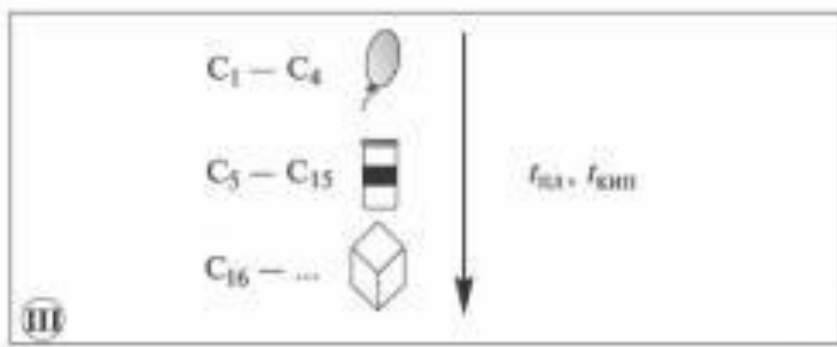
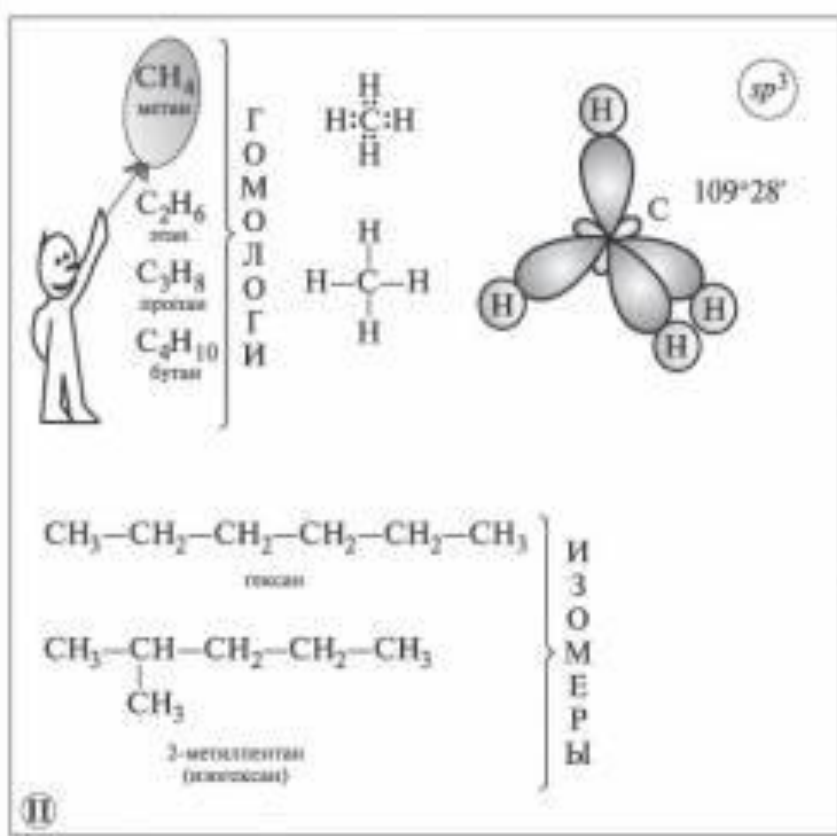
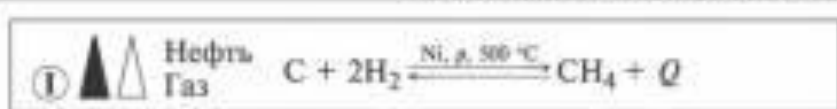





Предельные углеводороды (парафины, алканы) C_nH_{2n+2}





1. $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$  Топливо

2. $CH_4 \xrightarrow{1000^\circ C} 2H_2 + C$  Сажа, красители, резина

3. $CH_4 + KMnO_4 \rightarrow$ (раствор) 

4. $CH_4 + H_2O \xrightarrow[Ni, 800^\circ C]{} CO + 3H_2$ $\rightarrow NH_3$

5. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{AlCl_3, t} CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_3$  Каучуки, бензин, СМС

6. $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} HCl + CH_3Cl$  Растворители, хладагенты

CH_2Cl_2 дихлористый

$CHCl_3$ хлороформ

CCl_4 четыреххлористый углерод

Механизм (радикальный):

$:\ddot{C}:\ddot{C}: \xrightarrow{h\nu} :\ddot{C}\cdot + \cdot\ddot{C}:$

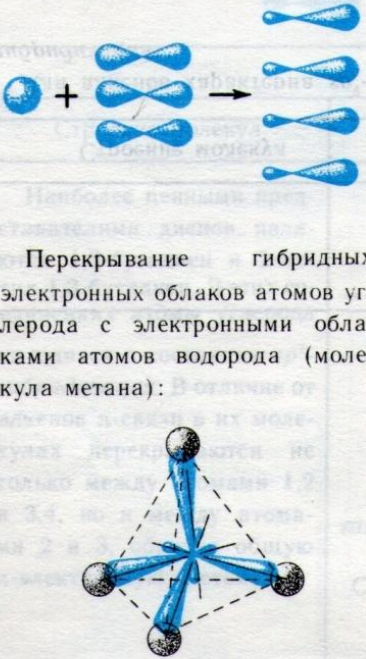

$\begin{matrix} H \\ | \\ H:C:H \\ | \\ H \end{matrix} + :\ddot{C}\cdot \rightarrow \begin{matrix} H \\ | \\ H:C\cdot \\ | \\ H \end{matrix} + HCl$

$\begin{matrix} H \\ | \\ H:C\cdot \\ | \\ H \end{matrix} + :\ddot{C}:\ddot{C}: \rightarrow \begin{matrix} H \\ | \\ H:C:\ddot{C}: \\ | \\ H \end{matrix} + \cdot\ddot{C}: \text{ и т.д.}$

IV V

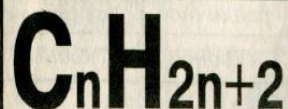
Таблица 1. Обобщение и систематизация материала об углеводородах

Предельные углеводороды — алканы C_nH_{2n+2}

Строение молекул	Получение	Химические свойства	Применение
<p>Для алканов характерна sp^3-гибридизация:</p>  <p>Перекрывание гибридных электронных облаков атомов углерода с электронными облаками атомов водорода (молекула метана):</p>	<p>В промышленности алканы выделяют из продуктов переработки нефти и попутных нефтяных газов (с. 63).</p> <p>В лаборатории:</p> <p>а) метан получают при нагревании прокаленного ацетата натрия с твердым гидроксидом натрия:</p> $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{t} CH_4 \uparrow + Na_2CO_3$ <p>б) этан и другие алканы с более длинной углеродной цепью получают взаимодействием галогенопроизводных алканов с активными металлами (с. 24):</p> $ \begin{array}{c} CH_3-CH_2-Cl \\ \\ CH_3-CH_2-Cl \end{array} + Na \quad + \quad Na \quad \longrightarrow $ $\longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 + 2NaCl$	<p>1. Реакции замещения:</p> $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{t} CH_3Cl + HCl$ <p>Реакции протекают по радикальному механизму (с. 18)</p> <p>2. Реакции окисления. Предельные углеводороды горят (пламя некоптящее):</p> $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ <p>В присутствии катализаторов окисляются:</p> $CH_4 + O_2 \xrightarrow{500^\circ C, \text{ катализатор}} H-C \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + H_2O$ $2CH_3(CH_2)_{34}CH_3 + 5O_2 \rightarrow 4CH_3-(CH_2)_{16}COOH + 2H_2O$ <p>3. Реакции дегидрирования:</p> $2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ C} H-C \equiv C-H + 3H_2$ $CH_3-CH_3 \xrightarrow{t, \text{ катализатор}} H_2C=CH_2 + H_2$	<p>1. Широко используются в качестве топлива, в том числе для двигателей внутреннего сгорания</p> <p>2. В органическом синтезе. Из них получают хлорпроизводные, метанол, формальдегид, органические кислоты</p> <p>3. Путем дегидрирования получают непредельные углеводороды, водород и сажу</p>
	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{t, \text{ катализатор}} CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$	<p>4. Реакции изомеризации:</p> $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{t, \text{ катализатор}} CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ <p>5. Реакции с водяным паром:</p> $CH_4 + H_2O \xrightarrow{800^\circ C} \underbrace{CO + 3H_2}_{\text{синтез-газ}}$	

Алканы

(Пределные или насыщенные углеводороды, парафины, жирные или алифатические соединения)



Соединения углерода с водородом, в молекулах которых атомы углерода соединены между собой одинарной (σ-сигма) связью, а все остальные валентности насыщены атомами водорода.

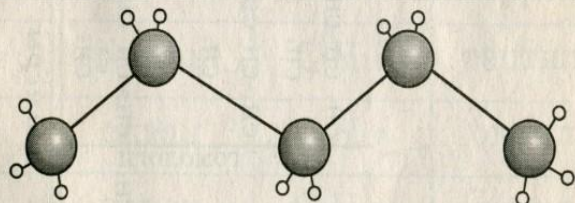
Соединения, сходные по строению и химическим свойствам и отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп CH_2 , называют гомологами.

группа CH_2 - гомологическая разность.

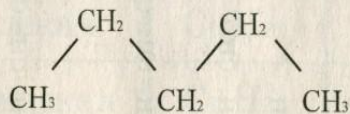
Физические свойства

C_1-C_4 - газы, C_5-C_{16} - жидкости, $>C_{16}$ - твердые вещества, в воде нерастворимы, могут растворяться в органических растворителях. Ткип неразветвленных выше, Ткип разветвленных ниже.

Ткип тем выше, чем > масса молекулы.

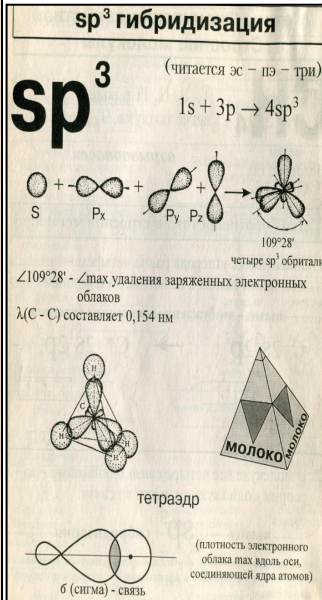


шаростержневая модель молекулы n-пентана



Зигзагообразная цепь может принимать различные пространственные формы. Атомы в молекуле свободно вращаются вокруг химических связей

sp^3 гибридизация $\angle 109^\circ 28'$ $\lambda(C-C) - 0,154$ нм

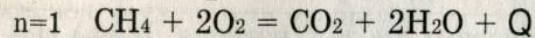
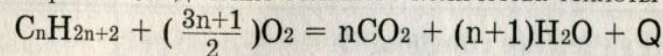


Химические свойства алканов

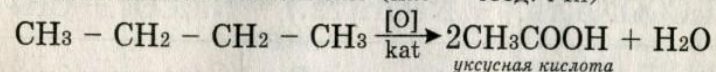
Инертные вещества. Связи C-C и C-H прочные, низкая поляризуемость \rightarrow реакции по гомолитическому разрыву связей.

I. Окисление

1) горение (выделение большого количества теплоты Q)



2) каталитическое окисление (kat - соедин. Mn)

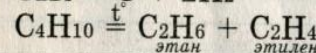
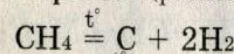


II. Устойчивость к действию обычных окислителей

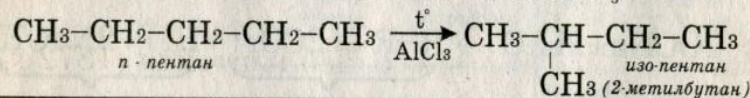
($KMnO_4$, Br_2 вода) **Качественная реакция**

$C_n H_{2n+2}$ не обесцвечивает Br_2 воду и р-р $KMnO_4$

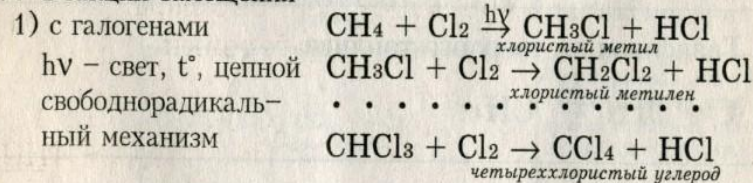
III. Крекинг (разложение при t°)



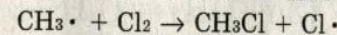
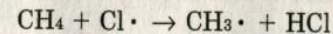
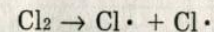
IV. Изомеризация (с $C \geq 4$, $t^\circ = 100^\circ C$, kat $AlCl_3$)



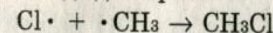
V. Реакции замещения



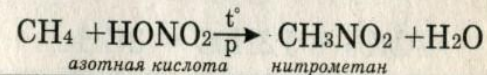
Механизм:



и т.д. до обрыва



2) нитрование (реакция Коновалова) t° , р.

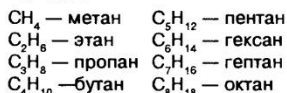


Алканы (C_nH_{2n+2})

Химические свойства	
разрыв связи C–H	разрыв связи C–C
<p>1) р. замещения по свободно-радикальному механизму</p> <p>а) галогенирование</p> $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{УФ}} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">хлорэтан 2-хлорпропан</p> $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{УФ}} \begin{cases} \text{CH}_3 - \overset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl} \end{cases} + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">1-хлорпропан</p> <p>б) нитрование</p> $\text{CH}_4 + \text{HONO}_2 \xrightarrow[\text{(р)}]{\text{t}^\circ} \text{CH}_3 - \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">нитрометан</p> <p>2) р. отщепления (дегидрирования)</p> $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 \xrightarrow[\text{кат}]{\text{t}^\circ} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2$ <p style="text-align: center;">этен</p>	<p>1) р. горения C₃H₈ + 5O₂ $\xrightarrow{\text{t}^\circ}$ 3CO₂ + 4H₂O</p> <p>2) крекинг</p> $\text{C}_{10}\text{H}_{22} \xrightarrow{400^\circ - 500^\circ \text{C}} \text{C}_5\text{H}_{10} + \text{C}_5\text{H}_{12}$ <p style="text-align: center;">пептен пептан</p> <p>3) пиролиз C₂H₆ $\xrightarrow{1000^\circ \text{C}}$ 2C + 3H₂</p> $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ \text{C}} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$ <p style="text-align: center;">(только для метана)</p> <p>4) р. изомеризации</p> $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{t}^\circ} \text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">изобутан</p>

Применение
1) Топливо – бытовой газ, керосин, мазут, бензин
2) Галогенпроизводные алканов – растворители, например, CH ₃ Cl; CCl ₄
3) В органическом синтезе, например:
2CH ₄ $\xrightarrow{1500^\circ \text{C}}$ C ₂ H ₂ + 3H ₂ , образовавшийся ацетилен применяется для получения спиртов и альдегидов;
CH ₄ + H ₂ O $\xrightarrow[\text{кат}]{\text{t}^\circ}$ CO + 3H ₂ , образовавшийся синтез-газ используется для получения кислородосодержащих органических веществ
Получение
1) выделяют из природных источников углеводородов;
2) гидрирование алкенов (число атомов "С" не изменяется)
CH ₃ - CH = CH ₂ + H ₂ $\xrightarrow{\text{Pt}}$ CH ₃ - CH ₂ - CH ₃
3) декарбосилирование солей карбоновых кислот или щелочное плавление (число атомов "С" уменьшается)
CH ₃ - CH ₂ - $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \begin{matrix} \text{ONa} \\ \text{ONa} \end{matrix} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{сплав}} \text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
4) синтез Вюрца (число атомов "С" увеличивается)
CH ₃ - Cl + 2Na + Cl - CH ₃ $\xrightarrow{\text{t}^\circ}$ CH ₃ - CH ₃ + 2NaCl
5) гидролиз некоторых карбидов, например:
Al ₄ C ₃ + 12H ₂ O → 3CH ₄ + 4Al(OH) ₃

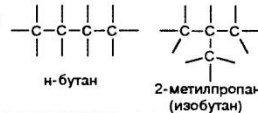
ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ, ПАРАФИНЫ)



соединения, состоящие из С и Н, в которых все связи атомов С, не затраченные на образование одинарных связей С—С, насыщены атомами Н

Возможна **изомерия** углеродного скелета:

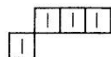
Изомеры — соединения, одинаковые по составу и молекулярной массе, но различающиеся по строению или расположению атомов в пространстве (по свойствам).



Номенклатура: сначала выбирают самую длинную цепь. Название: N^* заместителя — заместитель-цепь. Например, 2,3,3-триметил-4-этилгексан
 C^1, C^6 — первичные, C^5 — вторичный, C^2, C^4 — третичные, C^3 — четвертичный атомы углерода

Физические свойства: CH_4 — бесцветный газ, $t_{кип} = -162^\circ C$. C_2-C_4 — газы; C_5-C_{15} — жидкости (при обычных условиях), далее — тв. вещества. $t_{кип}$ предельных углеводородов с неразветвленной цепью выше, чем $t_{кип}$ у соответствующих углеводородов с разветвленной цепью.

Строение:



возбужд. сост. атома С

sp^3 -гибридизация 4 эквивалентн. σ -связи С—Н, направленные к вершинам тетраэдра, $\angle 109^\circ 28'$
 возможно свободное вращение вокруг связи С—С

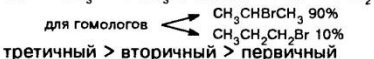
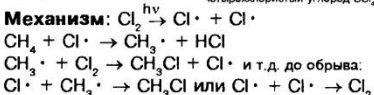
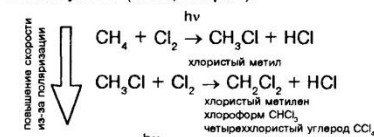
Химические свойства: связи С—С и С—Н прочные, характеризуются низкой поляризуемостью, поэтому **свободнорадикальный механизм** реакций: $CH_3:H \rightarrow CH_3\cdot + H\cdot$

С—Н-связь

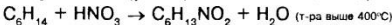
↓ окисление

↘ С—С-связь

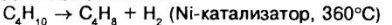
Реакции свободнорадикального замещения (свет, нагрев):



Нитрование (реакция М.Н. Коновалова):

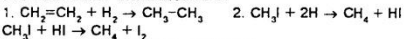


Дегидрирование:

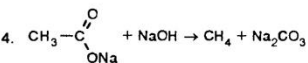
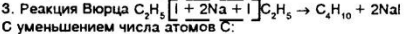


Получение (природный газ, нефть):

Без изменения числа атомов С:



или с увеличением числа атомов С:

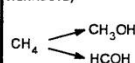


5. Синтез из СО и H_2 : $CO + H_2 \rightarrow$ смесь углевод. + H_2O

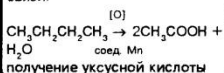
6. Электролиз растворов солей карбоновых кислот (Кольба)
 $2CH_3COO^- - 2e \rightarrow 2CO_2 + CH_3-CH_3$

1. **Горение** $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$
 смеси с воздухом взрывоопасны

2. **Каталитическое окисление** (промышленность)

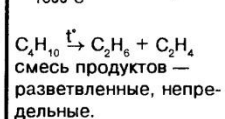
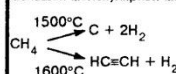


Гомологи — с разрывом С—С связи:



Крекинг

От англ. to crack — расщеплять — нагревание нефти и нефтепродуктов без доступа воздуха, приводящее к разрыву связей С—С и образованию продуктов с меньшей молекулярной массой.

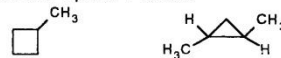


Циклопарафины: углеводороды, в которых атомы



С образуют цепь (цикл), связи насыщены атомами Н

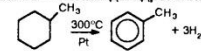
Названия: Цикло + алкан



метилциклобутан транс-1,2-диметилциклопропан
Изомерия: углеводородного скелета + пространственная
 Химические свойства: подобны парафинам. Характерно свободнорадикальное замещение.

Следует отметить:

1. Для циклогексанов — легкая дегидрогенизация



2. Легкое разрушение 3-4-членных циклов: $\Delta + Br_2 \rightarrow$

