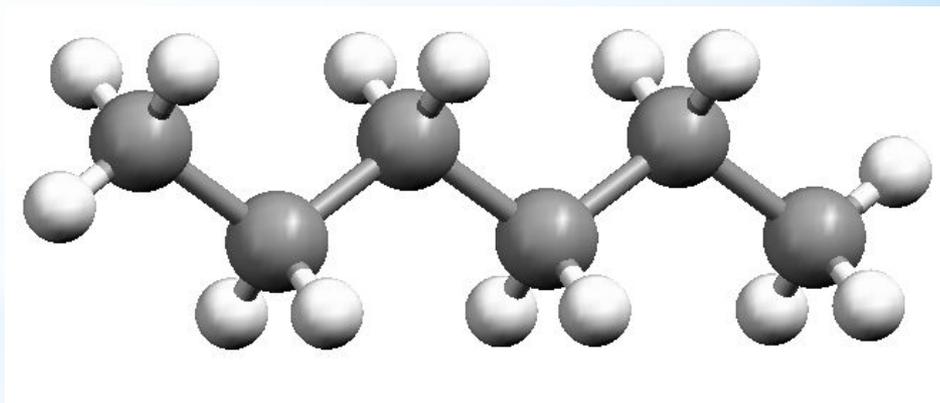
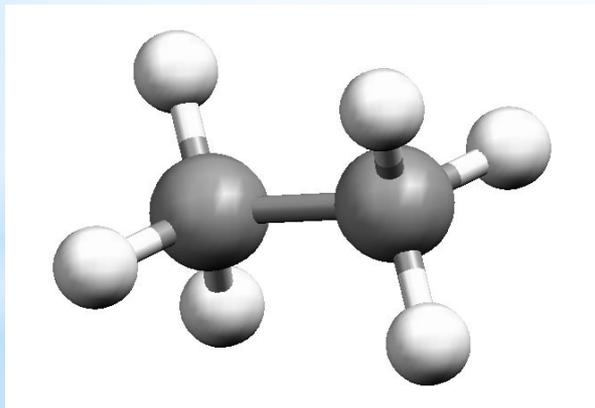
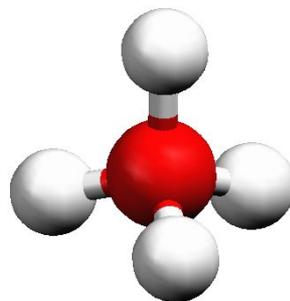
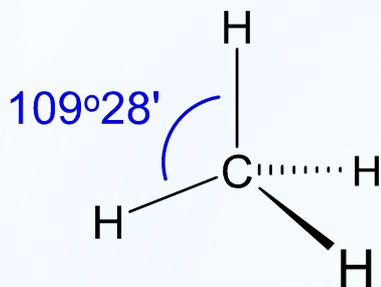
\*  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  гексан

\*  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  гептан

\*  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  октан

\*  $\text{C}_9\text{H}_{20}$  нонан

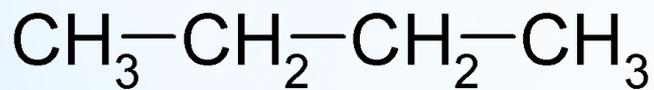
## \*2. Строение алканов



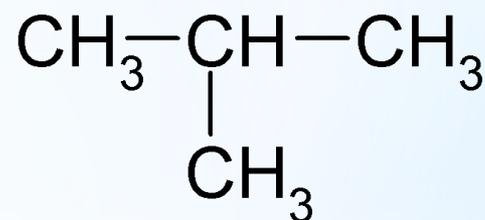
## \*3. Изомерия алканов

### 3.1. Структурная изомерия алканов

Для алканов характерна разновидность структурной изомерии, называемая изомерией углеродного скелета.



*н-бутан*



*изобутан*

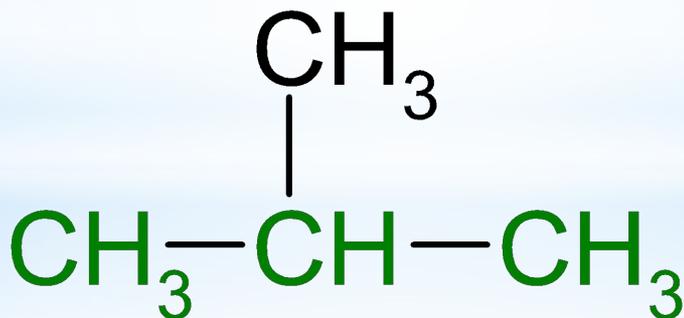
$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$  - 802 изомера

$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$  - 366319 изомеров

## \* 4. Номенклатура алканов

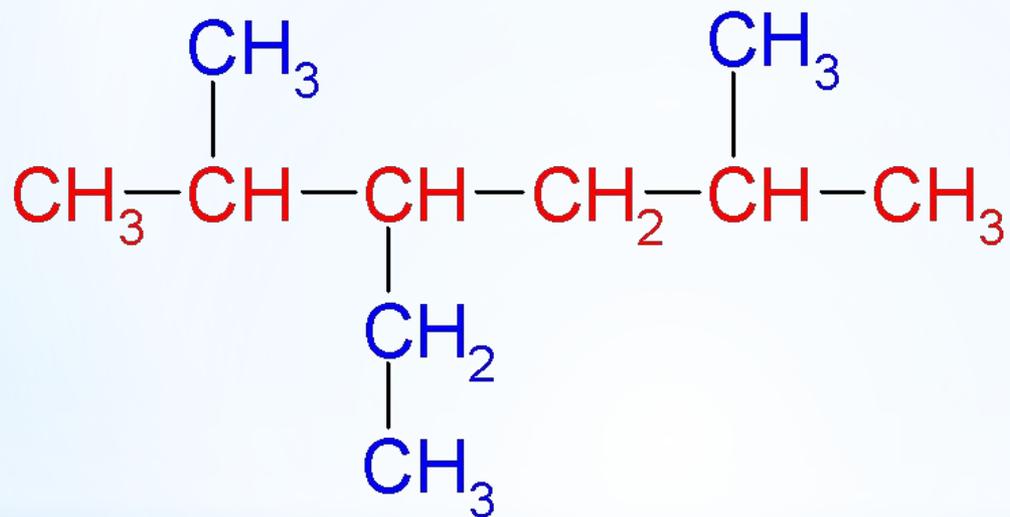
Чтобы назвать алкан, необходимо:

1. Найти самую длинную углеводородную цепь.
2. Пронумеровать цепь, начиная с того конца цепи к которому ближе находится разветвление.
3. Назвать алкан, перечисляя алкильные заместители, указывая их количество и положение.



метилпропан

МЕТИЛЫ



ЭТИЛ

2,5-диметил-3-этилгексан

## \*5. Физические свойства алканов

$\text{CH}_4$  до  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  - газы,

$\text{C}_5\text{H}_{12}$  до  $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$  - жидкости,

последующие члены гомологического ряда -  
твердые вещества.

Алканы являются гидрофобными соединениями

## \*6. Химические свойства алканов

1. Алканы являются насыщенными углеводородами, поэтому не вступают в реакции присоединения.

2. Для реакций алканов характерен радикальный механизм.

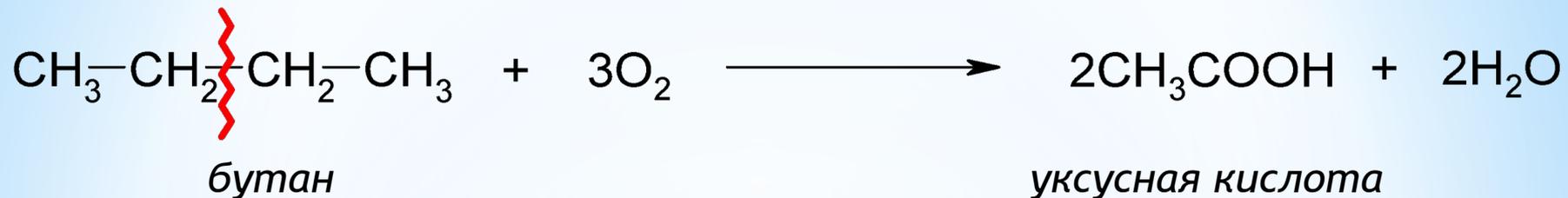
Условия проведения радикальных реакций: высокая температура, действие света и т.д.

## \*6.1. Реакции окисления алканов

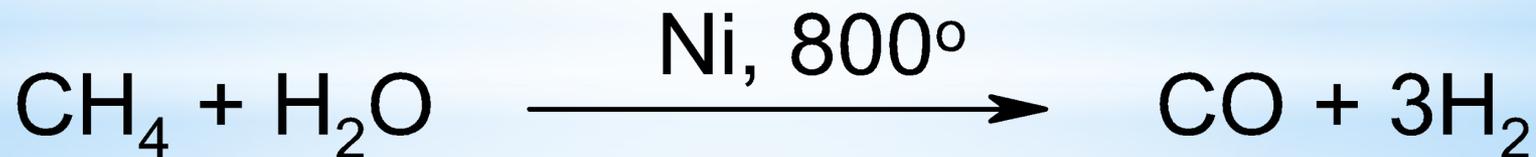


Количественной характеристикой стойкости горючего к детонации является **октановое число**. Октановое число численно равно процентному (по объему) содержанию изооктана (октановое число которого принято за 100) в его смеси с н-гептаном (октановое число которого принято за равно 0), эквивалентной по детонационной стойкости испытываемому топливу.

\* Частичное окисление алканов идёт с разрывом связи C-H или связи C-C.

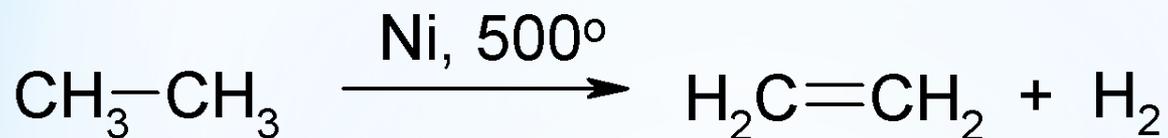


\* Получение синтез-газа:



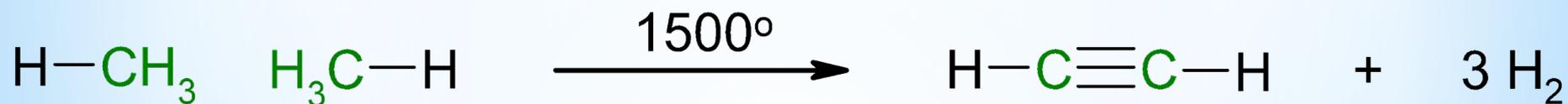
## \*6.2. Дегидрирование алканов

При нагревании алканов в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni, Fe, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO) происходит их каталитическое дегидрирование



При нагревании алканов с большим количеством атомов углерода происходит дегидроциклизация - реакция дегидрирования, которая приводит к замыканию цепи в цикл.

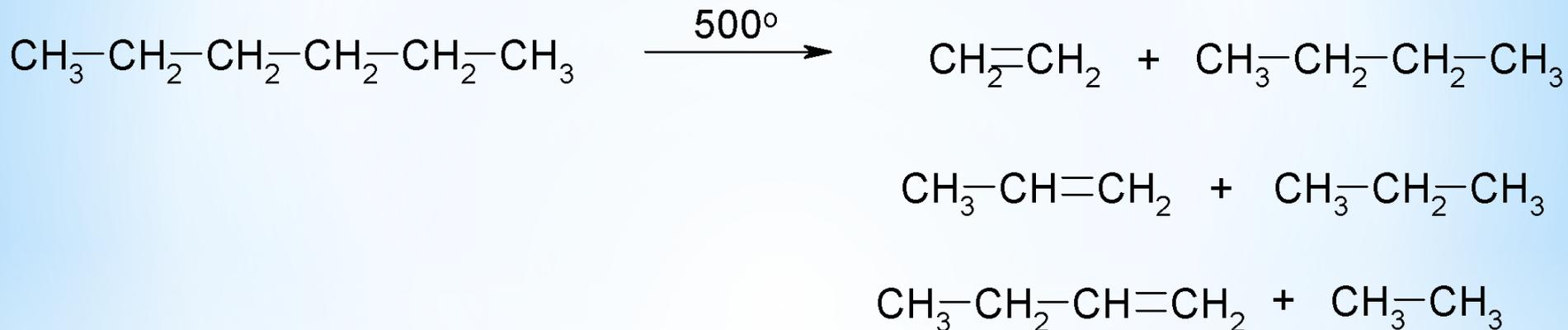
\* Межмолекулярное дегидрирование метана (пиролиз метана) используется для промышленного получения ацетилена





## \*6.4. Крекинг алканов (англ. cracking - расщепление)

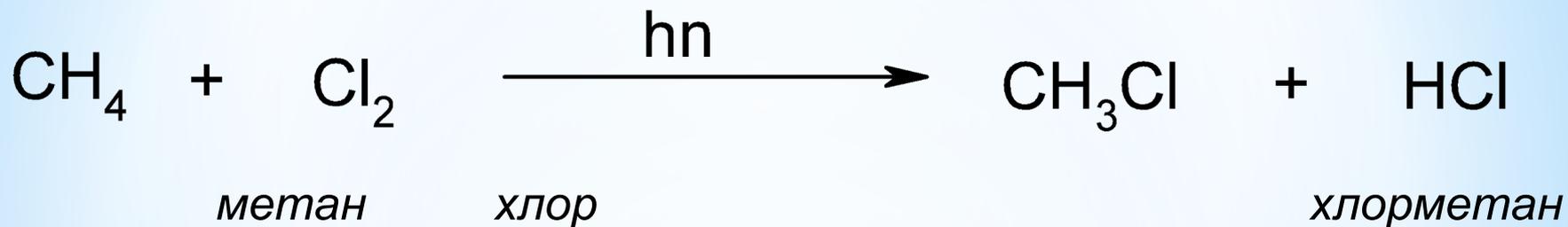
**Термический крекинг.** При температуре 500°C и под давлением 80 атм молекулы алканов расщепляются и образуются алканы и алкены с меньшим числом атомов углерода.



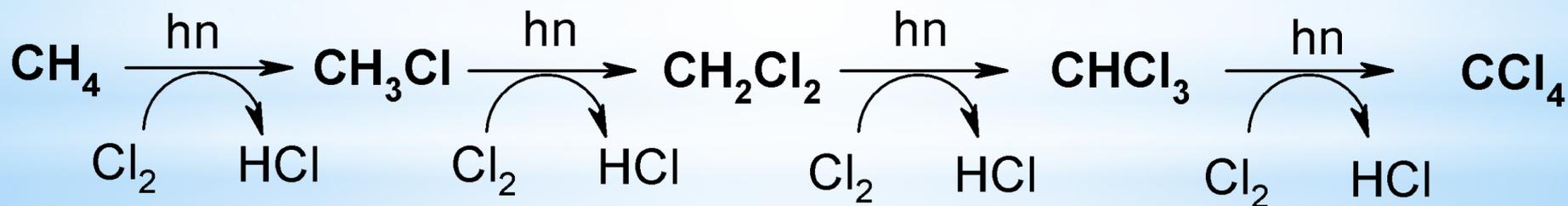
**Каталитический крекинг** проводят в присутствии катализаторов (обычно оксиды алюминия и кремния, монтмориллонит - глинистый минерал) при температуре 450°C и меньшем давлении.

# \*6.5. Реакции замещения

## \*Галогенирование

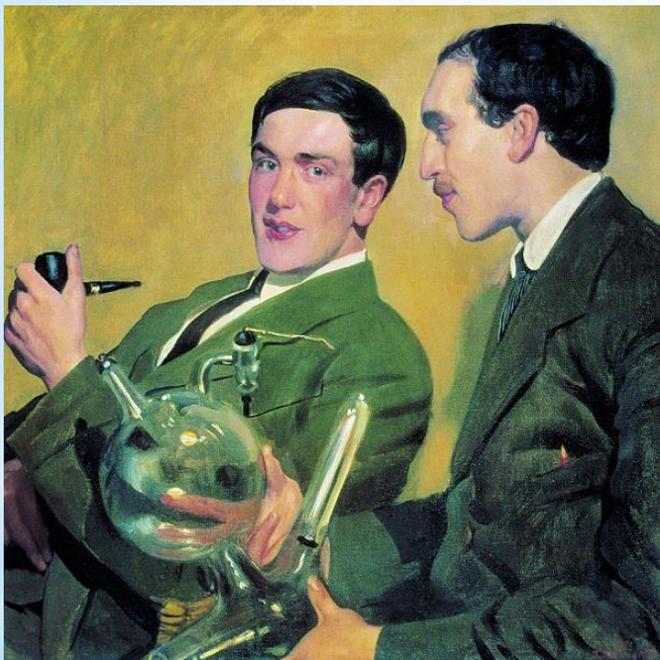


дород



## \* Механизм радикального замещения ( $S_R$ ) на примере монохлорирования метана

Реакция галогенирования алканов протекает по радикальному цепному механизму, т.е. как цепь повторяющихся реакций с участием свободно-радикальных частиц.



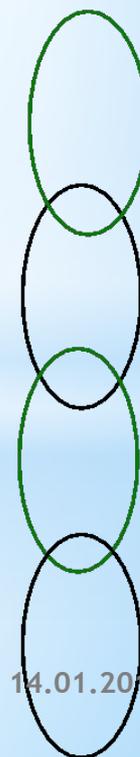
**Цепные реакции** - химические реакции, идущие путем последовательного протекания одних и тех же элементарных стадий.

Н.Н. Семёнов (справа) и П.Л. Капица (слева),  
портрет работы Б.М. Кустодиева, 1921

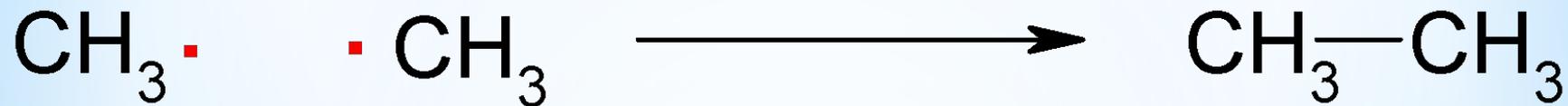
\*Стадия 1: инициирование. При облучении хлора УФ светом или при нагревании до 400° образуются атомы хлора:



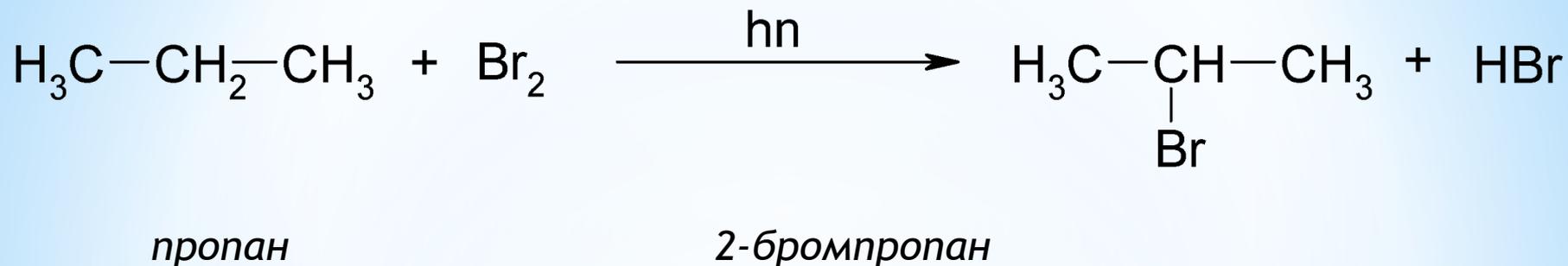
\*Стадия 2: Образование и рост цепи



\*Стадия 3. Обрыв цепи.



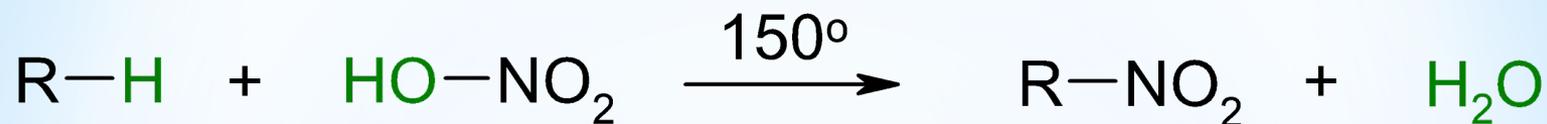
## \*Региоселективность реакций $S_R$



Предпочтительное протекание реакции по одному из нескольких возможных реакционных центров называется **региоселективностью**.

Реакция галогенирования алканов в мягких условиях протекает **региоселективно**.

\* Нитрование алканов (реакция Коновалова)



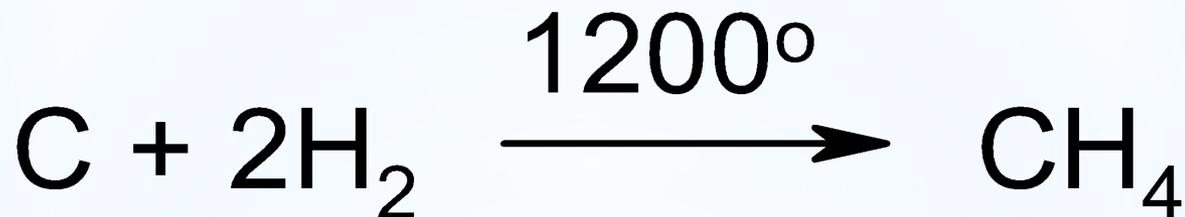
*алкан*

*азотная кислота*

*нитроалкан*

## \*7. Получение алканов

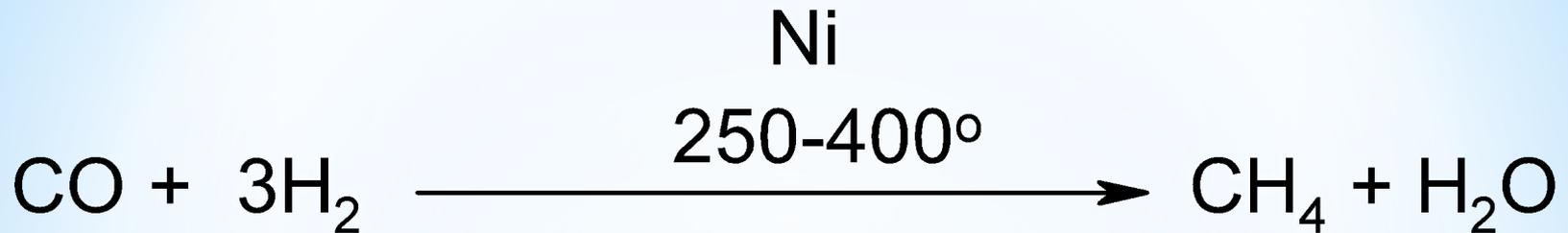
### \*7.1. Синтез из элементов



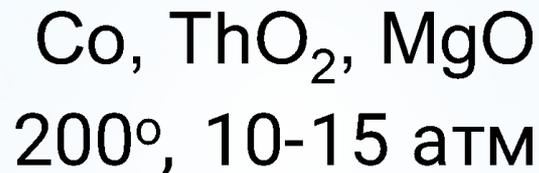
Газификация твердого топлива (деструктивная гидрогенизация, Бергиус) - основана на гидрогенизации каменного или бурого угля в присутствии железных или молибденовых катализаторов при 400-450° под давлением 200-700 атм.

Из тонны угля получают 0,8 тонны бензина и дизельного топлива и 0,2 тонны газа.

\*7.2. Восстановление угарного газа водородом (Сабатье, Сандеран, 1902):



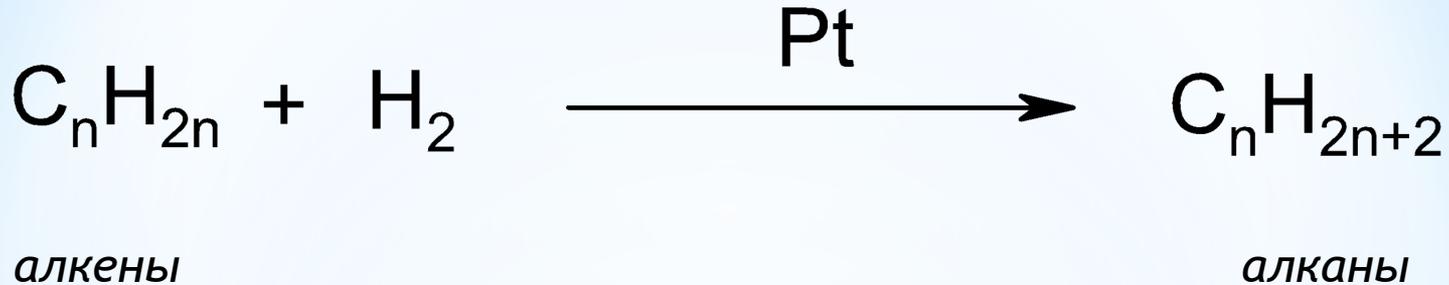
\* процесс Фишера-Тропша



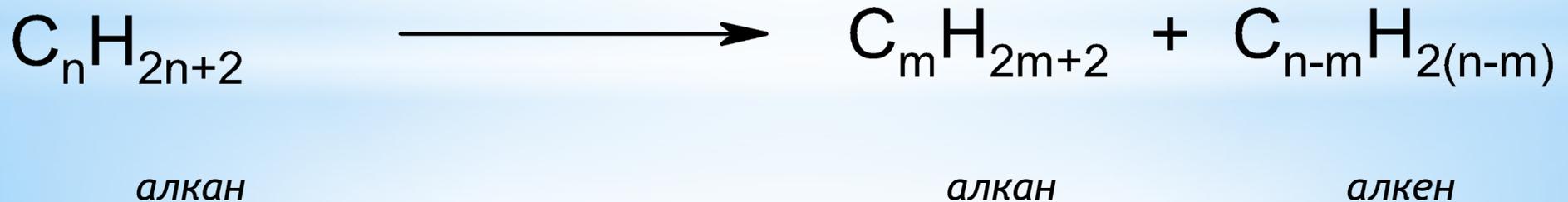
в 1944 году в Германии было получено 600000 тонн углеводородов по методу Фишера-Тропша



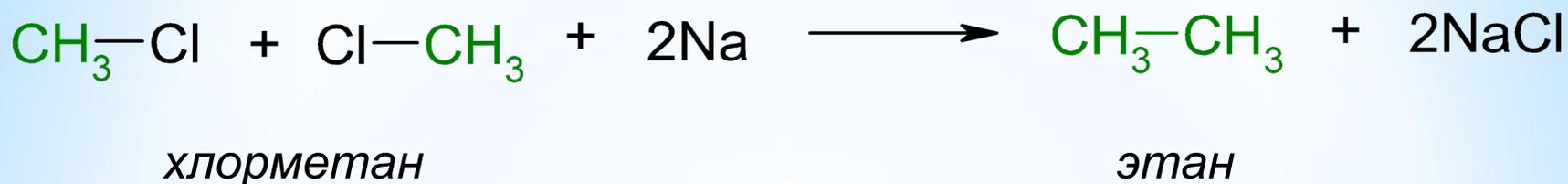
### \*7.3. Гидрирование непредельных углеводородов



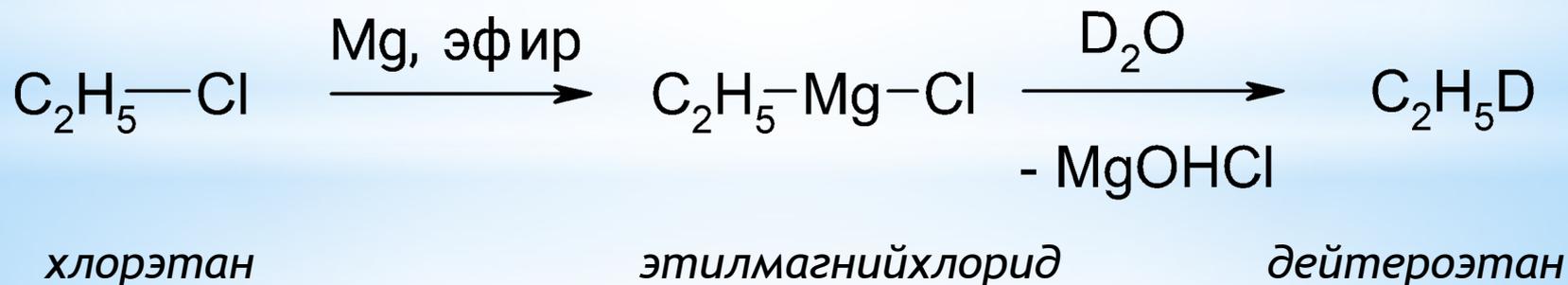
### \* 7.4. Крекинг нефти



## \*7.5. Реакция Вюрца



## \*7.6. Разложение водой металлоорганических соединений



## \* 7.7. Сплавление солей карбоновых кислот со щелочью (реакция Дюма)



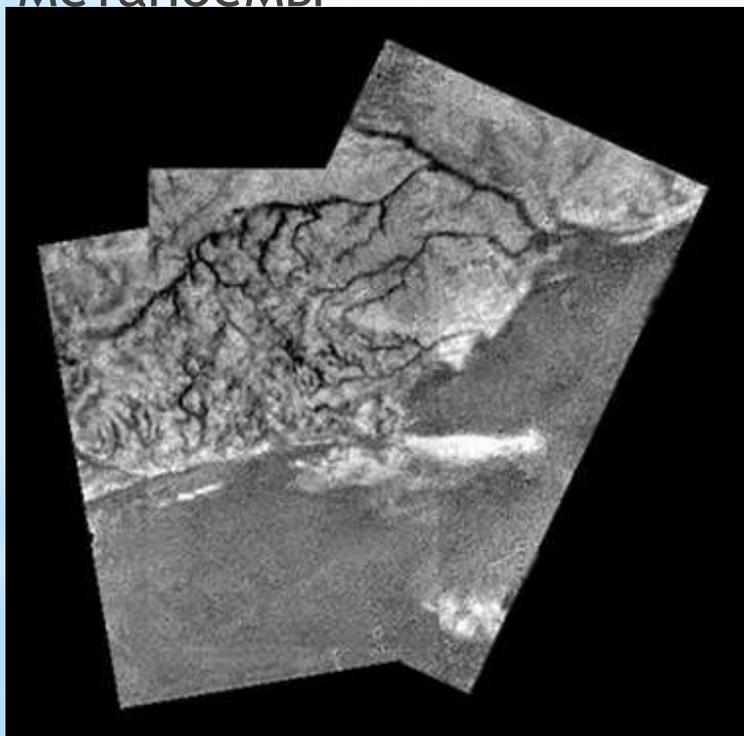
## \* 7.8. Другие методы

- \* синтез с использованием медь-органических соединений - реагентов Гилмана (реакция Кори-Поснера),
- \* электролиз солей карбоновых кислот (электролиз Кольбе),
- \* восстановление алкигалогенидов йодоводородной кислотой в присутствии фосфора (Бертло),
- \* восстановление алкилгалогенидов натрием в спирте, цинком, серебром, медью, алюмогидридом лития и другими восстановителями,
- \* восстановление карбоновых кислот йодоводородной кислотой в присутствии фосфора
- \* etc.

## \* 8. Нахождение алканов в природе

\* 8.1. Атмосфера планет Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и некоторых спутников содержит большое количество метана.

На спутнике Сатурна Титане идут метановые дожди, и есть метаноёмы



<http://science.compulenta.ru/167603/>

\*8.2. **Природный газ.** Метан является основной составной частью природного газа. Используется в основном как топливо.

\*8.3. **Нефть.** Пенсильванская и кувейтская нефти содержат в основном алканы, а бакинская и калифорнийская нефти содержат в основном нафтены (циклоалканы).

\*Путём перегонки из нефти получают: бензины, керосин, дизельное топливо и мазут.

\*8.4. **Попутный нефтяной газ (метан, этан, пропан, бутан)**



- \*8.5. Рудничный газ - метан, который выделяется из каменного угля в шахтах. Представляет опасность для шахтёров.
- \*8.6. Болотный газ - в основном метан, который образуется в результате метанового брожения на дне болот в анаэробных условиях.
- \*8.7. Соляные газы - метан, выделяющийся месторождениями калийных солей.
- \*8.8. Газовые гидраты углеводородов широко распространены в природе.

- \*8.9. Озокерит (горный воск), природный нефтяной битум. Очищенный озокерит называется церезин.
  
- \*8.10. Битумы (лат. bitumen – горная смола), твердые или смолоподобные смеси углеводородов и их производных.
  
- \*Асфальт (греч. ασφαλτος – горная смола), смесь битумов с минеральными веществами (известняком, песчаником). Применяют в смеси с песком, гравием, щебнем в основном для покрытия дорог.
  
- \*Асфальт иногда встречается в виде “озёр” - например тринидадское асфальтовое озеро Пич-Лейк.



**Спасибо**

**за**

**Ваше внимание!**