

# Алканы (Парафины)



## Лекция №6:

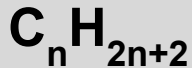
1. Гомологический ряд алканов
2. Номенклатура алканов
3. Строение алканов
4. Изомерия в ряду алканов
5. Получение алканов из природных источников
6. Синтез алканов
7. Физические свойства алканов
8. Химические свойства алканов

# 1. Гомологический ряд

**алканов**  
Алканы (парафины) – углеводороды с открытой цепью, в которых атомы углерода соединены друг с другом одинарными связями, а остальные свободные валентности насыщены атомами водорода.

"парафины" – от лат. *parrum affinis* – малоактивный

Гомологический ряд – группа родственных органических соединений, отвечающих одной общей формуле и содержащих общие структурные элементы, но отличающихся между собой на одну или несколько метиленовых групп ( $\text{CH}_2$ ).



Общая формула алканов

# 1. Гомологический ряд

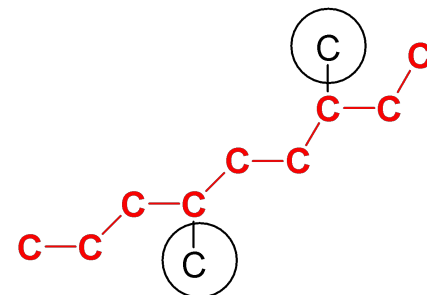
## алканов

Метан	$\text{CH}_4$		$\text{CH}_3^-$	Метил (Me)
Этан	$\text{CH}_3-\text{CH}_3$	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2^-$	Этил (Et)
Пропан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2^-$	<i>n</i> -Пропил (Pr)
<i>n</i> -Бутан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2^-$	<i>n</i> -Бутил (Bu)
<i>n</i> -Пентан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2^-$	<i>n</i> -Пентил
<i>n</i> -Гексан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_2^-$	<i>n</i> -Гексил
<i>n</i> -Гептан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}_3$	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}_2^-$	<i>n</i> -Гептил
<i>n</i> -Октан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_3$	$\text{C}_8\text{H}_{18}$		
<i>n</i> -Нонан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$	$\text{C}_9\text{H}_{20}$		
<i>n</i> -декан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_3$	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$		

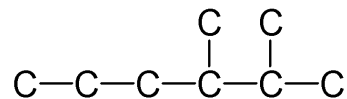
«*n*» - нормального (неразветвленного строения)

## 2. Систематическая номенклатура ИЮПАК (IUPAC), (1892г., г. Женева) Международный союз химии

1. Название алкана оканчивается на **-ан**.
2. Выбирается самая **длинная неразветвленная цепь** атомов углерода; соединенные с ней алкильные группы рассматриваются как заместители.

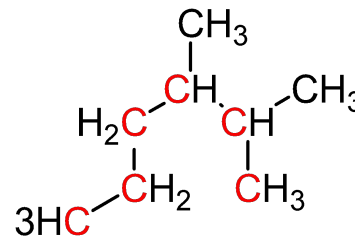


3. Атомы углерода основной цепи нумеруются последовательно с того ее конца, который дает заместителю **наименьший номер**.



6 5 4 3 2 1  
 1 2 3 4 5 6

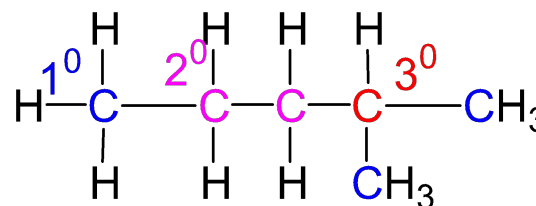
4. Название заместителей перечисляют в **алфавитном порядке**, указывая перед названием номер атома, у которого расположен заместитель. Название всему соединению дает самая **длинная углеводородная цепь**.



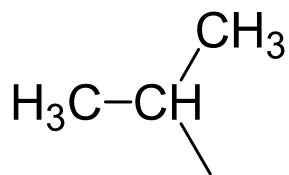
2,3-диметилгексан

### Классификация атомов углерода:

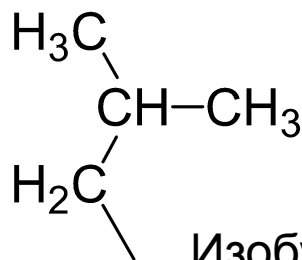
- Первичный ( $1^0$ ) - связан только с одним углеродным атомом;
- Вторичный ( $2^0$ ) - связан с двумя атомами углерода;
- Третичный ( $3^0$ ) - связан с тремя атомами углерода.



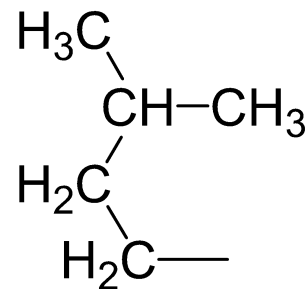
Правила ИЮПАК разрешают использовать для алкильных заместителей тривиальные названия:



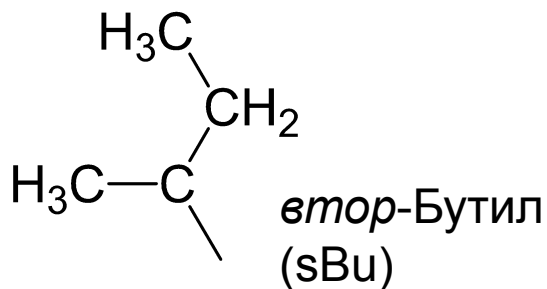
Изопропил  
(iPr)



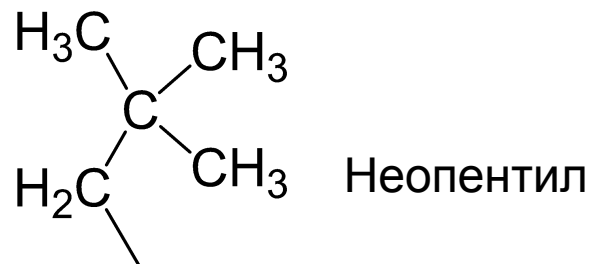
Изобутил (iBu)



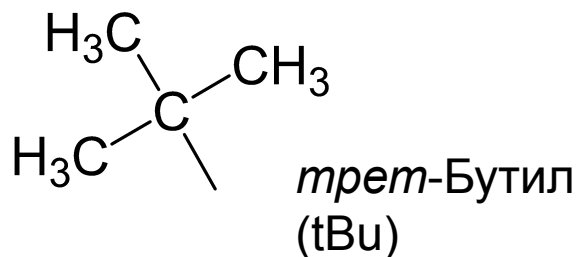
Изопентил  
(Изоамил)



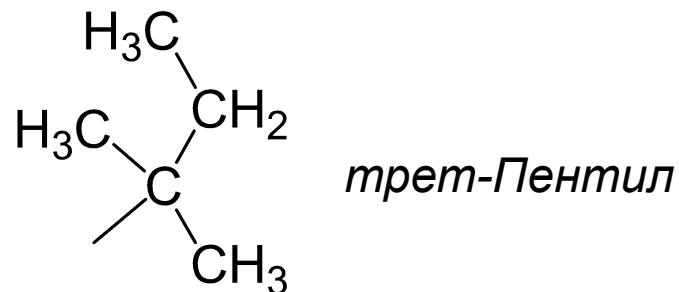
*втор*-Бутил  
(sBu)



Неопентил

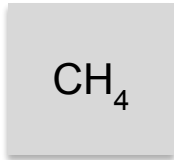
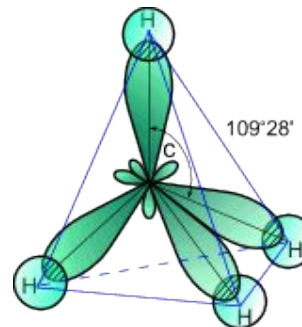
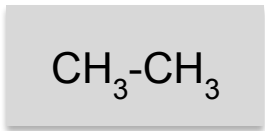
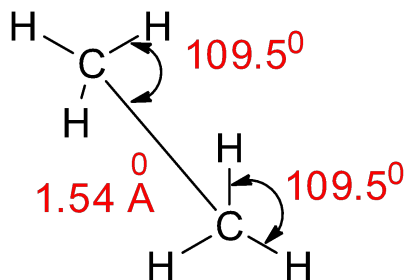
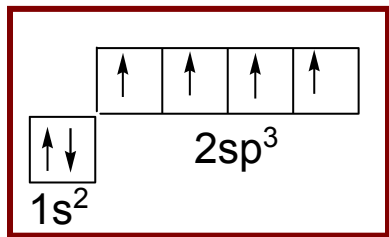


*трет*-Бутил  
(tBu)

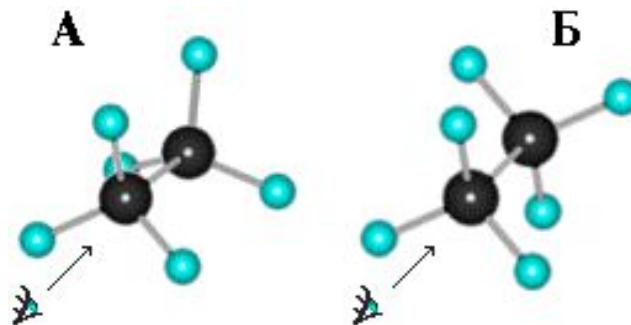


*трет*-Пентил

# 3. Строение алканов

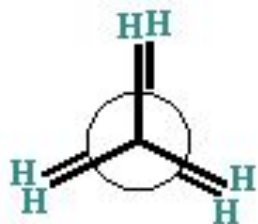


Свободное вращение вокруг C-C-связи

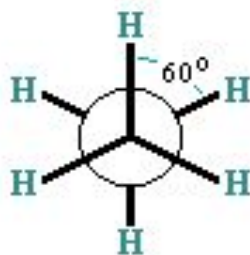


заслоненная конформация

заторможенная конформация (более устойчивая)



заслоненная конформация



заторможенная конформация

проекция Ньюмена

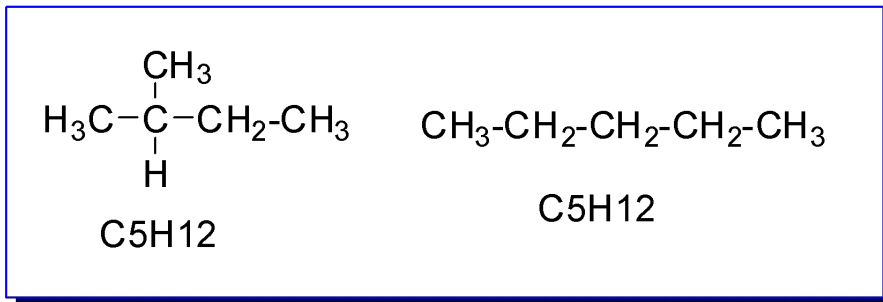


вид вдоль связи C-C

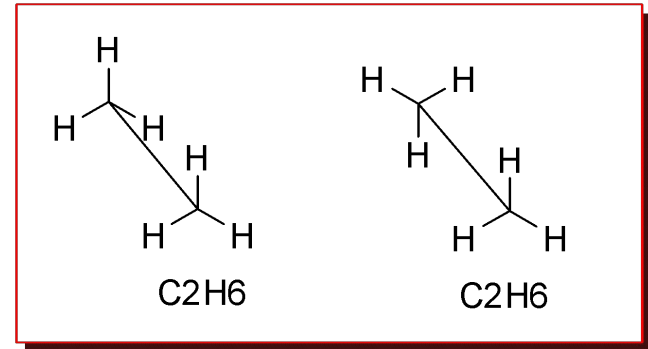
# 4. Изомерия алканов

*Изомерия* – явление, обусловленное существованием молекул, имеющих одинаковый качественный и количественный состав, но различающихся по химическим и физическим свойствам вследствие неодинакового расположения атомов (атомных группировок) в молекуле или их ориентации в пространстве.

*Изомеры* – соединения, отвечающие одной молекулярной формуле, но различающиеся между собой по строению



Изомерия углеродного скелета

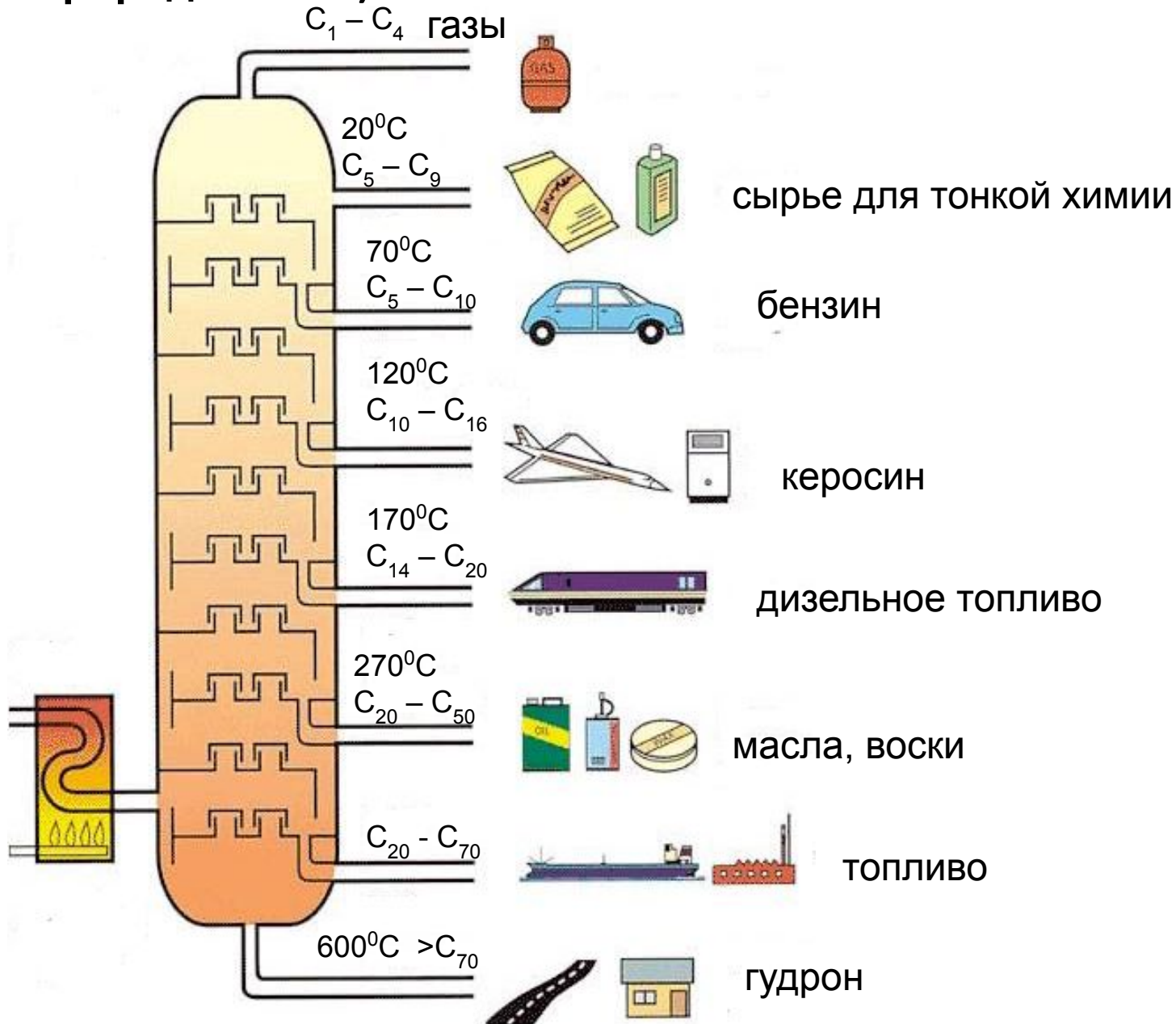


Конформационная изомерия

Изомеры имеют разные физические свойства, но сходное химическое поведение



## 5. Получение алканов из природных источников (нефть, природный газ)

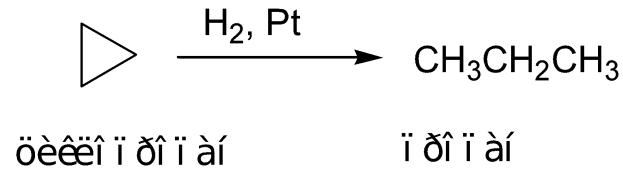
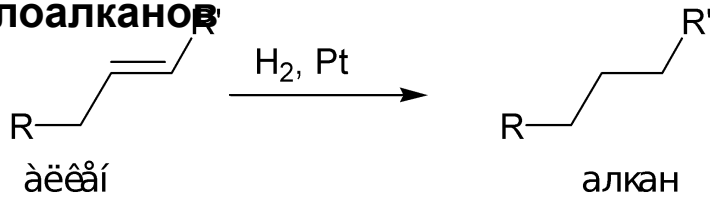


# 6. Синтез

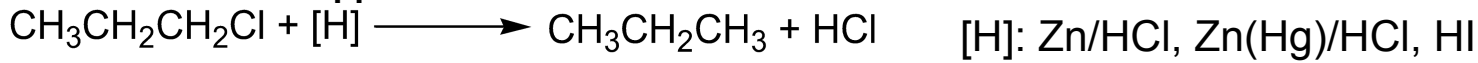
## алканов

Реакции, не сопровождающиеся изменением числа углеродных атомов в молекуле:

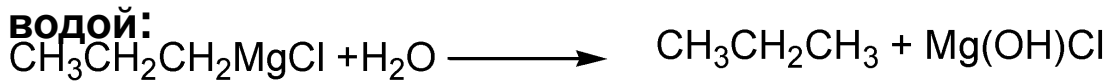
а) Каталитическое (Pt, Pd, Ni) гидрирование непредельных соединений и циклоалканов:



б) Восстановление алкилгалогенидов



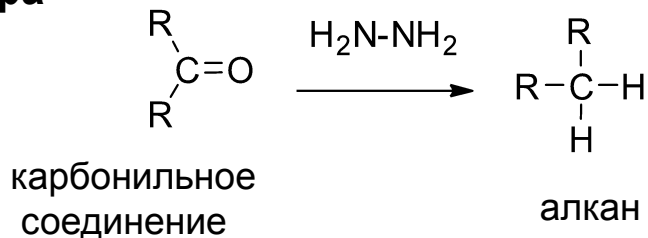
в) Реакция металлоорганических соединений с



пропилмагний-  
хлорид

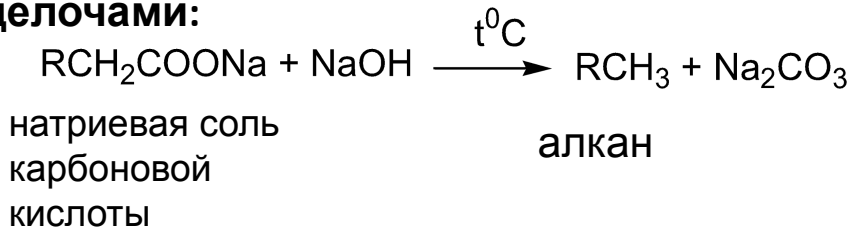
ï ôî ï àí

г) Восстановление карбонильных соединений. Реакция Кижнера-Вольфа



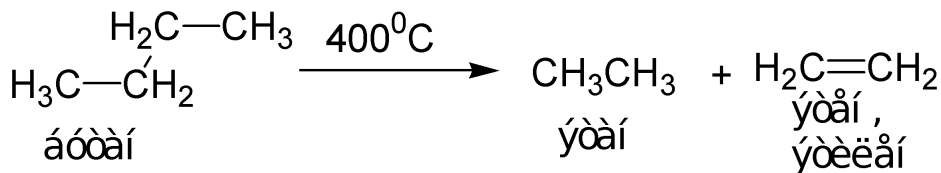
# Реакции, сопровождающиеся уменьшением числа углеродных атомов

## а) Сплавление солей одноосновных карбоновых кислот с щелочами:



## б) Крекинг

**крекинг** (англ. *cracking*, расщепление) — высокотемпературная переработка нефти с целью получения продуктов меньшей молекулярной массы (моторных топлив, смазочных масел и т. п.).



Из получаемых алканов особенно ценны пропан, бутан, изобутан и изопентан



Владимир Григорьевич Шухов

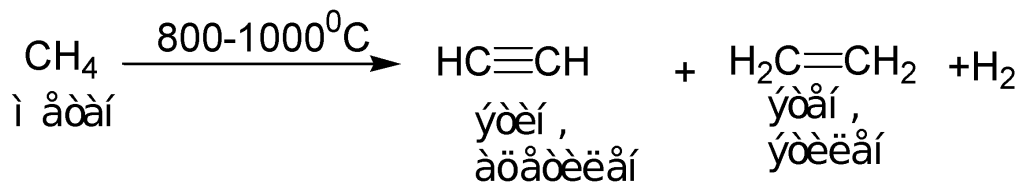
**Первая в мире промышленная установка непрерывного термического крекинга нефти** была запатентована инженером **В.Г.Шуховым и его помощником С.П. Гавриловым в 1891** году

(патент Российской империи № 12926 от 27 ноября 1891 года).

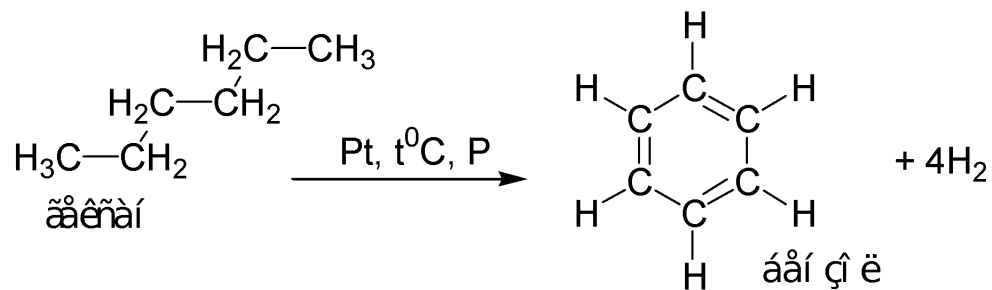
Научные и инженерные решения В.Г. Шухова повторены У. Бартоном при сооружении первой промышленной установки в США в 1915-1918 годах.

**Первые отечественные промышленные установки крекинга** построены В.Г. Шуховым в **1934** году на заводе "Советский крекинг" в Баку.

## Электрокрекинг

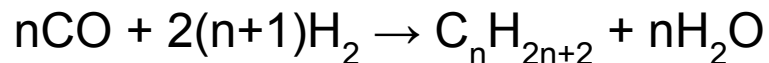


## Каталитический риформинг



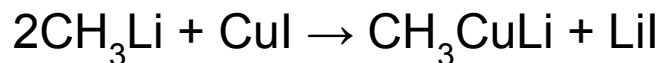
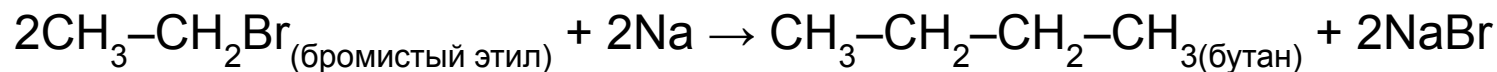
## Реакции, сопровождающиеся удлинением углеродного скелета

а) Метод Фишера-Тропша (синтез из окиси углерода)

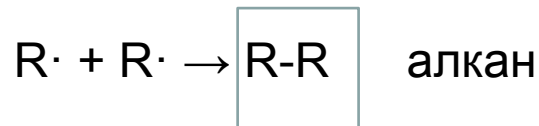
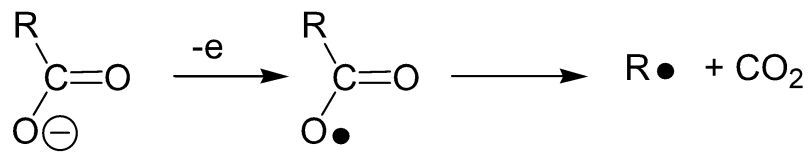


Сырье для производства бензинов (алканы нормальные парафины с примесью разветвленных).

б) Реакция Вюрца



в) Электролиз солей карбоновых кислот (метод Кольбе (1849г.))



## 7. Физические свойства

В обычных условиях первые четыре члена гомологического ряда алканов – газы,  $C_5-C_{17}$  – жидкости, а начиная с  $C_{18}$  – твердые вещества. Температуры плавления и кипения алканов их плотности увеличиваются с ростом молекулярной массы. Все алканы легче воды, в ней не растворимы, однако растворимы в неполярных растворителях (бензол) и сами являются хорошими растворителями.

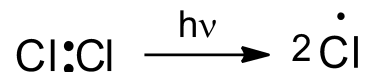
Название	Формула	$t^{\circ}\text{пл.},$ $^{\circ}\text{C}$	$t^{\circ}\text{кип.},$ $^{\circ}\text{C}$	$d_4^{20*}$
Метан	$\text{CH}_4$	-182,5	-161,5	0,415 (при $-164^{\circ}\text{C}$ )
Этан	$\text{C}_2\text{H}_6$	-182,8	-88,6	0,561 (при $-100^{\circ}\text{C}$ )
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	-187,6	-42,1	0,583 (при $-44,5^{\circ}\text{C}$ )
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	-138,3	-0,5	0,500 (при $0^{\circ}\text{C}$ )
Изобутан	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$	-159,4	-11,7	0,563
Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	-129,7	36,07	0,626
Изопентан	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-159,9	27,9	0,620
Неопентан	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_3$	-16,6	9,5	0,613

# 8. Химические свойства алканов

*Типичная реакция алканов – радикальное замещение (S<sub>R</sub>)*

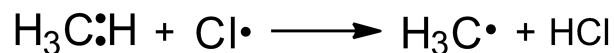
Радикальное галогенирование алканов

Механизм радикального замещения

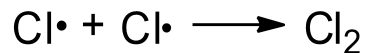
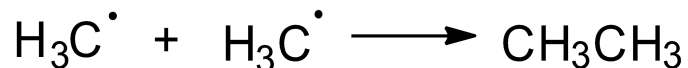
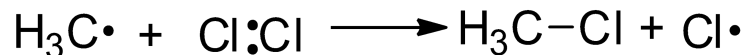


**Инициирование цепи**

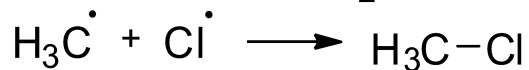
---



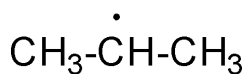
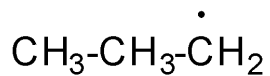
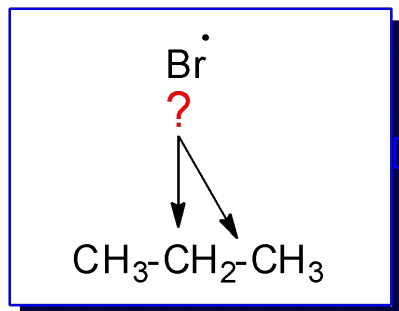
**Рост цепи**



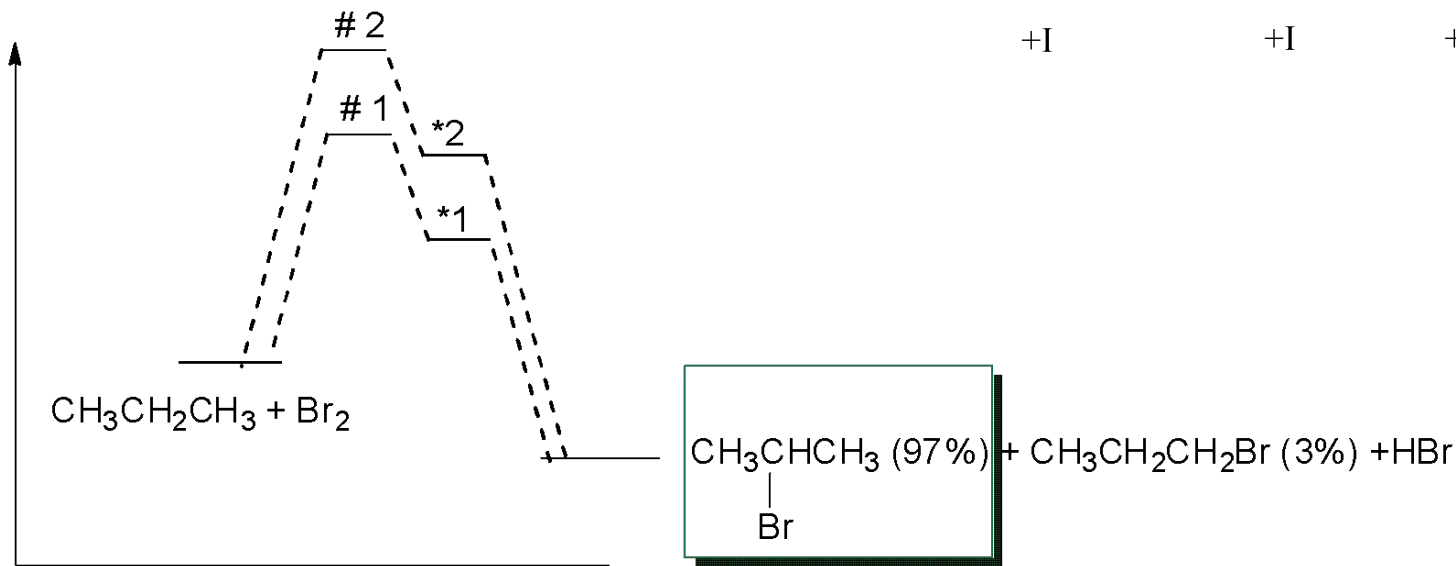
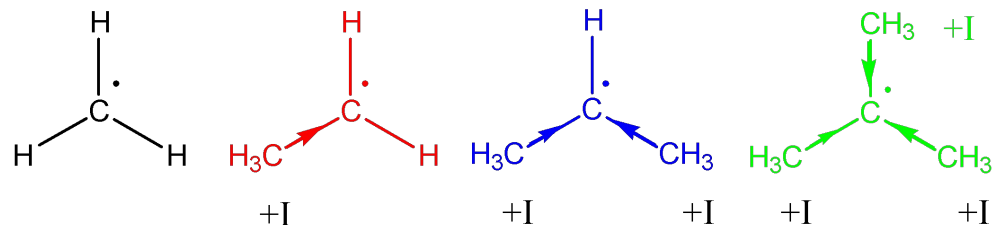
**Обрыв цепи**



# Позиционная селективность радикального замещения



Более устойчив, быстрее образуется, больше концентрация, быстрее превращается в продукт



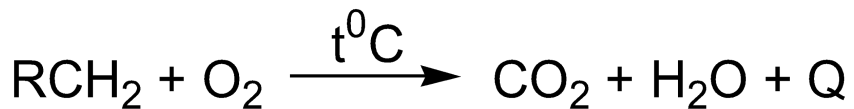


## Другие реакции радикального замещения

алкан	реагент	условия	продукт	реакция
пропан	HNO <sub>3</sub> разб.	140 <sup>0</sup> C, P	2-нитропропан	нитрование
пропан	SO <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub>	hν	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\   \\ \text{O}=\text{S}=\text{O} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$ пропан-2-сульфонил хлорид	сульфохлорирование
пропан	SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	hν	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\   \\ \text{O}=\text{S}=\text{O} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ пропан-2-сульфоновая кислота	сульфоокисление

## Окисление алканов

Алканы <sup>(горение)</sup> — ценное высококалорийное топливо



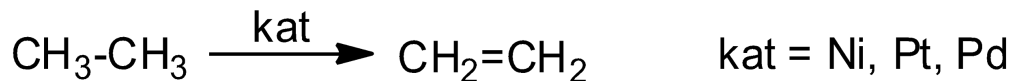
Радикальный процесс;  
механизм реакции сложен, до конца  
полностью не установлен,

Антидетонационные свойства топлива сильно зависят от структуры углеводородов бензиновой фракции нефти

Относительная антидетонационная способность топлива характеризуется октановым числом (ОЧ):

*n*-гептан (ОЧ) = 0 (сильно детонирует)  
изооктан (2,2,4-триметилпентан) ОЧ = 100.

## Дегидрирование алканов



этан                      этен (этилен)