

# Углеводороды



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

- Выполнили  
**Филаткина Ирина, Филаткина Марина**  
ученица 11 класса  
**МОБУ СОШ № 7 ЛГО**

# Углеводороды

Предельные  
(насыщенные)

Алканы

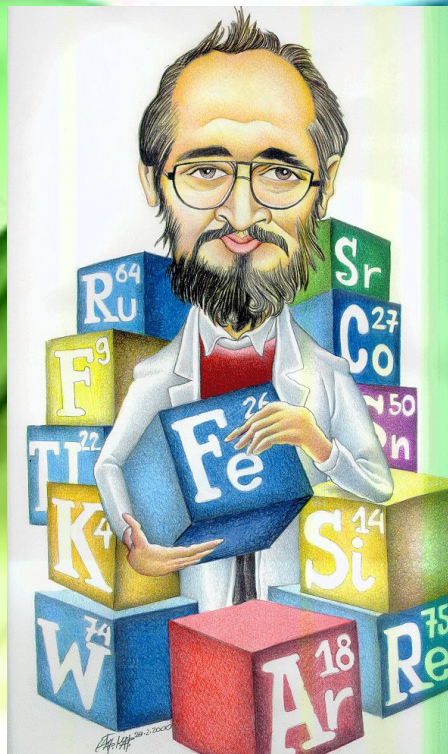
Циклоалканы

Непредельные

Алкены

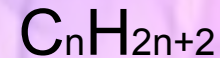
Алкадиены

Алкины



# Алканы (парафины)

Общая формула



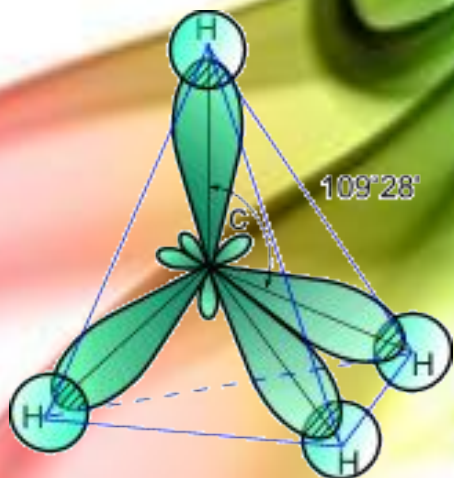
К **алканам** (парафинам) относятся соединения с открытой цепью, в которых атомы углерода **соединены друг с другом простыми (одинарными) связями**, а остальные свободные их валентности насыщены атомами водорода. В обычных условиях **алканы** мало реакционноспособны, откуда возникло их название "**парафины**"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





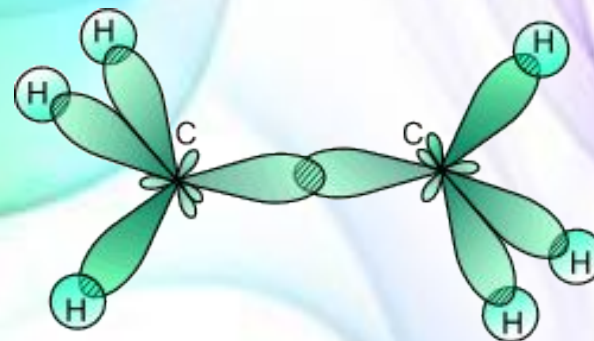
В молекулах **алканов** все атомы углерода находятся в состоянии  **$sp^3$  гибридации**.

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  **$\sigma$  связи**.

В молекуле этана ( $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ ) одна из семи  **$\sigma$ -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.



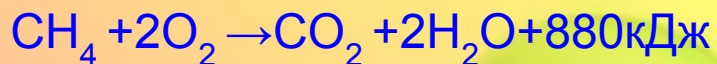
# Физические свойства



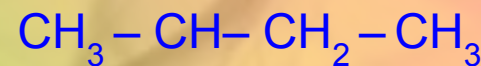
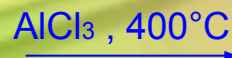
Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	Плотность d <sub>4</sub> <sup>20</sup>
Метан	CH <sub>4</sub>	-182,5	-161,5	0,415 (при -164°C)
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-182,8	-88,6	0,561 (при -100°C)
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-187,6	-42,1	0,583 (при -44,5°C)
Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>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

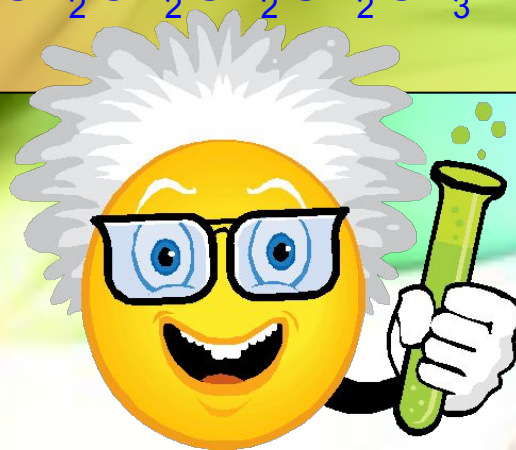


- **Изомеризация:**  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



бензол + 4H<sub>2</sub>

- **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.

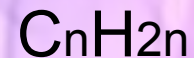
Низшие члены гомологического ряда используются для получения соответствующих непредельных соединений реакцией дегидрирования. Смесь пропана и бутана используется в качестве бытового топлива. Средние члены

гомологического ряда применяются как растворители и

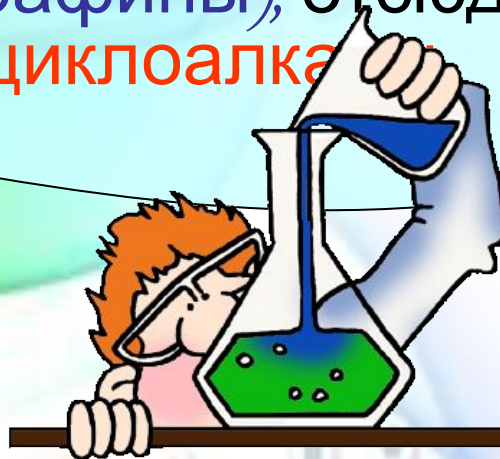


# Циклоалканы (циклопарафины)





Общая  
формула

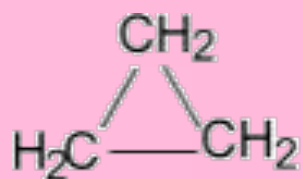


В отличие от предельных углеводородов, характеризующихся наличием открытых углеродных цепей, существуют **углеводороды с замкнутыми цепями (циклами)**. По своим свойствам они напоминают обычные предельные углеводороды **алканы (парафины)**, отсюда и произошло их название – **циклоалканы (циклопарафины)**.

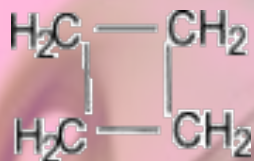




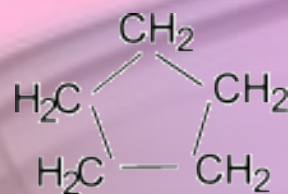
Очень часто в органической химии структурные формулы перечисленных циклоалканов изображают без символов *C* и *H* простыми геометрическими фигурами    .



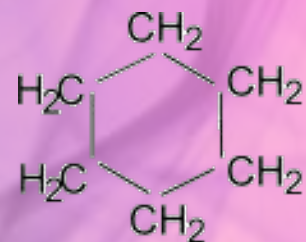
Циклопропан



Циклобутан



Циклопентан



Циклогексан



# Физические свойства



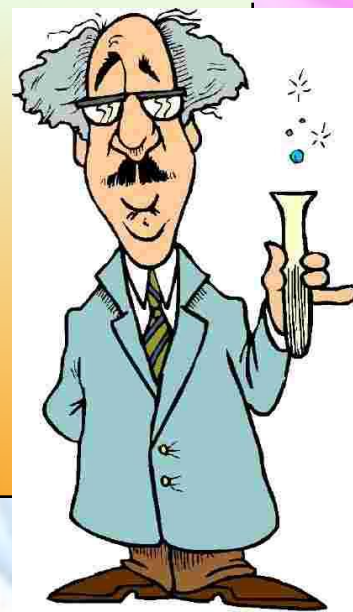
Соединение	$t^{\circ}\text{пл.},$ $^{\circ}\text{C}$	$t^{\circ}\text{кип.},$ $^{\circ}\text{C}$	$d_4^{20}$
Циклопропан	-126,9	-33	0,688 <sup>1</sup>
Метилциклопропан	-177,2	0,7	0,6912 <sup>2</sup>
Циклобутан	- 80	13	0,7038
Метилциклобутан	-149,3	36,8	0,6931
Циклопентан	- 94,4	49,3	0,7460
Метилциклопентан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

<sup>1</sup> При температуре кипения.

<sup>2</sup> 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) +  $3H_2$





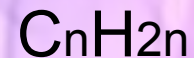
# Применение



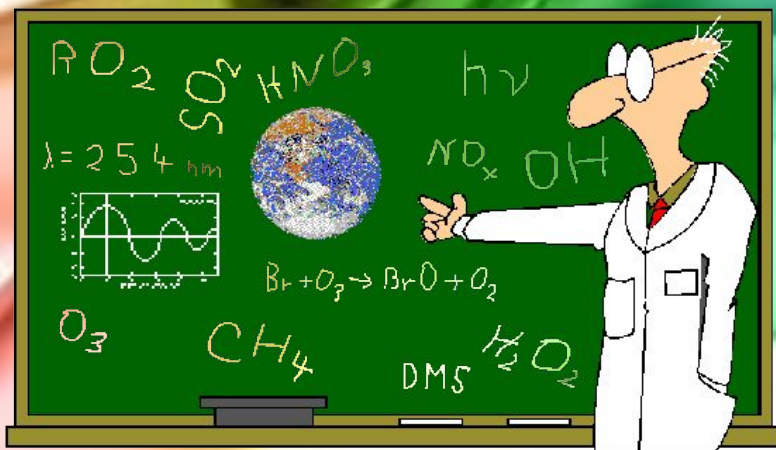
Наибольшее практическое значение имеют **циклогексан**, **этилциклогексан**. **Циклогексан** используется для получения циклогексанола, циклогексанона, адипиновой кислоты, капролактама, а также в качестве растворителя. **Циклопропан** используется в медицинской практике в качестве ингаляционного анестезирующего 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 <sub>4</sub> <sup>20</sup>
Этилен	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	-169,2	-103,8	0,570 (при -103,8°C)
Пропилен	CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>3</sub>	-187,6	-47,7	0,610 (при -47,7°C)
Бутен-1	CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	-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 <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	-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

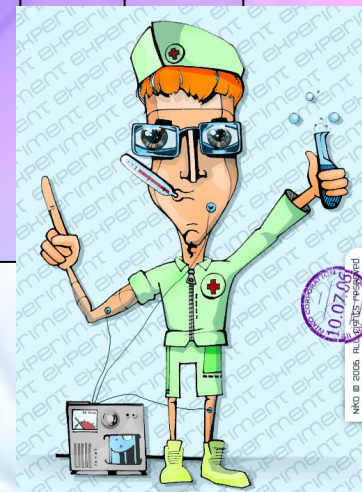


- Галогенирование:  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{BrCH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$  (*1,2-дибромэтан*)
- Гидрирование:  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  (*пропан*)
- Гидрогалогенирование:  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Br}$  (*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

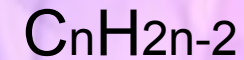
е

**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



|  
CH<sub>3</sub>

# Физические свойства

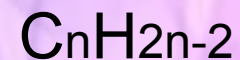


**Бутадиен -1,3** – легко сжижающийся газ с неприятным запахом,  $t^{\circ}\text{пл.} = -108,9^{\circ}\text{C}$ ,  $t^{\circ}\text{кип.} = -4,5^{\circ}\text{C}$ ; растворяется в эфире, бензоле, не растворяется в воде.

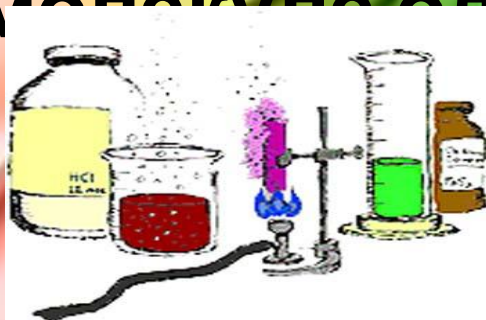
**2- Метилбутадиен -1,3** – летучая жидкость,  $t^{\circ}\text{пл.} = -146^{\circ}\text{C}$ ,  $t^{\circ}\text{кип.} = 34,1^{\circ}\text{C}$ ; растворяется в большинстве углеводородных растворителях, эфире, спирте, не растворяется в воде.

# 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 <sub>4</sub> <sup>20</sup>
Ацетилен	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	-80,8	-83,6	0,565 <sup>1</sup>
Метилацетилен	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$	-102,7	-23,3	0,670 <sup>1</sup>
Бутин-1	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{C}\equiv\text{CH}$	-122,5	8,5	0,678 <sup>2</sup>
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

<sup>1</sup> При температуре кипения.

<sup>2</sup> 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)

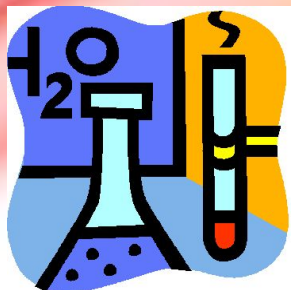


# Применени

е



При горении **ацетилена** в кислороде температура пламени достигает  $3150^{\circ}\text{C}$ , 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!