

Углеводороды



Углеводороды – самые простые органические соединения, состоящие из атомов двух химических элементов: углерода и водорода.

Углеводороды

Предельные
(насыщенные)

Алканы

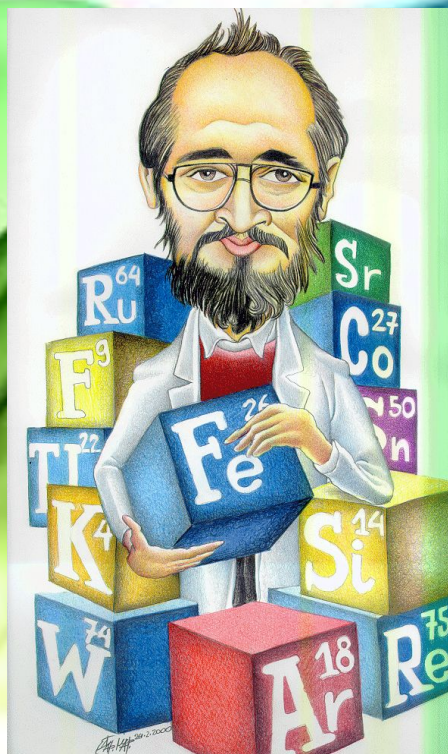
Циклоалканы

Непредельные

Алкены

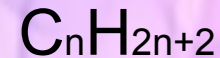
Алкадиены

Алкины



Алканы (парафины)

Общая формула

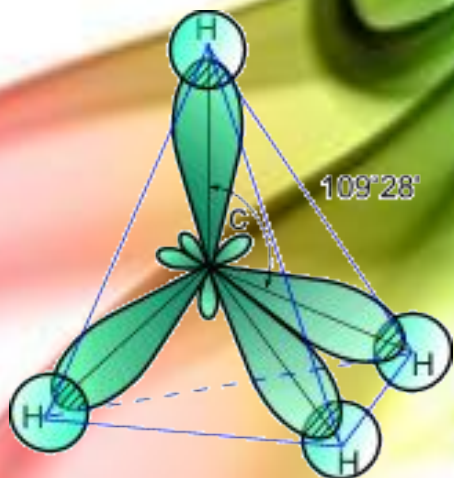


К **алканам** (парафинам) относятся соединения с открытой цепью, в которых атомы углерода **соединены друг с другом простыми (одинарными) связями**, а остальные свободные их валентности насыщены атомами водорода. В обычных условиях **алканы** мало реакционноспособны, откуда возникло их название "**парафины**" – от лат. *parrum affinis* – малоактивный.



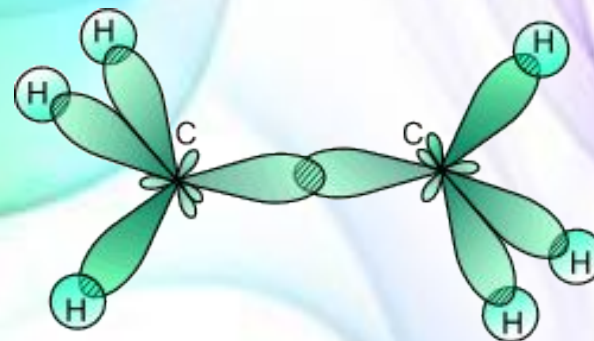
В молекулах **алканов** все атомы углерода находятся в состоянии **sp^3 гибридации**.

Это означает, что все четыре гибридные орбитали атома углерода одинаковы по форме, энергии и направлены в углы равносторонней треугольной пирамиды - **тетраэдра**. Углы между орбиталями равны $109^\circ 28'$.



Все **связи** в молекулах **алканов** одинарные. Перекрывание происходит по оси соединяющей ядра атомов, т.е. это **σ связи**.

В молекуле этана ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$) одна из семи **σ -связей** (C-C) образуется в результате перекрывания двух **sp^3 -гибридных орбиталей** атомов углерода. Длина C-C связи в алканах равна **$0,154\text{нм}$** ($1,54 \cdot 10^{-10}\text{м}$). Связи C-H несколько короче.



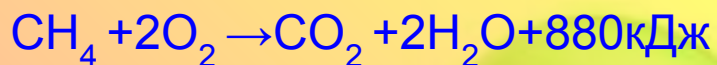
Физические свойства



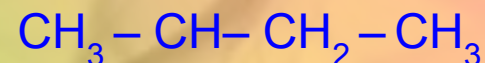
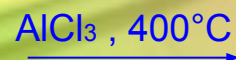
Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	Плотность d ₄ ²⁰
Метан	CH ₄	-182,5	-161,5	0,415 (при -164°C)
Этан	C ₂ H ₆	-182,8	-88,6	0,561 (при -100°C)
Пропан	C ₃ H ₈	-187,6	-42,1	0,583 (при -44,5°C)
Бутан	C ₄ H ₁₀	-138,3	-0,5	0,500 (при 0°C)
Изобутан	CH ₃ -CH(CH ₃)-CH ₃	-159,4	-11,7	0,563
Пентан	C ₅ H ₁₂	-129,7	36,07	0,626
Изопентан	(CH ₃) ₂ CH-CH ₂ -CH ₃	-159,9	27,9	0,620
Неопентан	CH ₃ -C(CH ₃) ₃	-16,6	9,5	0,613

Химические свойства

- **Реакции замещения:** Галогенирование: $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
- **Дегидрирование (отщепление водорода):** $\text{CH}_3-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$
- **Реакции, сопровождающиеся разрушением углеродной цепи:**

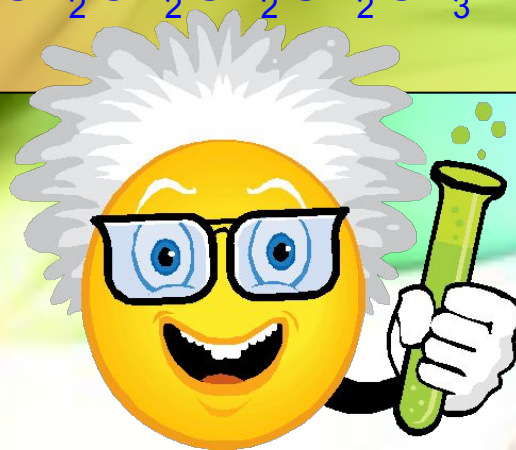


- **Изомеризация:** $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



бензол + 4H₂

- **Ароматизация:** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$



Применение

Первый в ряду алканов – **метан** – является основным компонентом природных и попутных газов и широко используется в качестве промышленного и бытового газа.

Перерабатывается в промышленности в ацетилен, газовую сажу, фторо- и хлоропроизводные.

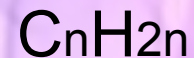
Низшие члены гомологического ряда используются для получения соответствующих непредельных соединений реакцией дегидрирования. Смесь **пропана** и **бутана** используется в качестве бытового топлива. Средние члены

гомологического ряда применяются как растворители и

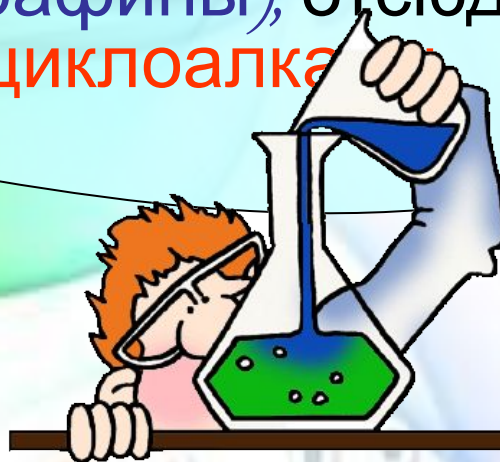






Циклоалканы (циклопарафины)

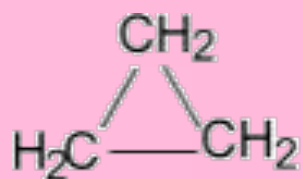
Общая
формула



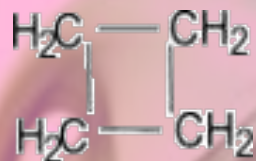
В отличие от предельных углеводородов, характеризующихся наличием открытых углеродных цепей, существуют **углеводороды с замкнутыми цепями (циклами)**. По своим свойствам они напоминают обычные предельные углеводороды **алканы (парафины)**, отсюда и произошло их название – **циклоалканы (циклопарафины)**.



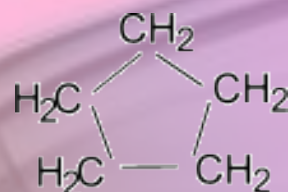
Очень часто в органической химии структурные формулы перечисленных циклоалканов изображают без символов *C* и *H* простыми геометрическими фигурами    .



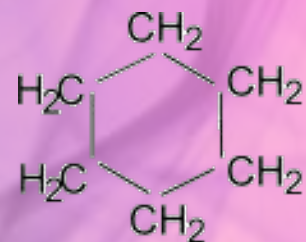
Циклопропан



Циклобутан



Циклопентан



Циклогексан



Физические свойства



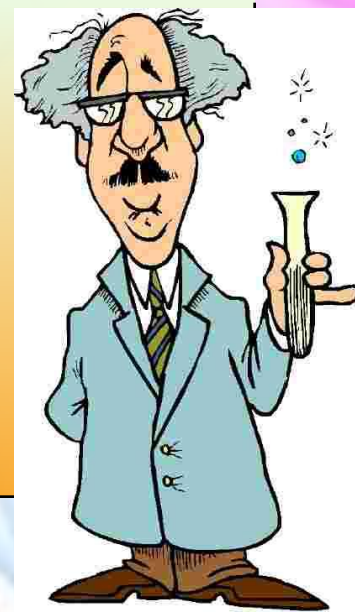
Соединение	$t^{\circ}\text{пл.},$ $^{\circ}\text{C}$	$t^{\circ}\text{кип.},$ $^{\circ}\text{C}$	d_4^{20}
Циклопропан	-126,9	-33	0,688 ¹
Метилциклопропан	-177,2	0,7	0,6912 ²
Циклобутан	- 80	13	0,7038
Метилциклобутан	-149,3	36,8	0,6931
Циклопентан	- 94,4	49,3	0,7460
Метилциклопентан	-142,2	71,9	0,7488
Циклогексан	6,5	80,7	0,7781

¹ При температуре кипения.

² При $-20,0^{\circ}\text{C}$.

Химические свойства

- Гидрирование: \triangle (циклопропан) + $H_2 \xrightarrow{120^\circ C, Ni} CH_3-CH_2-CH_3$ (пропан)
- Галогенирование: $\triangle + Br_2 \rightarrow BrCH_2-CH_2-CH_2Br$ (1,3-дибромпропан)
- Гидрогалогенирование: $\triangle-CH_3$ (метилциклопропан) + $HBr \rightarrow$
 $CH_3-CH_2-\underset{\substack{| \\ Br}}{CH}-CH_3$ (2-бромбутан)
- Дегидрирование: $\hexagon \xrightarrow{300^\circ C, Pd} C_6H_6$ (бензол) + $3H_2$



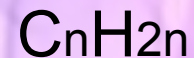
Применение



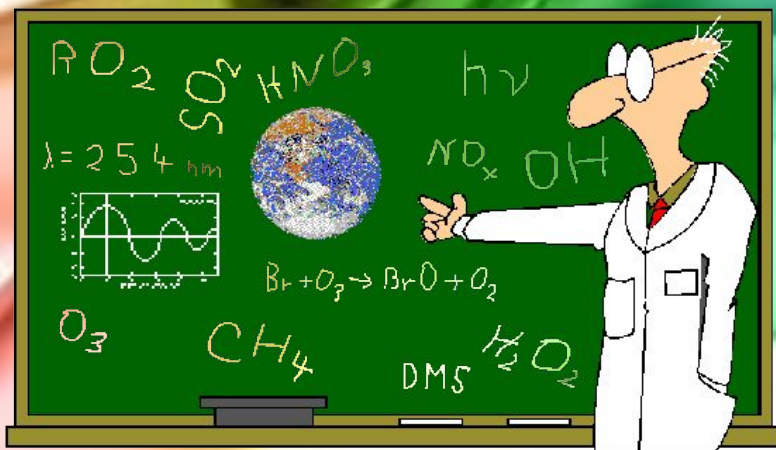
Наибольшее практическое значение имеют **циклогексан**, **этилциклогексан**. **Циклогексан** используется для получения циклогексанола, циклогексанона, адипиновой кислоты, капролактама, а также в качестве растворителя. **Циклопропан** используется в медицинской практике в качестве ингаляционного анестезирующего средства.

Алкены

Общая
формула



Алкенами или олефинами, или этиленовыми углеводородами называются углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь.



Физические свойства

Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	d ₄ ²⁰
Этилен	CH ₂ =CH ₂	-169,2	-103,8	0,570 (при -103,8°C)
Пропилен	CH ₂ =CH-CH ₃	-187,6	-47,7	0,610 (при -47,7°C)
Бутен-1	CH ₂ =CH-CH ₂ -CH ₃	-185,3	-6,3	0,630 (при -10°C)
цис-Бутен-2	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	-138,9	3,5	0,644 (при -10°C)
транс-Бутен-2	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \end{array} $	-105,9	0,9	0,660 (при -10°C)
Изобутилен	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	-140,8	-6,9	0,631 (при -10°C)
Пентен-1	CH ₂ =CH-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	-165,2	30,1	0,641 (при -25°C)
цис-Пентен-2	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	-151,4	37,0	0,656
транс-Пентен-2	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} $	-140,2	36,4	0,649

Химические свойства

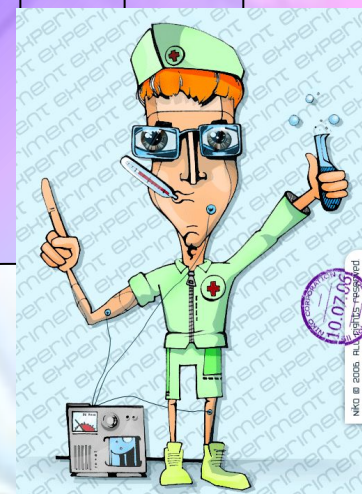


- Галогенирование: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{BrCH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$ (*1,2-дибромэтан*)
- Гидрирование: $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (*пропан*)
- Гидрогалогенирование: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Br}$ (*бромистый этил*)
- Гидратация: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ (*этанол*)
- Полимеризация $n \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \rightarrow (\dots - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \dots)_n$ (*полиэтилен*)
- Окисление 1. $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + [\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$ (*этиленгликоль*)

Применени

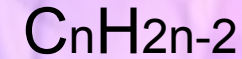
е

Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения растворителей (спирты, дихлорэтан, эфиры гликолей и пр.), полимеров (полиэтилен, поливинилхлорид, полиизобутилен и др.), а также многих других важнейших продуктов.



Диеновые углеводороды (Алкадиены)

Общая
формула



Диеновые углеводороды или алкадиены – это непредельные углеводороды, содержащие две двойные углерод-углеродные связи.



В зависимости от взаимного расположения двойных связей диены подразделяются на три типа:

1) углеводороды с *кумулированными* двойными связями, т.е. примыкающими к одному атому углерода. Например, пропадиен или аллен $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$;

2) углеводороды с *изолированными* двойными связями, т.е. разделенными двумя и более простыми связями. Например, пентадиен -1,4 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$;

3) углеводороды с *сопряженными* двойными связями, т.е. разделенными одной простой связью. Например, бутадиен -1,3 или дивинил $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$, 2-метилбутадиен -1,3 или изопрен



|

Физические свойства

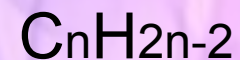


Бутадиен -1,3 – легко сжижающийся газ с неприятным запахом, $t^{\circ}\text{пл.} = -108,9^{\circ}\text{C}$, $t^{\circ}\text{кип.} = -4,5^{\circ}\text{C}$; растворяется в эфире, бензоле, не растворяется в воде.

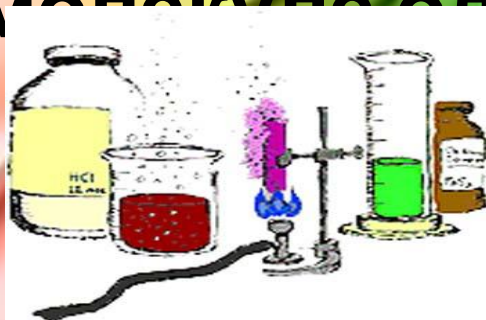
2- Метилбутадиен -1,3 – летучая жидкость, $t^{\circ}\text{пл.} = -146^{\circ}\text{C}$, $t^{\circ}\text{кип.} = 34,1^{\circ}\text{C}$; растворяется в большинстве углеводородных растворителях, эфире, спирте, не растворяется в воде.

Алкины

Общая
формула



Ацетиленовыми углеводородами (алкинами) называются **непредельные (ненасыщенные) углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь.**



Физические свойства



Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	d ₄ ²⁰
Ацетилен	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	-80,8	-83,6	0,565 ¹
Метилацетилен	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$	-102,7	-23,3	0,670 ¹
Бутин-1	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{C}\equiv\text{CH}$	-122,5	8,5	0,678 ²
Бутин-2	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	-32,3	27,0	0,691
Пентин-1	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	-98,0	39,7	0,691
Пентин-2	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	-101,0	56,1	0,710
3-Метилбутин-1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	—	28,0	0,665

¹ При температуре кипения.

² При 0°C.

Химические свойства

Реакции присоединения:

- **Гидрирование:** $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$ (пропин) \rightarrow $t^\circ, \text{Pd}; \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$ (пропен) \rightarrow
 $t^\circ, \text{Pd}; \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (пропан)
 - **Галогенирование:** $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}=\text{CH}_2\text{Br}$ (1,2-дибромэтен) \rightarrow
 $+ \text{Br}_2 \rightarrow \text{CHBr}_2\text{-CHBr}_2$ (1,1,2,2-тетрабромэтан)
 - **Гидрогалогенирование:** $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CBr}=\text{CH}_2$
(2-бромпропен-1) \rightarrow $+ \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CBr}_2\text{-CH}_3$
(2,2-дибромпропан)
- Тримеризация : $3\text{HC}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ (бензол)

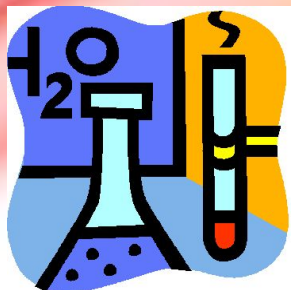


Применени

е



При горении **ацетилена** в кислороде температура пламени достигает 3150°C , поэтому **ацетилен** используют для резки и сварки металлов. Кроме того, **ацетилен** широко используется в органическом синтезе разнообразных веществ - например, уксусной кислоты, 1,1,2,2-тетрахлорэтана и др. Он является одним из исходных веществ при производстве **синтетических каучуков**, **поливинилхлорида** и других полимеров.





Спасибо за внимание!

Информационные ресурсы

- http://school-sector.relarn.ru/nsm/chemistry/Rus/Data/Text/Ch3_2.html
- <http://images.google.ru/imglanding>
- <http://images.yandex.ru/search>
- [О.С.Габриелян «Химия 10класс»](#)

