

E-mail: [irkrav66@gmail.com](mailto:irkrav66@gmail.com)

# ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Семинар-6.  
Углеводороды. Алканы

лектор:  
проф. Рохин Александр  
Валерьевич

# Углеводороды

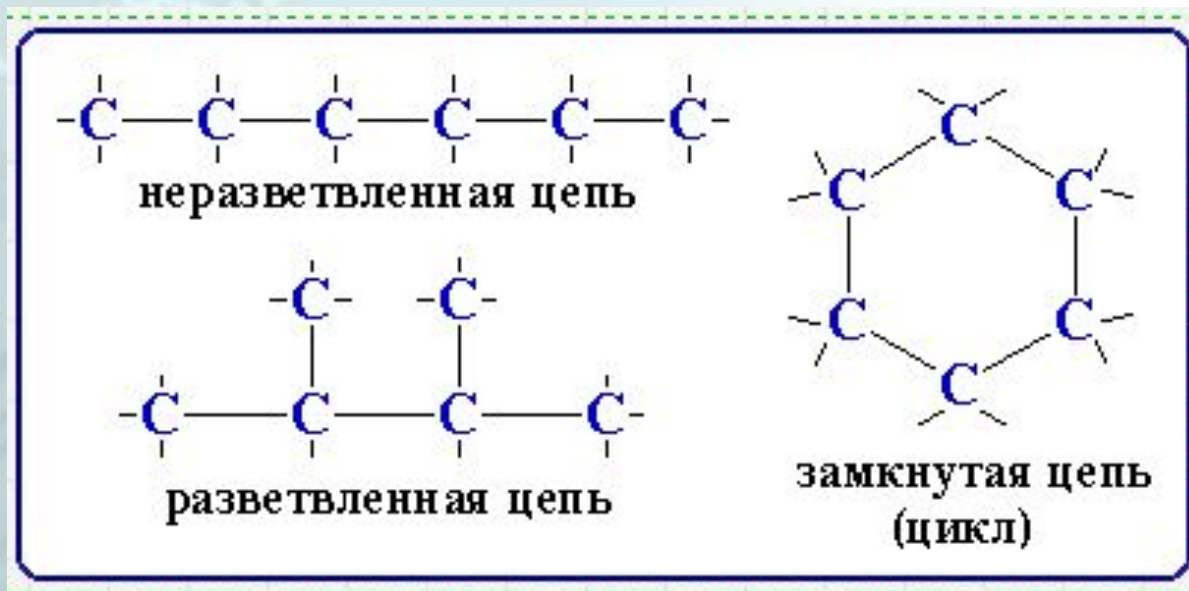
- органические соединения, в состав которых входят только два элемента: углерод и водород.

- $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  и т.п.

- В общем виде -  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

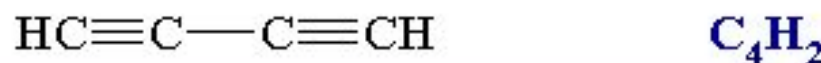
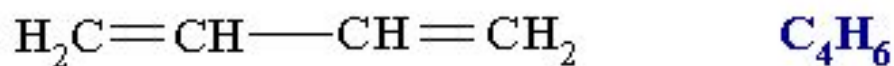
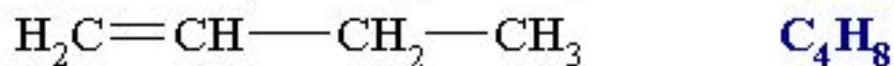
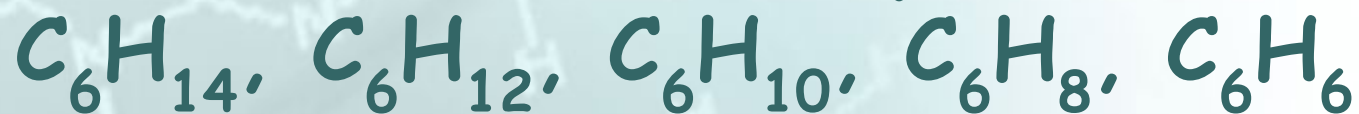
# Многообразие углеводородов

- атомы углерода способны соединяться между собой в цепи различного строения:



# Многообразие углеводородов

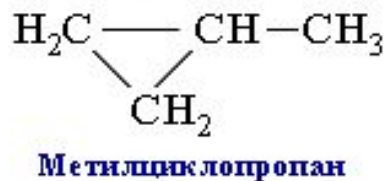
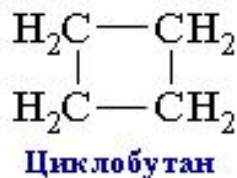
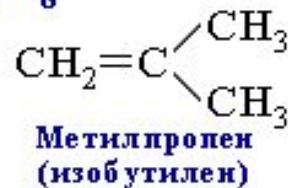
- даже при одинаковом количестве атомов углерода в молекулах углеводороды могут отличаться числом атомов водорода:



# Многообразие углеводородов

- одному и тому же элементному составу молекул (одной молекулярной формуле) может соответствовать несколько различных веществ - изомеров:

## Изомеры $C_4H_8$



# Многообразии углеводов

---

Классификацию углеводов проводят по следующим структурным признакам, определяющим свойства этих соединений:

- строение углеродной цепи (углеродного скелета);
- наличие в цепи кратных связей  $C=C$  и  $C\equiv C$  (степень насыщенности)

# Классификация углеводов

---

1. В зависимости от строения углеродной цепи углеводы подразделяют на две группы:

- ациклические или алифатические;
- циклические

# Классификация углеводородов





# Классификация углеводов

---

Среди циклических углеводов выделяют:

- алициклические (т.е. алифатические циклические);
- ароматические (арены).

В этом случае классификационным признаком служит строение цикла.

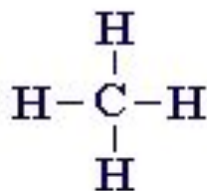
# Классификация углеводов

2. По степени насыщенности различают:

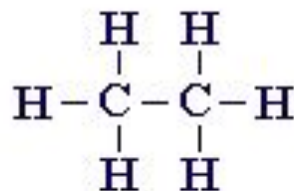
- насыщенные (предельные) углеводороды (алканы и циклоалканы);
- ненасыщенные (непредельные), содержащие наряду с одинарными связями С-С двойные и/или тройные связи (алкены, алкадиены, алкины, циклоалкены, циклоалкины)

# Алканы

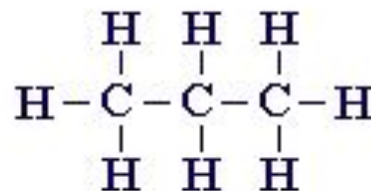
- алифатические (ациклические) предельные углеводороды, в которых атомы углерода связаны между собой простыми (одинарными) связями в неразветвленные или разветвленные цепи:



метан



этан



пропан

*структурные  
формулы*

*молекулярные  
формулы*

*названия*

# Алканы

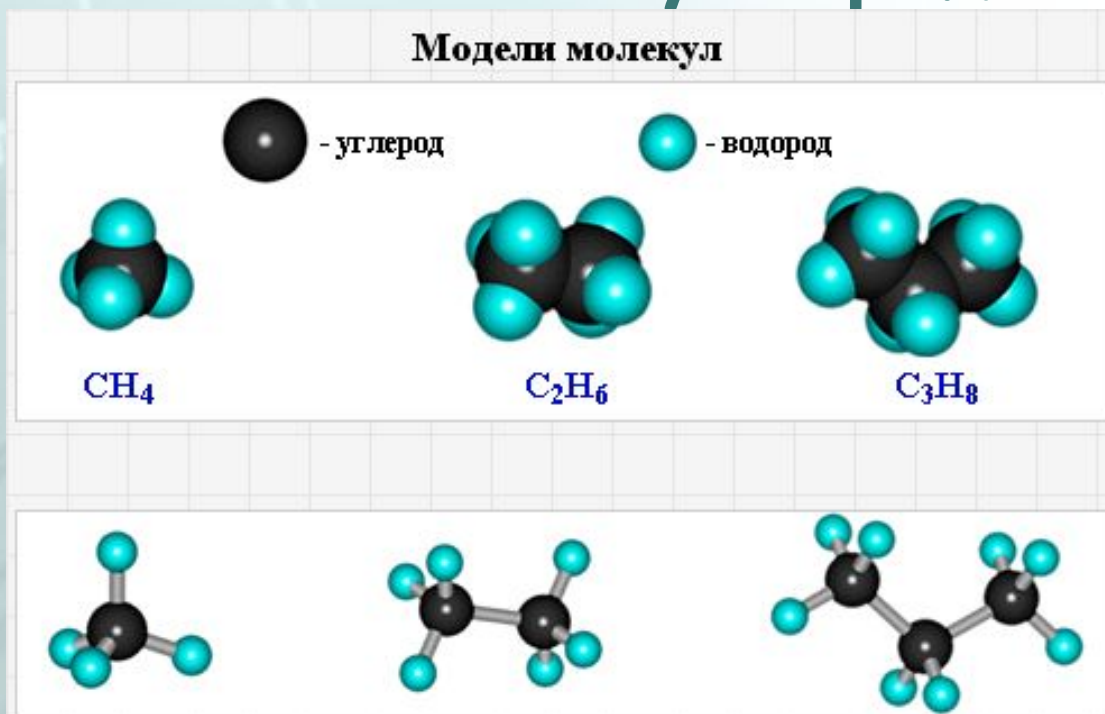
- *Алканы* – название предельных углеводородов по международной номенклатуре.

*Парафины* – исторически сложившееся название, отражающее свойства этих соединений.

*Предельными, или насыщенными, эти углеводороды называют в связи с полным насыщением углеродной цепи атомами водорода.*

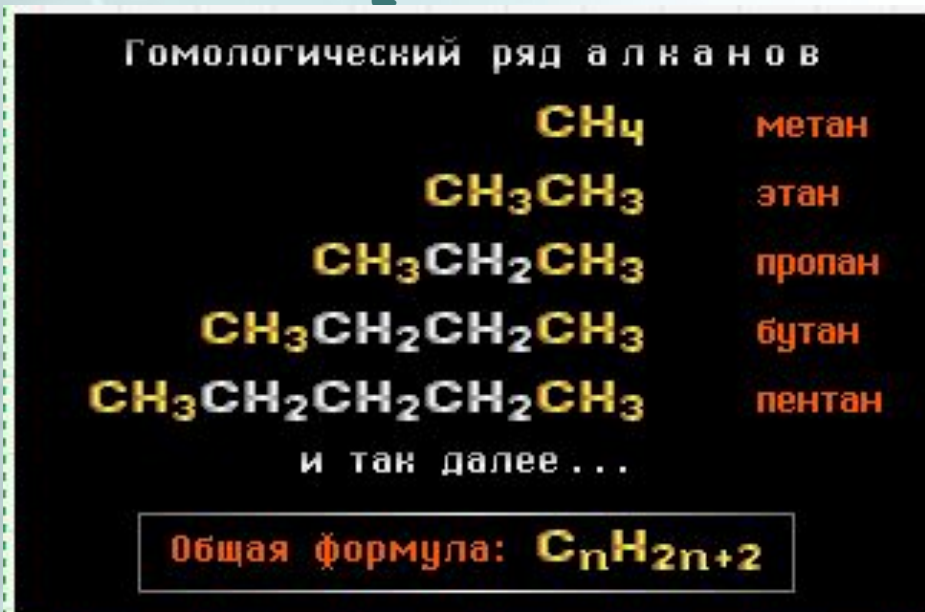
# Алканы

- углеводороды, состав которых выражается общей формулой  $C_nH_{2n+2}$ , где  $n$  – число атомов углерода



# Гомологический ряд алканов

- Алканы, представляют собой ряд родственных соединений с однотипной структурой, в котором каждый последующий член отличается от предыдущего на постоянную группу атомов ( $-\text{CH}_2-$ ):



# Строение алканов

---

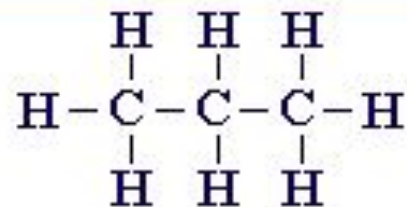
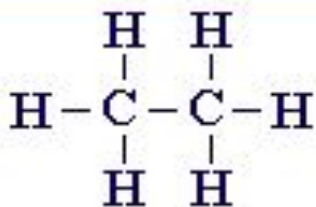
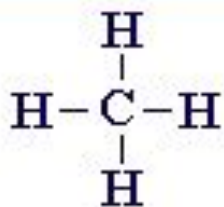
- в алканах имеются два типа химических связей:

**C-C и C-H.**

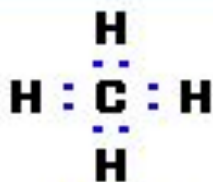
- Связь **C-C** является **ковалентной неполярной**.
- Связь **C-H** - **ковалентная слабополярная**.

# Химическое строение

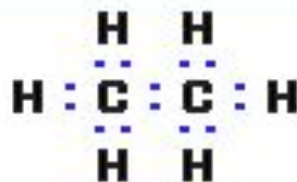
## ■ Структурные формулы:



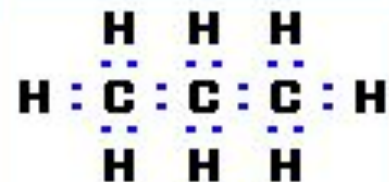
## ■ Электронные формулы:



Метан



Этан

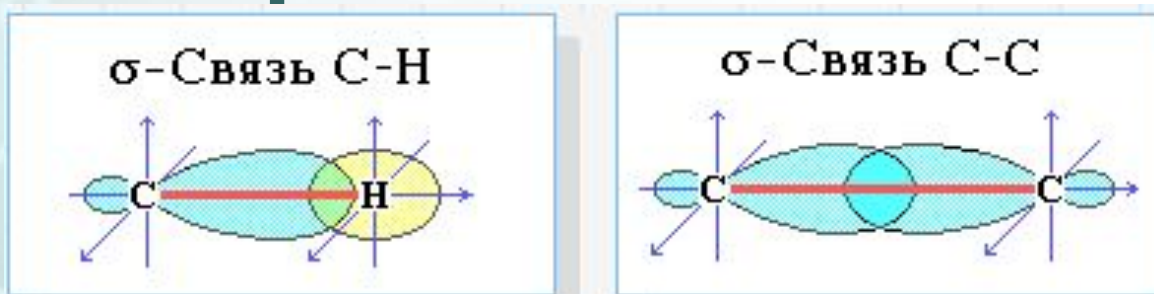


Пропан



# Пространственное строение

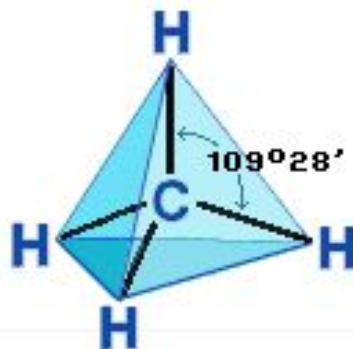
## $sp^3$ -гибридизация



каждая из четырех  $sp^3$ -гибридных АО углерода участвует в осевом ( $\sigma$ -) перекрывании с  $s$ -АО водорода или с  $sp^3$ -АО другого атома углерода, образуя  $\sigma$ -связи С-Н или С-С

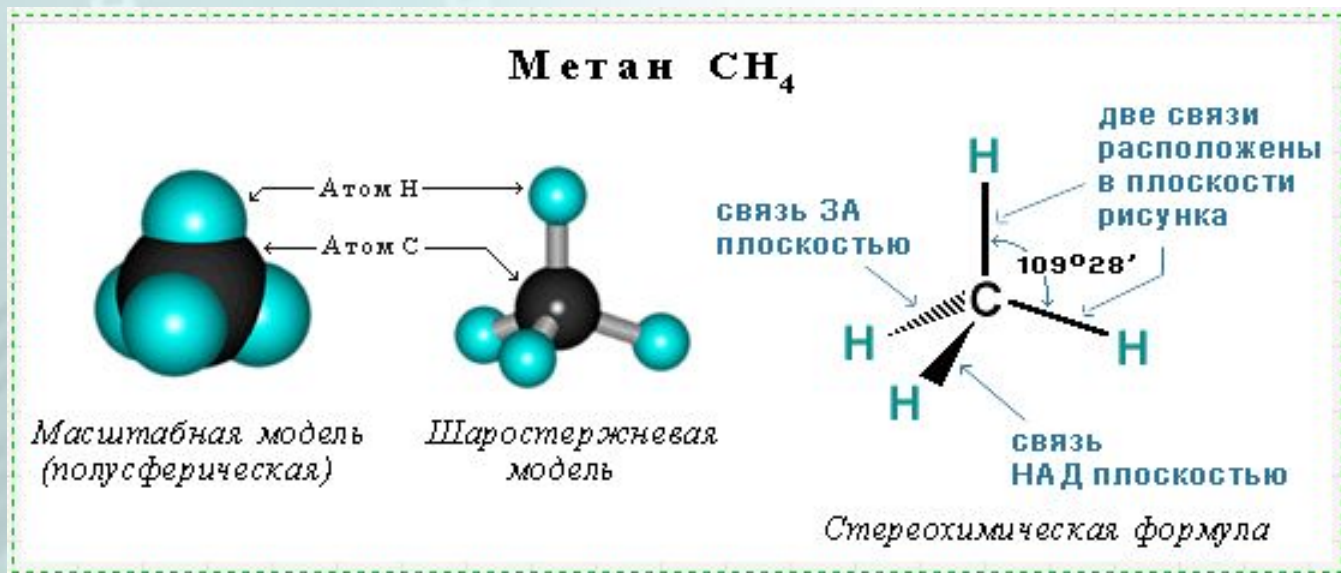
# Пространственное строение

- Четыре  $\sigma$ -связи углерода направлены в пространстве под тетраэдрическим углом  $109^{\circ}28'$ .
- Молекула метана  $\text{CH}_4$  - имеет форму тетраэдра, в центре которого находится атом углерода, а в вершинах - атомы водорода:



# Пространственное строение

- Валентный угол Н-С-Н равен  $109^{\circ}28'$ .
- Пространственное строение метана можно показать с помощью объемных (масштабных) и шаростержневых моделей:



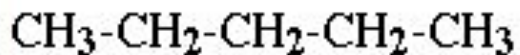
# Изомерия алканов

---

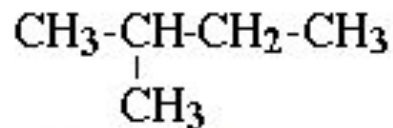
- явление существования соединений, которые имеют одинаковый состав (одинаковую молекулярную формулу), но разное строение.
- Такие соединения называются *изомерами*.

# Структурная изомерия

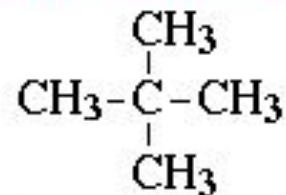
- способность атомов углерода образовывать цепи различного строения:



н-пентан



2-метилбутан  
(изопентан)



2,2-диметилпропан  
(неопентан)

алкан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  - в виде трех структурных изомеров, отличающихся строением углеродной цепи

# Число изомеров

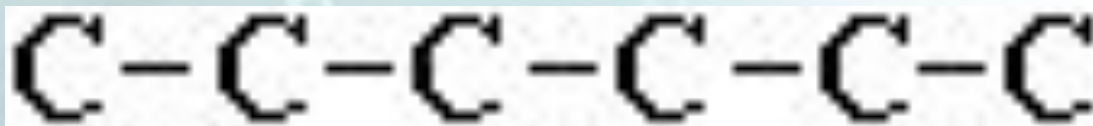
- С увеличением числа атомов углерода в составе молекул увеличиваются возможности для разветвления цепи:

Молекулярная формула	Число структурных изомеров	Молекулярная формула	Число структурных изомеров
$\text{CH}_4$	1	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	9
$\text{C}_2\text{H}_6$	1	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	18
$\text{C}_3\text{H}_8$	1	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	35
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	2	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	3	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	4347
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	5	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	366 319

# Приемы построения структурных формул изомеров

---

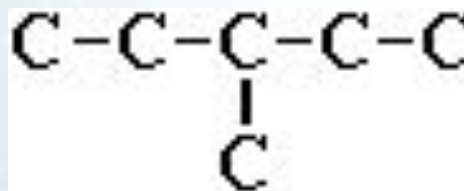
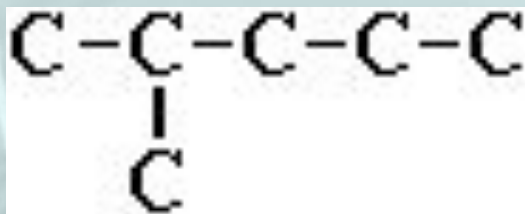
- 1. Сначала изображаем молекулу линейного изомера (ее углеродный скелет) на примере алкана  $C_6H_{14}$ :



# Приемы построения структурных формул изомеров

---

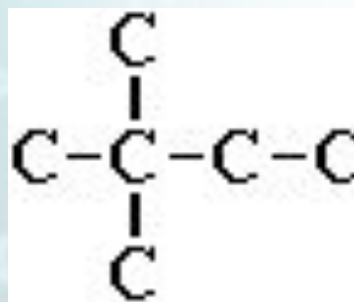
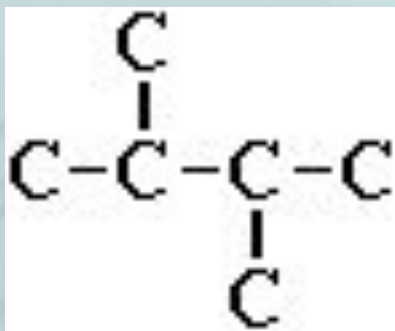
- 2. Затем цепь сокращаем на 1 атом углерода и этот атом присоединяем к какому-либо атому углерода цепи как ответвление от нее, исключая крайние положения:





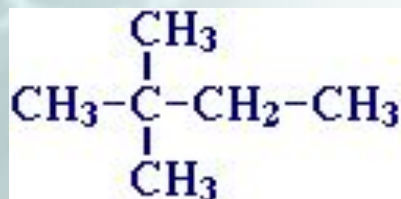
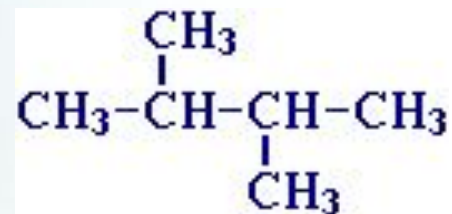
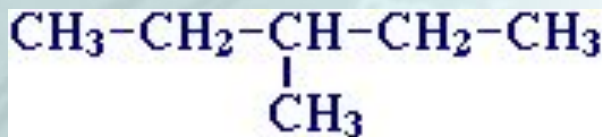
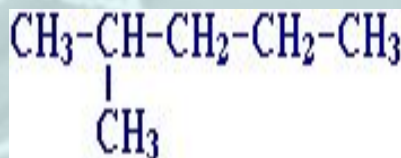
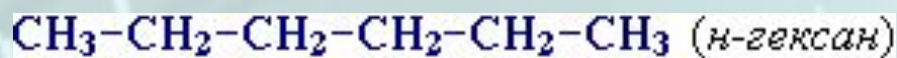
# Приемы построения структурных формул изомеров

- 3. Когда все положения основной цепи исчерпаны, сокращаем цепь еще на 1 атом углерода
- Теперь в боковых ответвлениях разместятся 2 атома углерода:



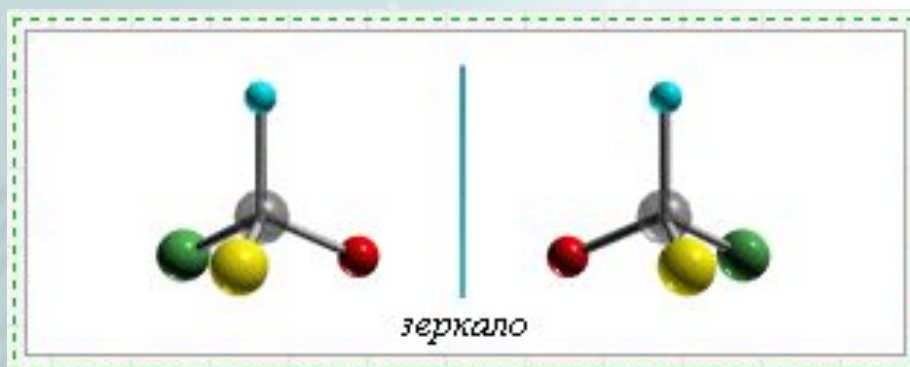
# Приемы построения структурных формул изомеров

- 4. После построения углеродного скелета изомера необходимо дополнить все углеродные атомы в молекуле связями с водородом -  $C_6H_{14}$  соответствует 5 изомеров :



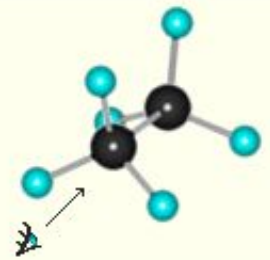

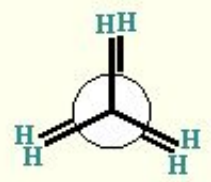
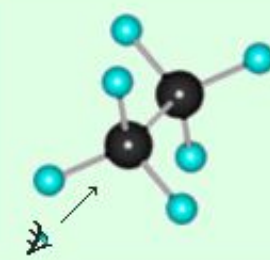

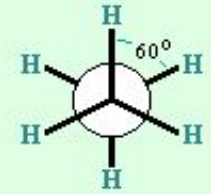
# Зеркальная (оптическая) изомерия

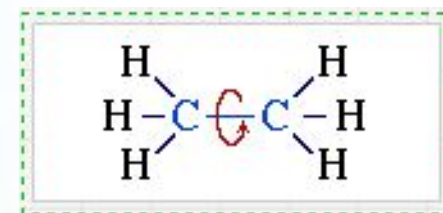
- оптическими изомерами называются пространственные изомеры, молекулы которых относятся между собой как предмет и несовместимое с ним зеркальное изображение:



# Поворотная изомерия

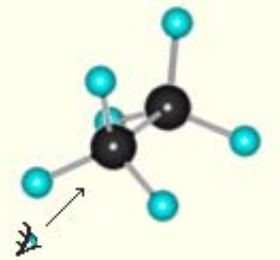

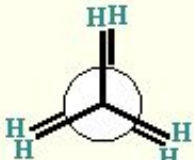
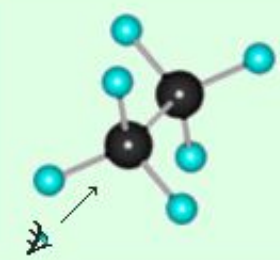
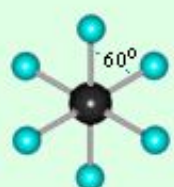
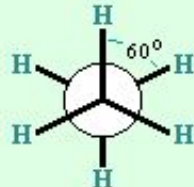
- Формы молекулы переходящие друг в друга путем поворота вокруг связи С-С:

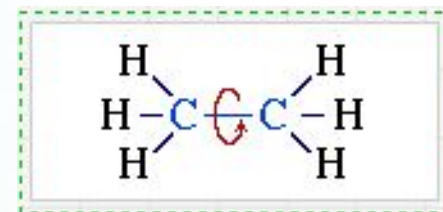
		Модель молекулы	Проекция на плоскость вдоль связи С-С	Проекционная формула
Конформации молекулы	I			
	II			



# Поворотная изомерия

- Формы молекулы переходящие друг в друга путем поворота вокруг связи C-C:

		Модель молекулы	Проекция на плоскость вдоль связи C-C	Проекционная формула
Конформации молекулы	I			
	II			



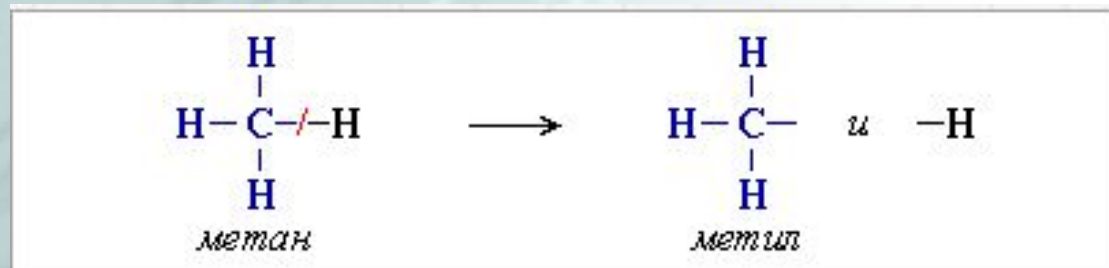
# Номенклатура

---

- Номенклатура органических соединений – система правил, позволяющих дать однозначное название каждому индивидуальному веществу.
- В настоящее время общепринятой является систематическая номенклатура ИЮПАК (*IUPAC - International Union of the Pure and Applied Chemistry - Международный союз теоретической и прикладной химии*)

# Радикалы в ряду алканов

- Общее название одновалентных радикалов алканов – *алкилы* – образовано заменой суффикса *-ан* на *-ил*:  
метан – *метил*, этан – *этил*, пропан – *пропил*
- Одновалентные радикалы выражаются общей формулой  $C_n H_{2n+1}$  :



# Радикалы

- Радикалы подразделяются на **первичные, вторичные и третичные:**

Алкан	Радикал	Название радикала
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ <i>н-бутан</i>	$-\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	<i>н-бутил</i>
	$-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	<i>втор-бутил</i>
$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$ <i>изобутан</i>	$-\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$	<i>изобутил</i>
	$-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_3$	<i>трет-бутил</i>



# Правила построения названий

---

- 1. Для простейших алканов ( $C_1$ - $C_4$ ) приняты тривиальные названия: метан, этан, пропан, бутан, изобутан.
- 2. Начиная с пятого гомолога, названия нормальных (неразветвленных) алканов строят в соответствии с числом атомов углерода, используя греческие числительные и суффикс -ан: пентан, гексан, гептан, октан, нонан, декан и т. д.

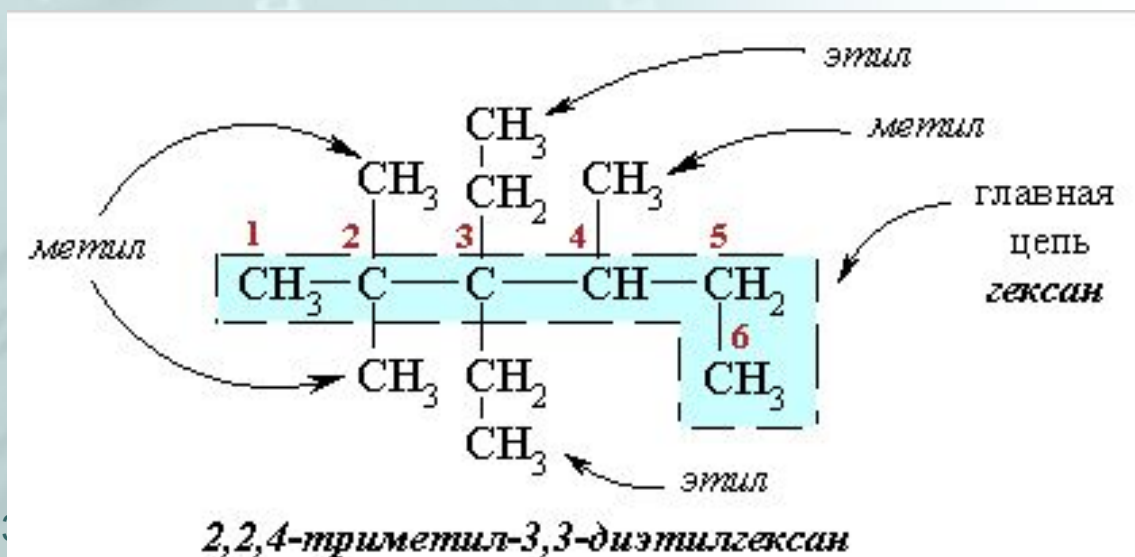
# Правила построения названий

---

- 3. В основе названия разветвленного алкана лежит название входящего в его конструкцию нормального алкана с наиболее длинной углеродной цепью.
- При этом углеводород с разветвленной цепью рассматривают как продукт замещения атомов водорода в нормальном алкане углеводородными радикалами.

# Правила построения разветвлённых алканов

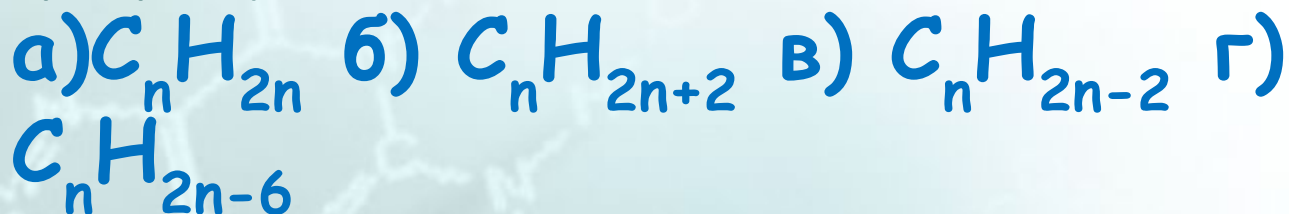
- корень+суффикс - название нормального алкана, приставки - цифры и названия углеводородных радикалов.
- Пример построения названия:



# 1. Контрольная работа

---

1. Состав алканов отражает общая формула . . .



Варианты ответов (выберите правильный):

Ответ 1: формула а

Ответ 2: формула б

Ответ 3: формула в

Ответ 4: формула г

## 2. Контрольная работа

---

Какие соединения относятся к гомологическому ряду метана:

- а)  $C_2H_4$     б)  $C_3H_8$     в)  $C_4H_{10}$   
г)  $C_5H_{12}$     д)  $C_7H_{14}$  ?

Ответ 1: соединения а, в, г

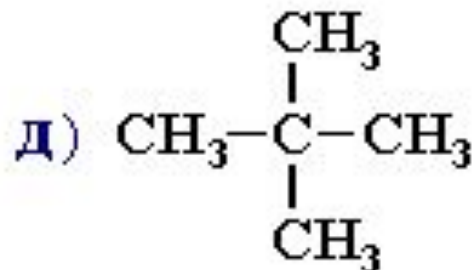
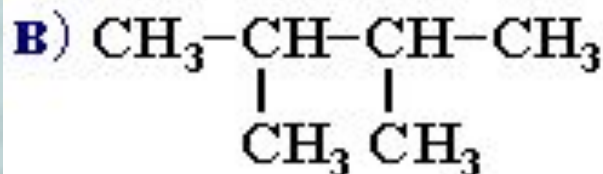
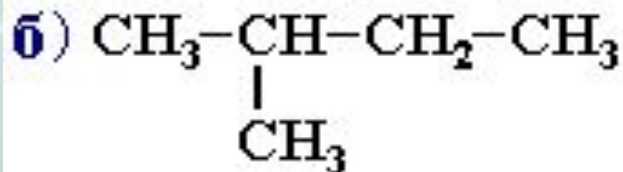
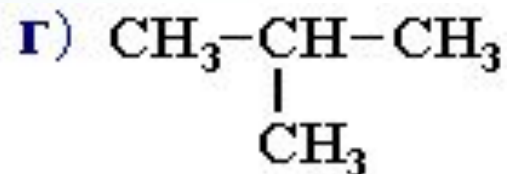
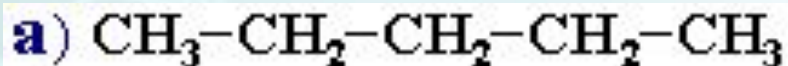
Ответ 2: соединения б, г, д

Ответ 3: соединения б, в, г

Ответ 4: соединения г, д

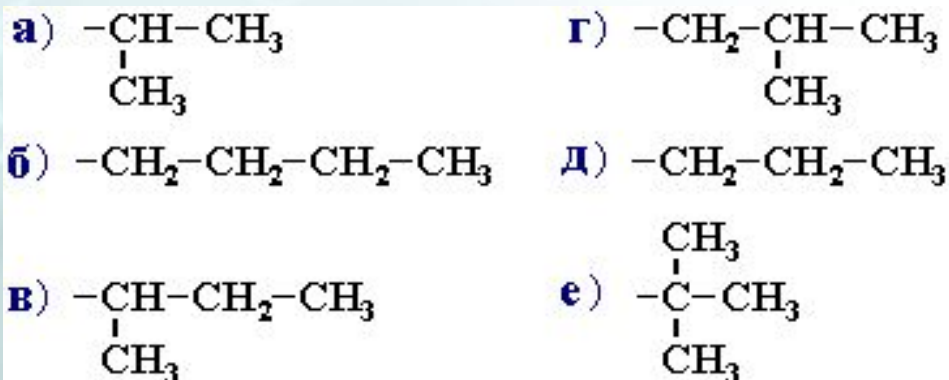
# 3. Контрольная работа

Какие из представленных соединений являются структурными изомерами ?



# 4. Контрольная работа

Укажите названия углеводородных радикалов:



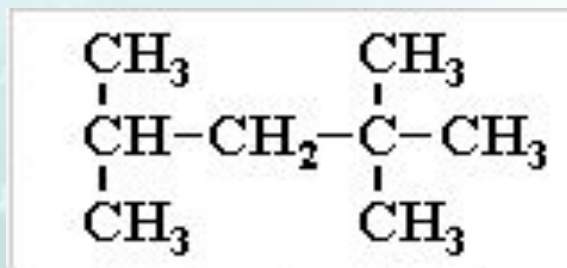
Ответ 1: а - н-пропил; б - н-бутил; в - изобутил;  
г - втор-бутил; д - изопропил; е - трет-бутил.

Ответ 2: а - изопропил; б - н-бутил; в - втор-бутил;  
г - изобутил; д - н-пропил; е - трет-бутил.

Ответ 3: а - изопропил; б - н-пропил; в - изобутил;  
г - трет-бутил; д - н-бутил; е - втор-бутил

# 5. Контрольная работа

■ Назовите по систематической номенклатуре "изооктан" (стандарт моторного топлива с октановым числом 100):



■ Ответ 1: 1,1,3,3-тетраметилбутан

Ответ 2: 2,2,4-метилпентан

Ответ 3: 2,4,4-триметилпентан

Ответ 4: 2,2,4-триметилпентан



# 6. Контрольная работа

Установите соответствие между формулой радикала и его названием:

$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопропил
$\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$	n-пропил
			n-бутил
			втор-бутил
			трет-бутил
			изобутил