

E-mail: irkrav66@gmail.com

ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Семинар-6.
Углеводороды. Алканы

лектор:
проф. Рохин Александр
Валерьевич

Углеводороды

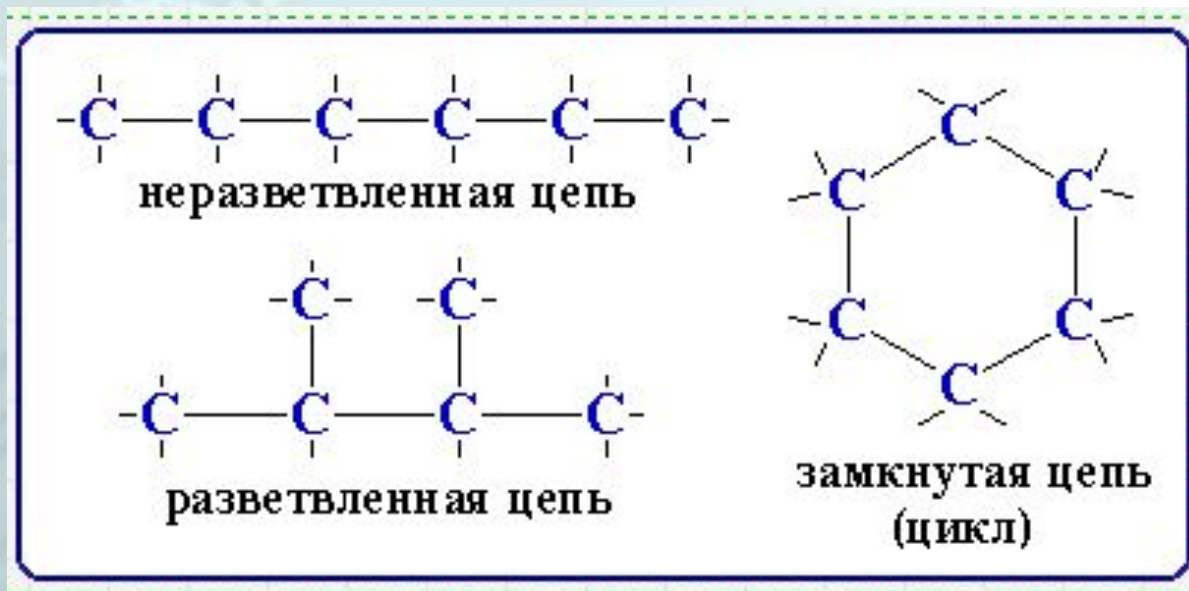
- органические соединения, в состав которых входят только два элемента: углерод и водород.

- CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_6H_6 , C_8H_{10} и т.п.

В общем виде - C_xH_y .

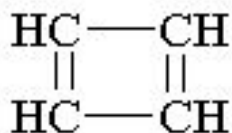
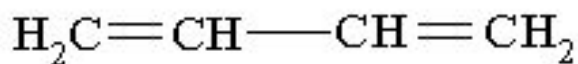
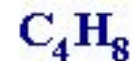
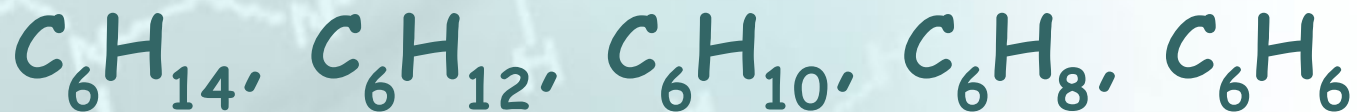
Многообразии углеводородов

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



Многообразие углеводородов

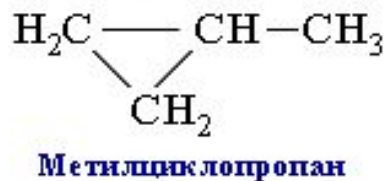
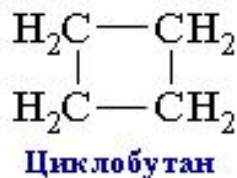
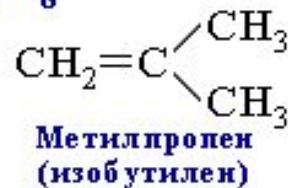
- даже при одинаковом количестве атомов углерода в молекулах углеводороды могут отличаться числом атомов водорода:



Многообразие углеводородов

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

Изомеры C_4H_8



Многообразие 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.

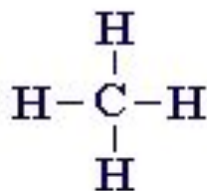
Классификация углеводов

2. По степени насыщенности различают:

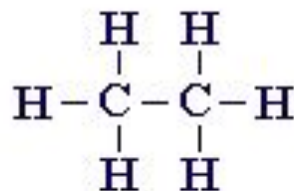
- насыщенные (предельные) углеводороды (алканы и циклоалканы);
- ненасыщенные (непредельные), содержащие наряду с одинарными связями С-С двойные и/или тройные связи (алкены, алкадиены, алкины, циклоалкены, циклоалкины)

Алканы

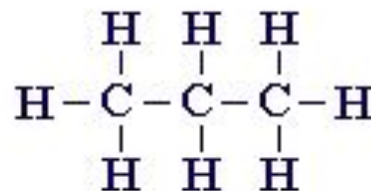
- алифатические (ациклические) предельные углеводороды, в которых атомы углерода связаны между собой простыми (одинарными) связями в неразветвленные или разветвленные цепи:



метан



этан



пропан

*структурные
формулы*

*молекулярные
формулы*

названия

Алканы

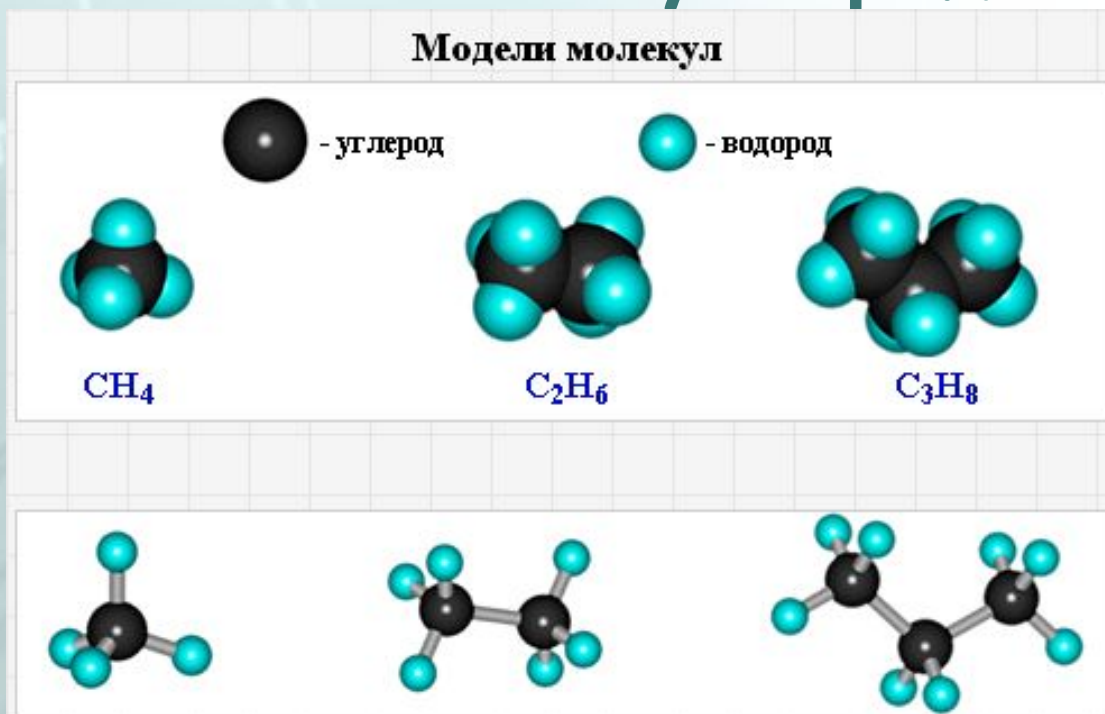
- *Алканы* – название предельных углеводородов по международной номенклатуре.

Парафины – исторически сложившееся название, отражающее свойства этих соединений.

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

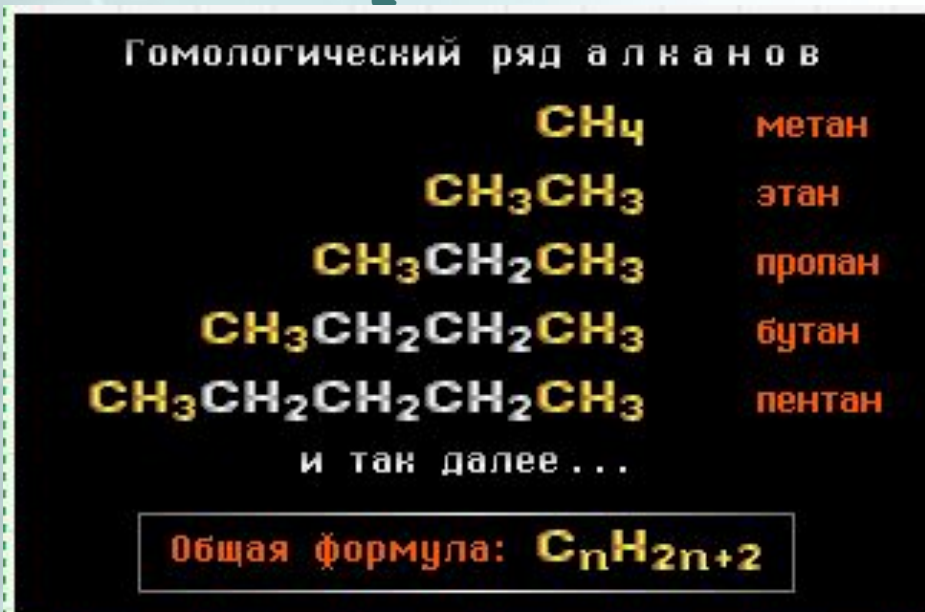
Алканы

- 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

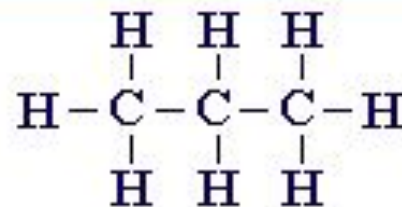
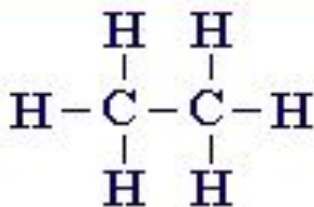
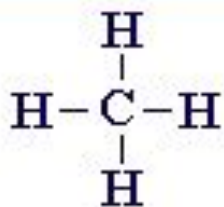
- в алканах имеются два типа химических связей:

C-C и C-H.

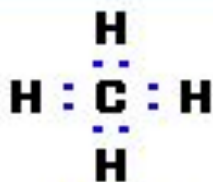
- Связь **C-C** является **ковалентной неполярной**.
- Связь **C-H** - **ковалентная слабополярная**.

Химическое строение

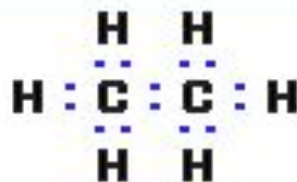
■ Структурные формулы:



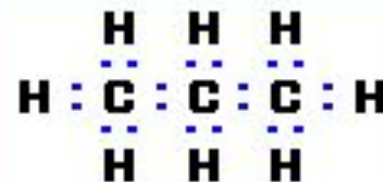
■ Электронные формулы:



Метан



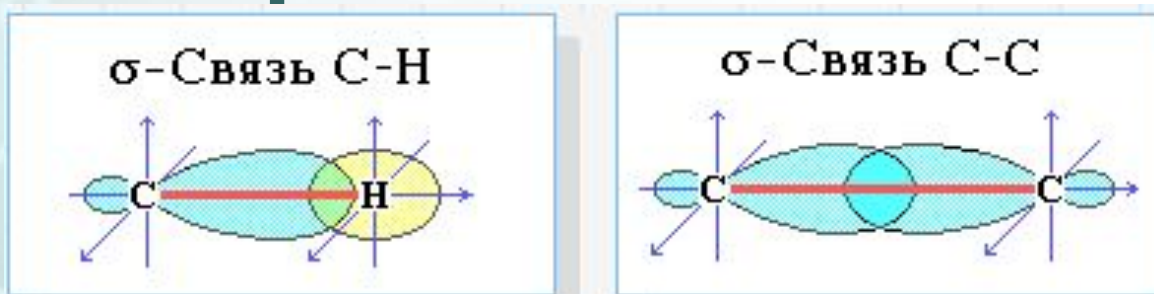
Этан



Пропан

Пространственное строение

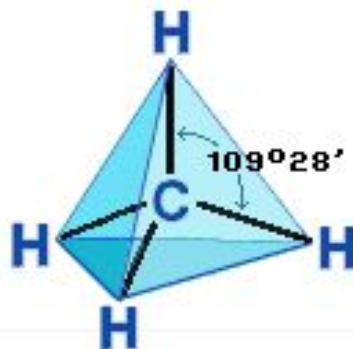
sp^3 -гибридизация



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

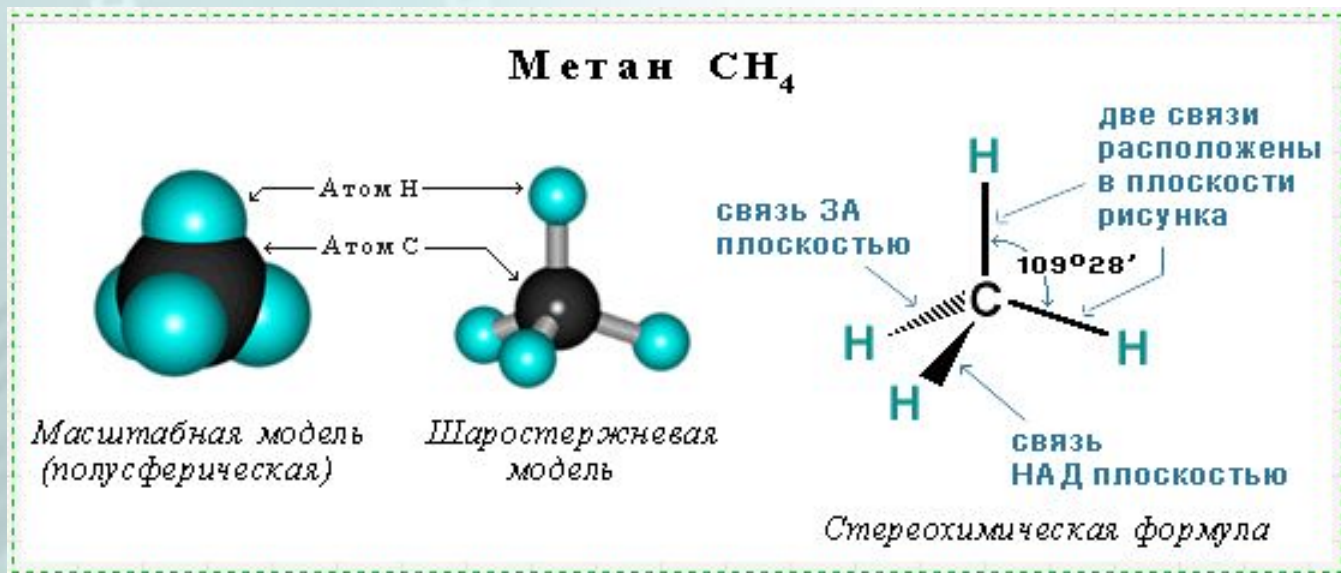
Пространственное строение

- Четыре σ -связи углерода направлены в пространстве под тетраэдрическим углом $109^{\circ}28'$.
- Молекула метана 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:

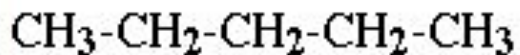


Изомерия алканов

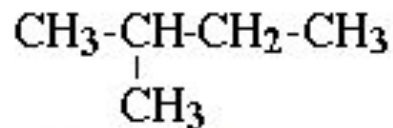
- явление существования соединений, которые имеют одинаковый состав (одинаковую молекулярную формулу), но разное строение.
- Такие соединения называются *изомерами*.

Структурная изомерия

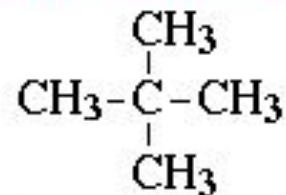
- способность атомов углерода образовывать цепи различного строения:



н-пентан



2-метилбутан
(изопентан)



2,2-диметилпропан
(неопентан)

алкан C_5H_{12} - в виде трех структурных изомеров, отличающихся строением углеродной цепи

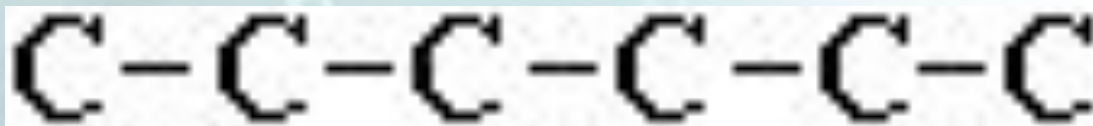
Число изомеров

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

Молекулярная формула	Число структурных изомеров	Молекулярная формула	Число структурных изомеров
CH_4	1	C_7H_{16}	9
C_2H_6	1	C_8H_{18}	18
C_3H_8	1	C_9H_{20}	35
C_4H_{10}	2	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75
C_5H_{12}	3	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	4347
C_6H_{14}	5	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	366 319

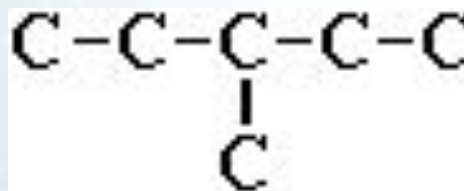
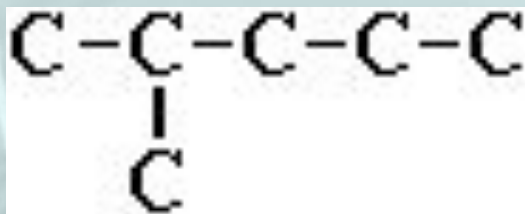
Приемы построения структурных формул изомеров

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



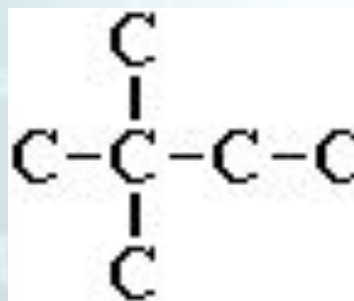
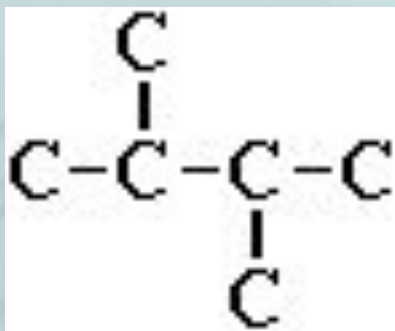
Приемы построения структурных формул изомеров

- 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:



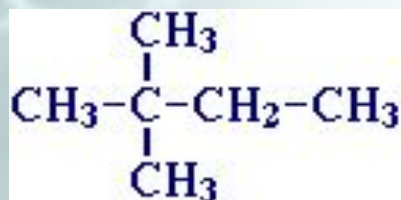
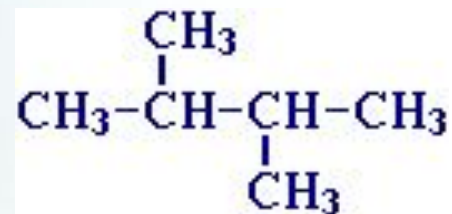
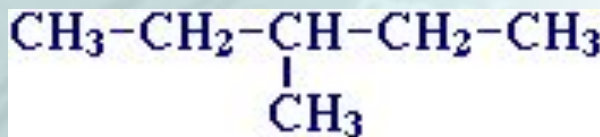
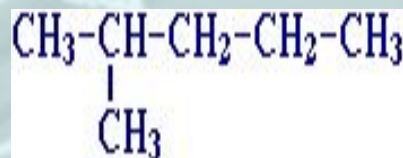
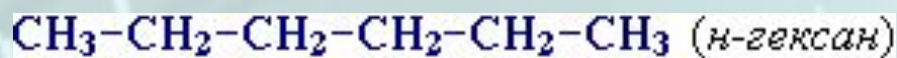
Приемы построения структурных формул изомеров

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



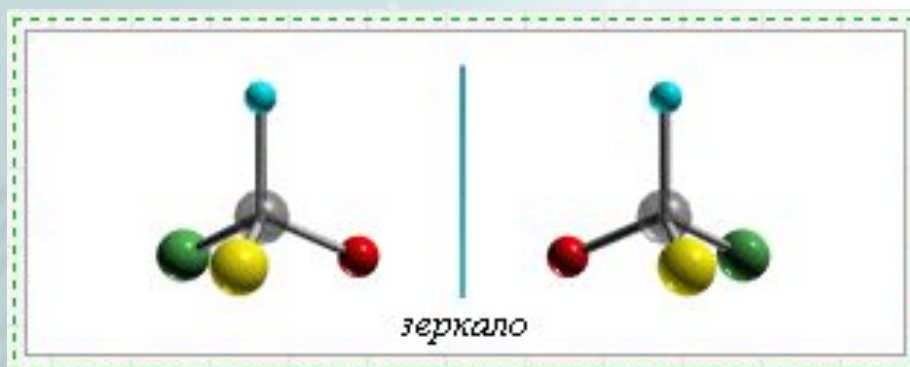
Приемы построения структурных формул изомеров

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



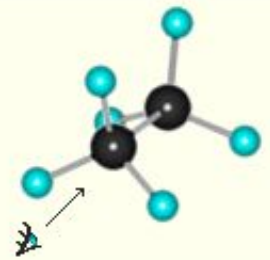

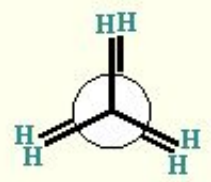
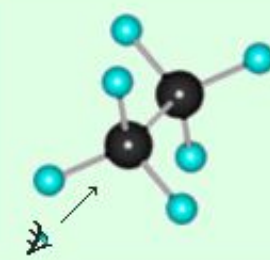

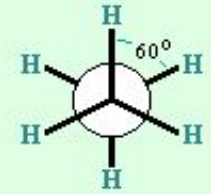
Зеркальная (оптическая) изомерия

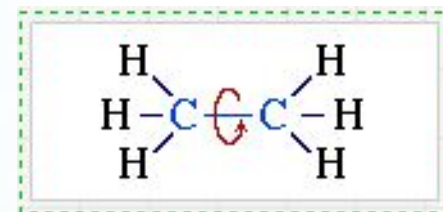
- оптическими изомерами называются пространственные изомеры, молекулы которых относятся между собой как предмет и несовместимое с ним зеркальное изображение:



Поворотная изомерия

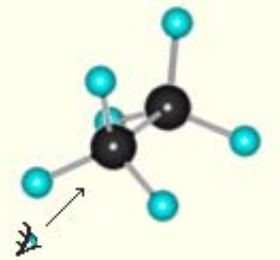

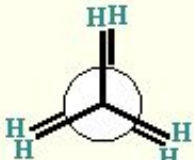
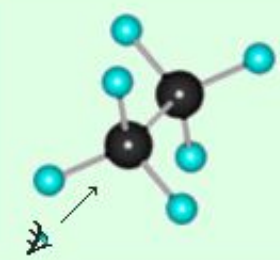
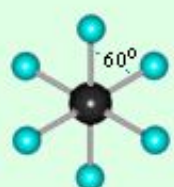
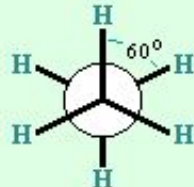
- Формы молекулы переходящие друг в друга путем поворота вокруг связи С-С:

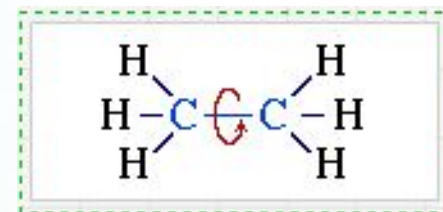
		Модель молекулы	Проекция на плоскость вдоль связи С-С	Проекционная формула
Конформации молекулы	I			
	II			



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			

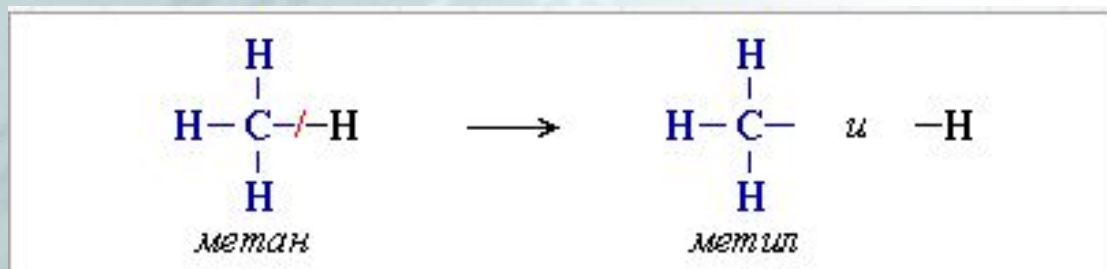


Номенклатура

- 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

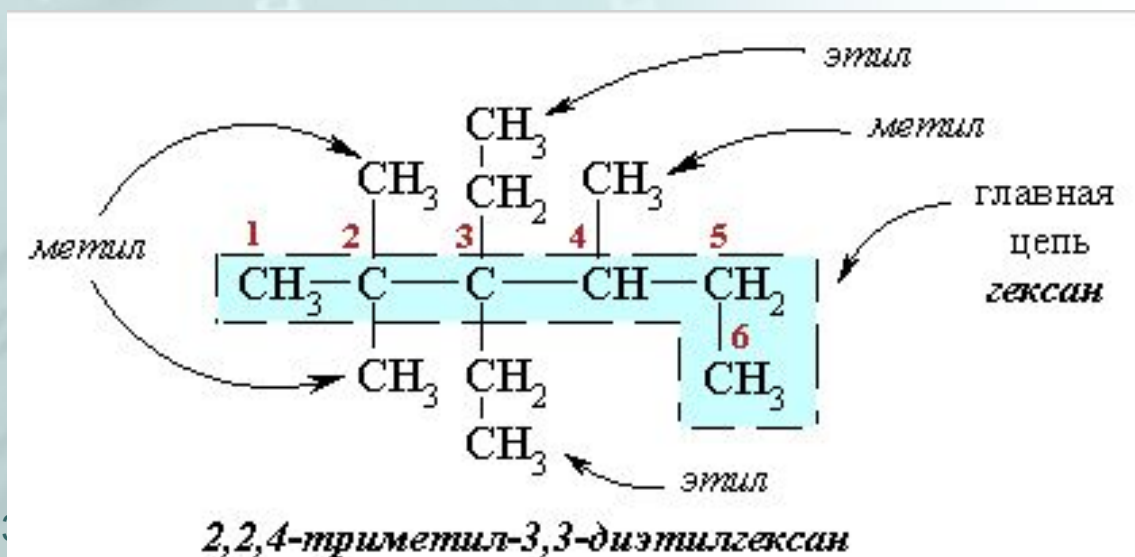
- 1. Для простейших алканов (C_1 - C_4) приняты тривиальные названия: метан, этан, пропан, бутан, изобутан.
- 2. Начиная с пятого гомолога, названия нормальных (неразветвленных) алканов строят в соответствии с числом атомов углерода, используя греческие числительные и суффикс -ан: пентан, гексан, гептан,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

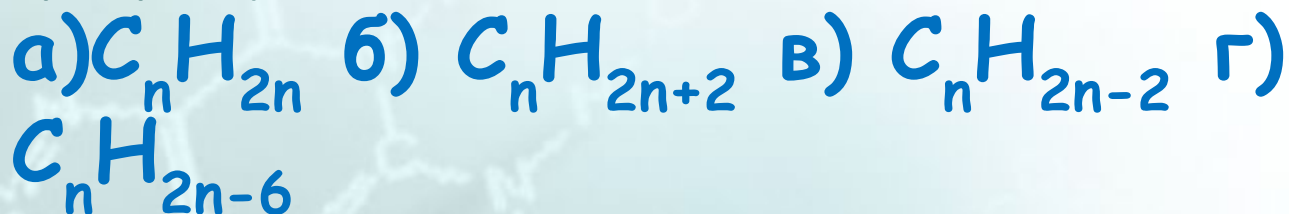
Правила построения разветвлённых алканов

- 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

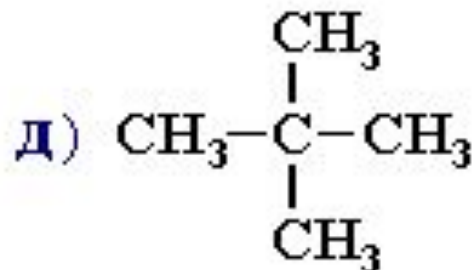
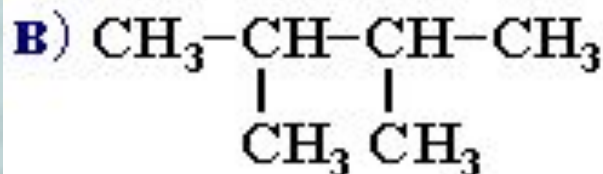
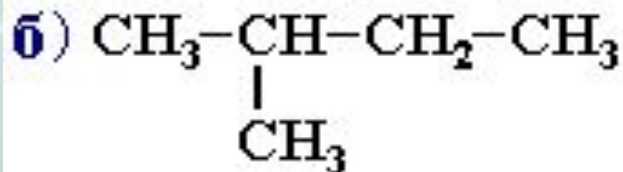
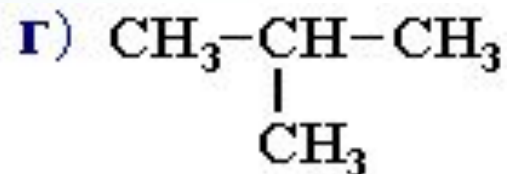
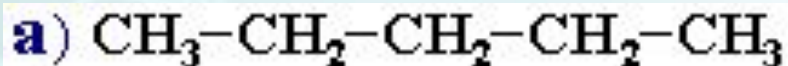
Ответ 2: соединения б, г, д

Ответ 3: соединения б, в, г

Ответ 4: соединения г, д

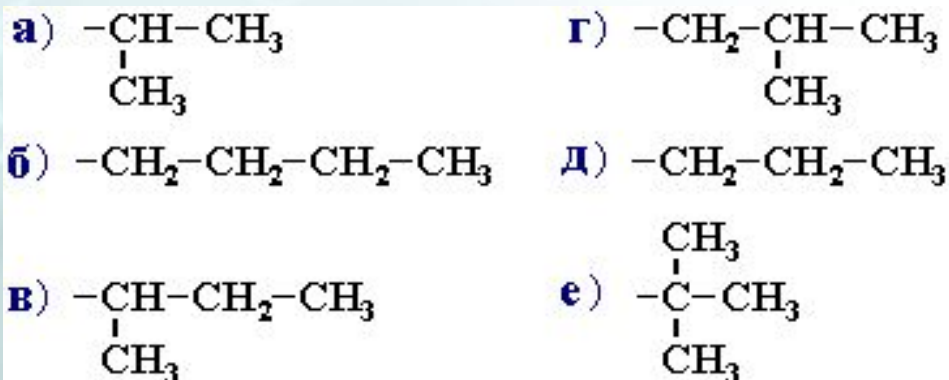
3. Контрольная работа

Какие из представленных соединений являются структурными изомерами ?



4. Контрольная работа

Укажите названия углеводородных радикалов:



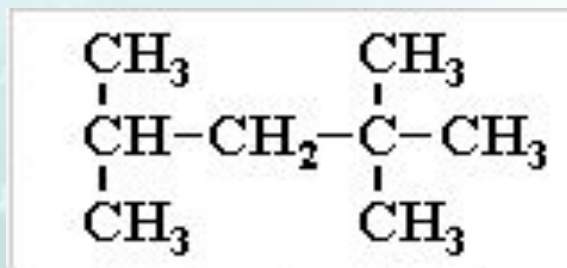
Ответ 1: а - н-пропил; б - н-бутил; в - изобутил;
г - втор-бутил; д - изопропил; е - трет-бутил.

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
$\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$	<i>n</i> -пропил
			<i>n</i> -бутил
			<i>втор</i> -бутил
			<i>трет</i> -бутил
			изобутил