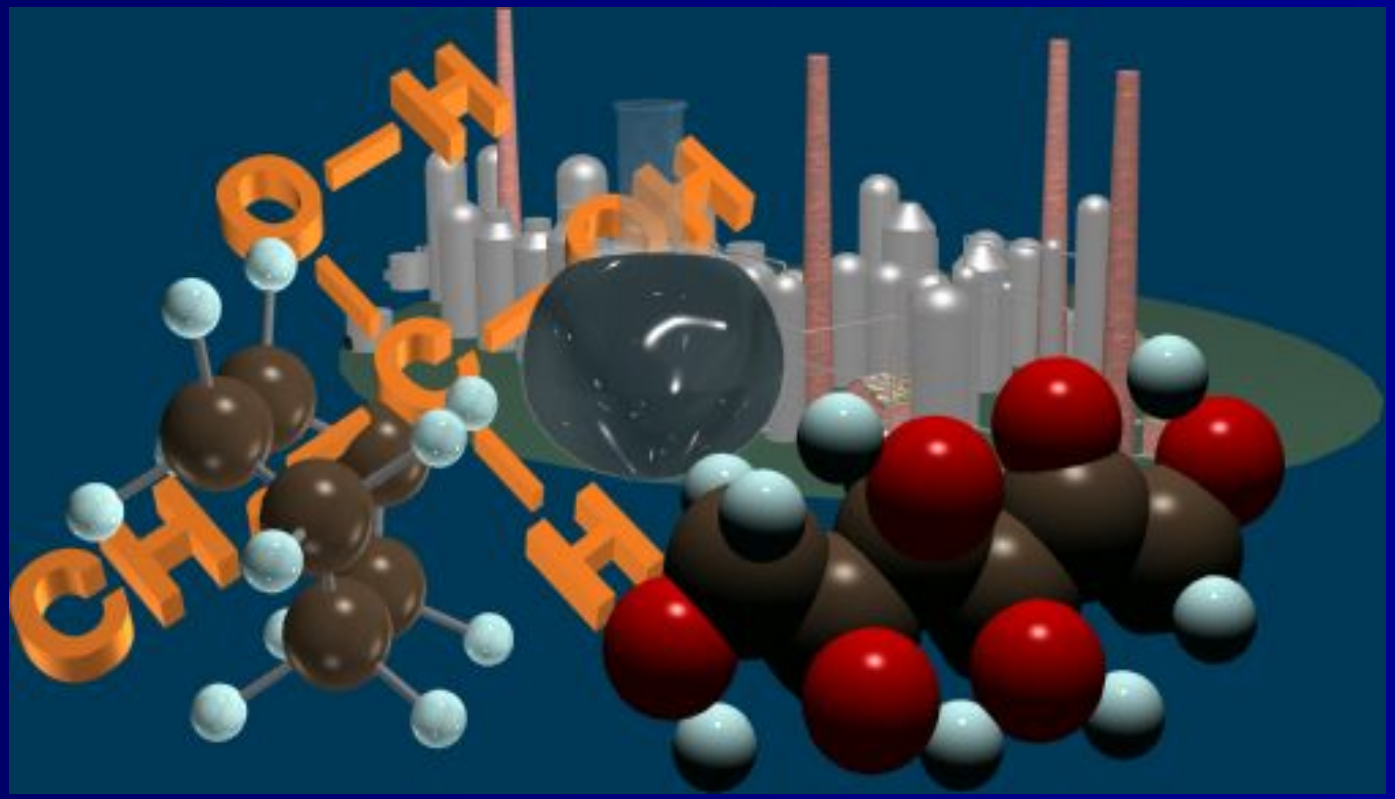
# Химические свойства алканов



Органическая химия
10 класс, школа №9
Иосифова Н.В.

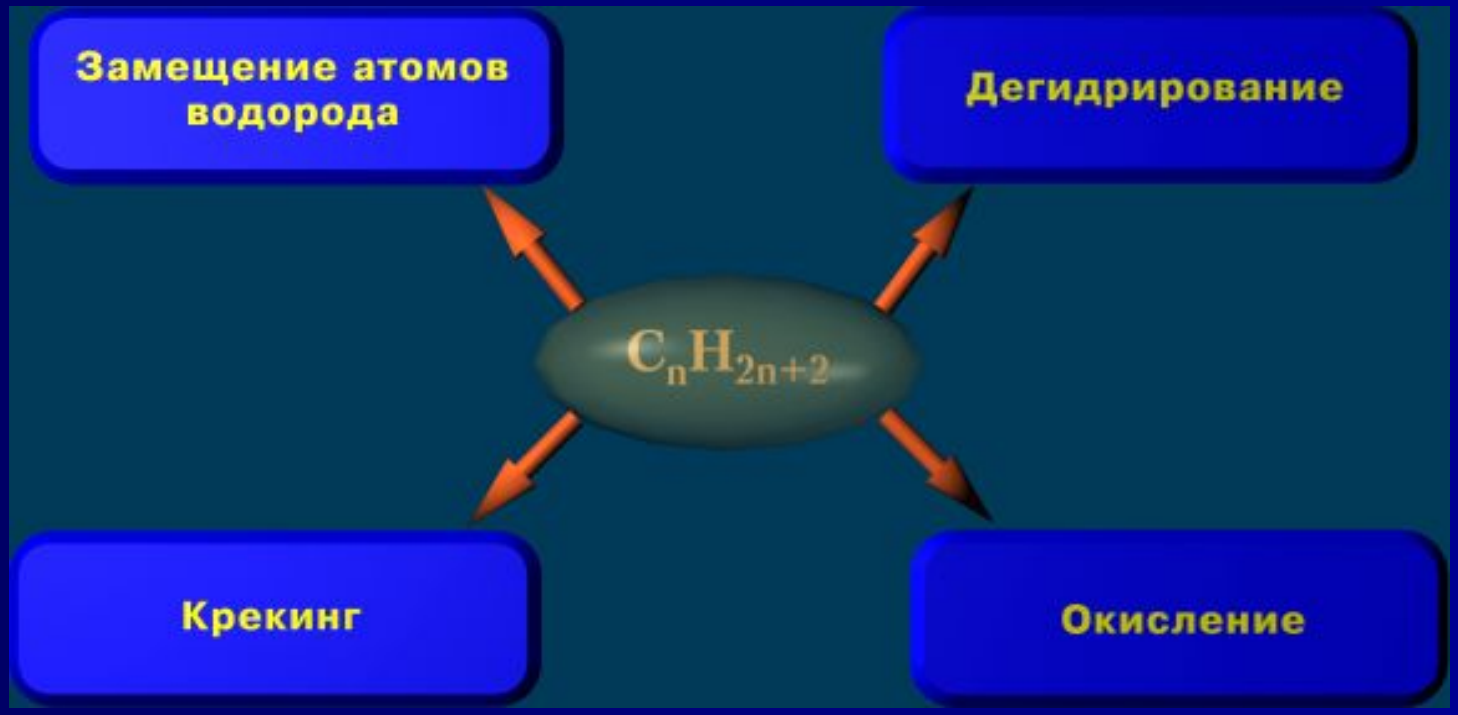
5klass.net

# $C_nH_{2n+2}$

- В обычных условиях алканы химически инертны. Они устойчивы к действию многих реагентов: не взаимодействуют с концентрированными серной и азотной кислотами, с концентрированными и расплавленными щелочами, не окисляются сильными окислителями – перманганатом калия KMnO4 и т. п.

- Химическая устойчивость алканов объясняется высокой прочностью б - связей С-С и С-Н, а также их неполярностью. Неполярные связи С-С и С-Н не склонны к ионному разрыву, но способны расщепляться *гомолитически под действием активных свободных радикалов.*

# Наиболее характерны для алканов реакции замещения, отщепления, горения:



# I. Реакции замещения.

**Протекают по механизму *радикального замещения,* обозначаемого $S_r$ (англ. substitution radicalic).**

**а) с галогенами (с $Cl_2$ – на свету, с $Br_2$ – при нагревании).**

**Хлорирование метана**

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$

хлорметан

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_2Cl_2 + HCl$$

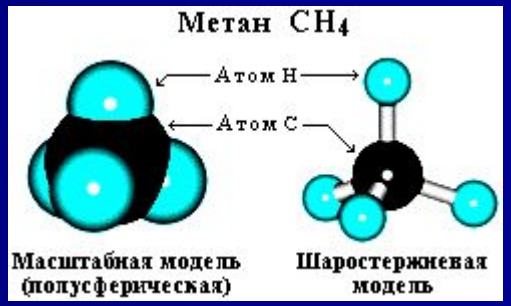
дихлорметан

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CHCl_3 + HCl$$

трихлорметан (хлороформ)

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CCl_4 + HCl$$

тетрахлорметан



# Механизм реакции замещения

## Состоит из 3 стадий:

-зарождение цепи $Cl_2 \xrightarrow{свет} 2Cl^{\cdot}$

-развитие цепи $CH_4 + Cl^{\cdot} \longrightarrow {}^{\cdot}CH_3 + HCl$

$^{\cdot}CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + Cl^{\cdot}$

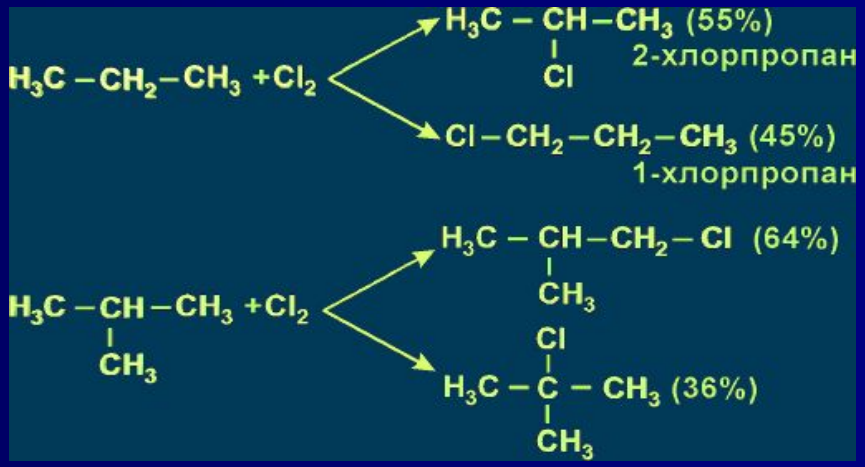
-обрыв цепи $^{\cdot}CH_3 + Cl^{\cdot} \longrightarrow CH_3Cl$

$2Cl^{\cdot} \longrightarrow Cl_2$

$2{}^{\cdot}CH_3 \longrightarrow C_2H_6$

# Общая схема реакции $S_r$

* Замещение у хлорметана идет легче, чем у метана, так как атом хлора поляризует связи С-Н и делает их реакционноспособными.




* Замещение легче всего идет у <u>третичного</u> атома углерода, сложнее – у <u>вторичного, первичного</u> атомов.

# Взаимодействие со фтором

в) в атмосфере фтора происходит следующая реакция:

$$C_nH_{2n+2} + F_2 \rightarrow n\,CF_4 + (2n+2)HF$$

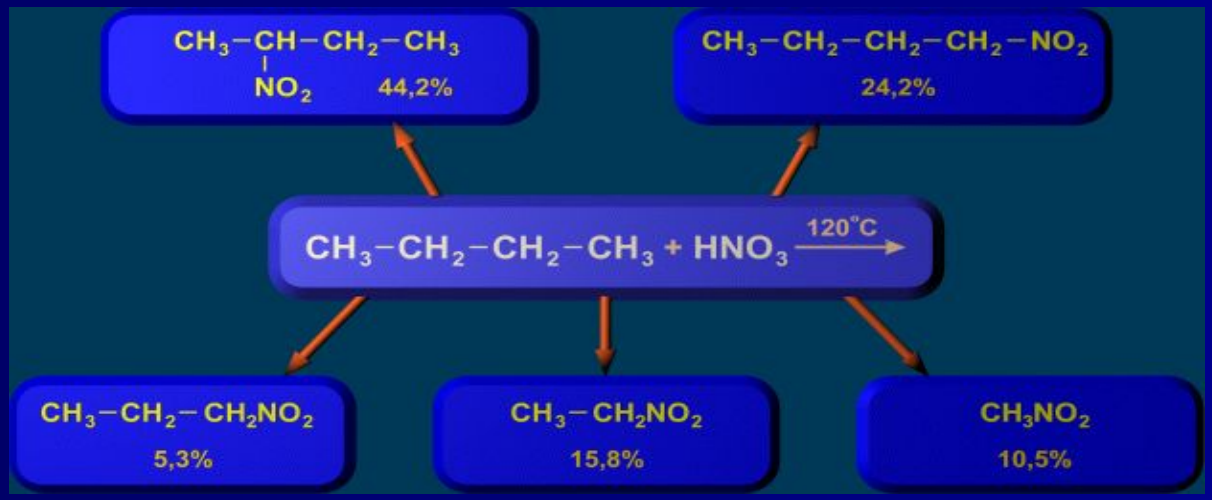
$$\geq C - H + F_2 \rightarrow \geq C - F + HF + 418\ \text{кДж}$$

$$E_{св}(C - C) = 348\ \text{кДж/моль}$$

# Нитрование алканов

б) замещение может происходить с азотной кислотой при t=140° (реакция Коновалова), при этом получаются <u>нитросоединения:</u>

Схема реакции: $R\text{-}H + HO\text{-}NO_2 \xrightarrow{140\text{-}150\ C^\circ, P} R\text{-}NO_2 + H_2O$



# II. Реакции отщепления.

а) дегидрирование:

$$CH_3 - CH_3 \xrightarrow{Pt, t^\circ} \underset{\text{этилен}}{CH_2 = CH_2} + H_2$$

б) крекинг алканов:

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \xrightarrow{t^\circ} \underset{\text{этан}}{C_2H_6} + \underset{\text{этен}}{C_2H_4}$$

в) полное термическое разложение:

$$CH_4 \xrightarrow{1000^\circ C} C + 2H_2 \qquad C_nH_{2n+2} \longrightarrow nC + (n+1)H_2$$

г) для метана характерен пиролиз:

$$2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ C} \underset{\text{ацетилен}}{C_2H_2} + 3H_2$$

# Крекинг алканов

*Крекинг* – реакции расщепления углеродного скелета крупных молекул при нагревании и в присутствии катализаторов.

При температуре 450 – 700 ° С алканы распадаются за счет разрыва связей С – С (более прочные связи С – Н при этом сохраняются) и образуются алканы и алкены с меньшим числом углеродных атомов.

Распад связей происходит гомолитически с образованием свободных радикалов:

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \rightarrow CH_3\text{-}\dot{C}H_2 + \dot{C}H_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$$

гексан  этил  н-бутил

# Виды крекинга

| Крекинг | |
|---|---|
| термический | каталитический |
| Температура реакции | |
| 470-550°С (без катализатора процесс протекает медленно) | 450-500°С (в присутствии алюмосиликатных катализаторов) |
| Образование непредельных углеводородов и углеводородов с неразветвленным углеродным скелетом | |
| много | мало |
| Бензин | |
| низкое октановое число, неустойчив при хранении | высокое октановое число, устойчив при хранении |

# III. Реакции окисления.

а) все алканы горят с образованием углекислого газа и воды :

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + 880\ кДж$$

$$C_8H_{18} + 12{,}5\ O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O + Q$$

* б) при недостатке кислорода алканы могут сгорать до угарного газа или с образованием сажи (коптят):

$$CH_4 + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO + 2H_2O$$

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow C + 2H_2O$$

в) каталитически алканы могут окисляться с разрывом С – С связи примерно в середине молекулы:

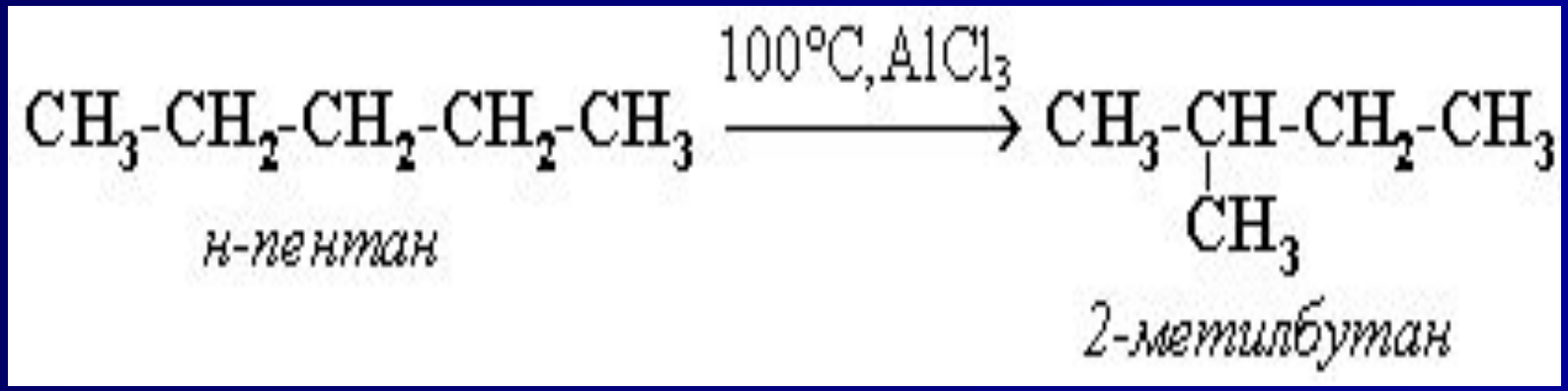
$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3 + O_2 \xrightarrow[5\ МПа]{150 - 170°C} CH_3COOH + CO_2 + H_2O$$

$$C_nH_{2n+1}CH_3 + O_2 \xrightarrow[Mn^{2+},Co^{3+},Cr^{3+}]{120 - 150°C;\ 0{,}7 - 2\ МПа} C_mC_{2m+1}COOH + CO_2 + H_2O$$

$(n = 10 - 20,\ m \leqslant n)$

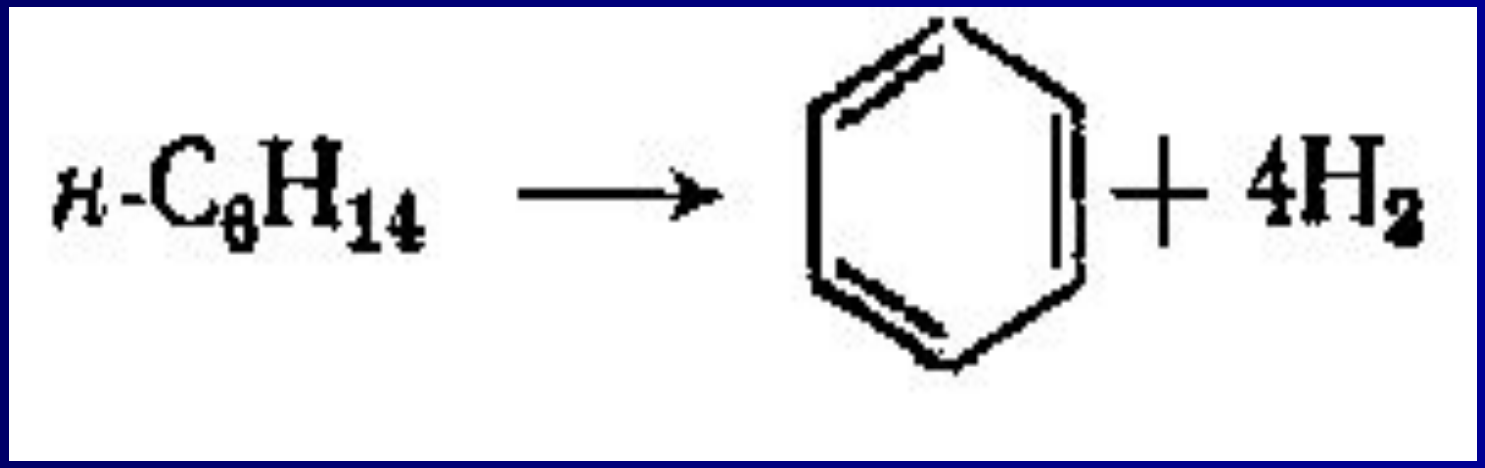
# IV. Реакции изомеризации.

**Алканы подвергаются *изомеризации* при нагревании на катализаторе $AlCl_3$ :**



# V. Ароматизация.

**Алканы с 6 и более атомами углерода вступают в *реакции* *дегидрирования* с образованием цикла *(дегидроциклизации)* :**



# Применение алканов.