



# Алканы

- Гомологический ряд.
- Физические свойства.
- Номенклатура.
- Изомерия.



## Гомологический ряд.

Алканы (парафины) — ациклические углеводороды линейного или разветвлённого строения, содержащие только простые связи ( $\sigma$ ) и образующие гомологический ряд с общей формулой  $C_n H_{2n+2}$

Название алкана		структурная формула
Метан	$CH_4$	$CH_4$
Этан	$CH_3-CH_3$	$C_2H_6$
Пропан	$CH_3-CH_2-CH_3$	$C_3H_8$
н-Бутан	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_4H_{10}$
н-Пентан	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_5H_{12}$
н-Гексан	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_6H_{14}$
н-Гептан	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_7H_{16}$
н-Октан	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_8H_{18}$
н-Нонан	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_9H_{20}$
н-Декал	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_{10}H_{22}$



# Гомологический ряд.

Алкан			Радикал (алкил)	
Формула	Название	Число изомеров	Формула	Название
$\text{CH}_4$	Метан		1	$\text{CH}_3-$
$\text{C}_2\text{H}_6$	Этан	1	$\text{C}_2\text{H}_5-$	Этил
$\text{C}_3\text{H}_8$	Пропан	1	$\text{C}_3\text{H}_7-$	Пропил
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	Бутан	2	$\text{C}_4\text{H}_9-$	Бутил
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Пентан	3	$\text{C}_5\text{H}_{11}-$	Пентил
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	Гексан	5	$\text{C}_6\text{H}_{13}-$	Гексил
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	Гептан	9	$\text{C}_7\text{H}_{15}-$	Гептил
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	Октан	18	$\text{C}_8\text{H}_{17}-$	Октил
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	Нонан	35	$\text{C}_9\text{H}_{19}-$	Нонил
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Декан	75	$\text{C}_{10}\text{H}_{21}-$	Децил (декил)






# Наиболее часто встречающиеся углеводородные радикалы:

Формула радикала	Название	Формула радикала	Название	Формула радикала
$C_3H_7-$	<i>n</i> -Пропил	$CH_3-CH_2-CH_2-$	Изопропил	$CH_3-\overset{ }{CH}-CH_3$
$C_4H_9-$	<i>n</i> -Бутил	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	<i>втор</i> -Бутил (вторичный нормальный бутил)	$CH_3-\overset{ }{CH}-CH_2-CH_3$
	Изобутил	$CH_3-\overset{ }{CH}-CH_2-$ $CH_3$	<i>терет</i> -Бутил (третичный бутил)	$CH_3-\overset{ }{C}-CH_3$ $CH_3$

# Физические свойства.

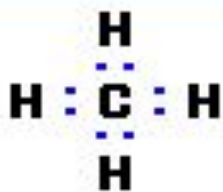
Алкан		Физические свойства			
Формула	Название	$t_{\text{пл}} \text{ } ^\circ\text{C}$		$t_{\text{кип}} \text{ } ^\circ\text{C}$	Агрегатное состояние
$\text{CH}_4$	Метан	-182,5	 <p>Mr &gt; <math>T_{\text{пл}}</math> <math>T_{\text{ки}}</math> n &gt;</p>	-161,5	Газы  $\text{CH}_4$ и $\text{C}_2\text{H}_6$ – имеют специфический запах, остальные обладают запахом бензина
$\text{C}_2\text{H}_6$	Этан	-182,8		-88,6	
$\text{C}_3\text{H}_8$	Пропан	-187,7		-42	
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	Бутан	-138,3		-0,5	Жидкости со слабым запахом .... до $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Пентан	-129,7		+36,1	
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	Гексан	-95,3		68,7	
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	Гептан	-90,6		98,4	
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	Октан	-56,8		124,7	от $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ ... Твердые без запаха
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	Нонан	-53,7		150,8	
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Дека	-29,6		174,0	
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	Алкан	<p><u>Закон диалектики:</u> переход количественных изменений в качественные.</p>			



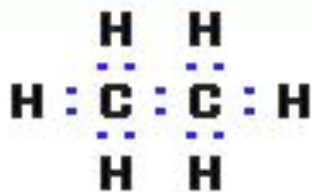
# Строение.

В алканах имеются два типа химических связей: **C–C** и **C–H**.

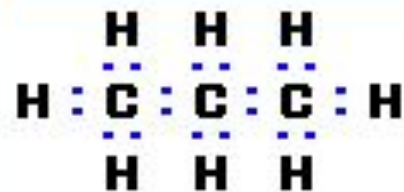
- Связь **C–C** является ковалентной неполярной.
- Связь **C–H** - ковалентная слабополярная, т.к. углерод и водород близки по электроотрицательности ( $\text{ЭО}(\text{C}) = 2,5$ ;  $\text{ЭО}(\text{H}) = 2,1$ ).
- Образование ковалентных связей в алканах за счет общих электронных пар атомов углерода и водорода можно показать с помощью электронных формул:



Метан



Этан



Пропан

# Пространственное строение

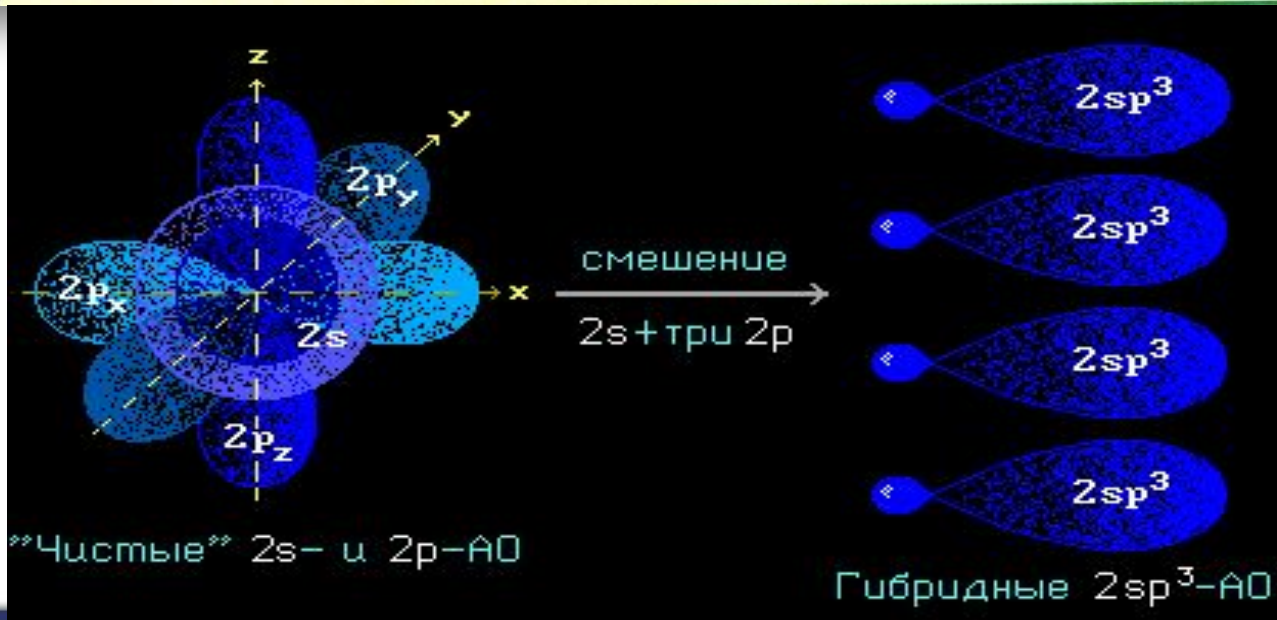
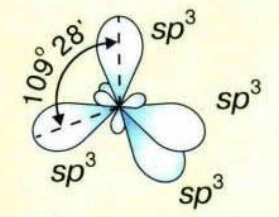
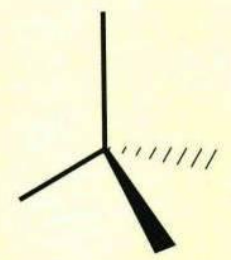
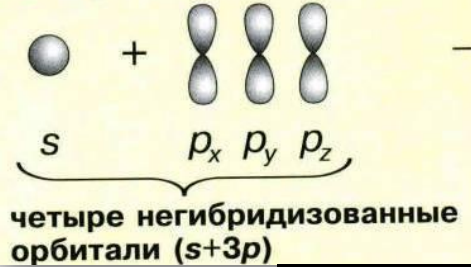


Американский физик и химик. Создатель теории химической связи и аминокислотной теории белка. Нобелевская премия по химии (1954). Нобелевская премия мира (1962).



Л. Полинг (1901–1994)

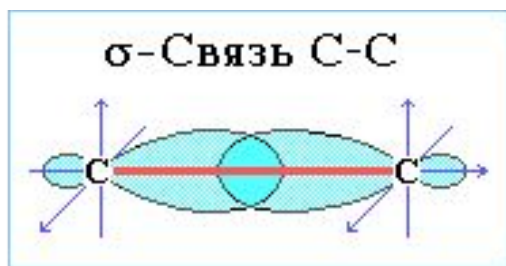
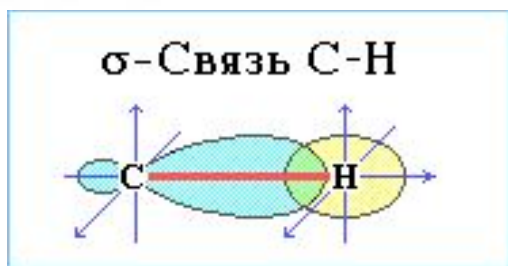
## 1 $sp^3$ -ГИБРИДИЗАЦИЯ



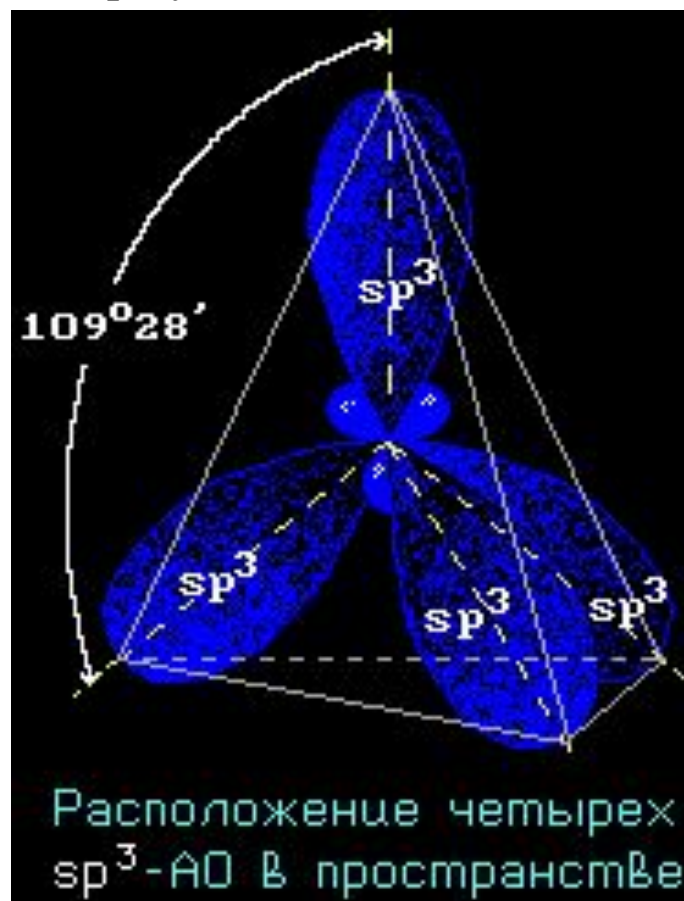


# Пространственное строение

- 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 C-H или C-C:



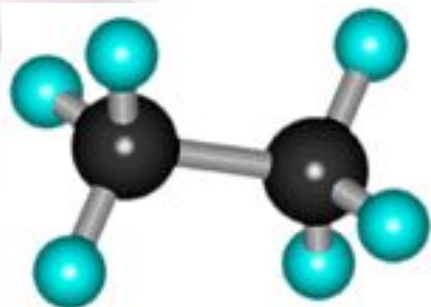
- Четыре  $\sigma$ -связи углерода направлены в пространстве под углом  $109^\circ 28'$ , что соответствует наименьшему отталкиванию электронов.
- Поэтому молекула простейшего представителя алканов – метана  $CH_4$  – имеет форму тетраэдра, в центре которого находится атом углерода, а в вершинах – атомы водорода.







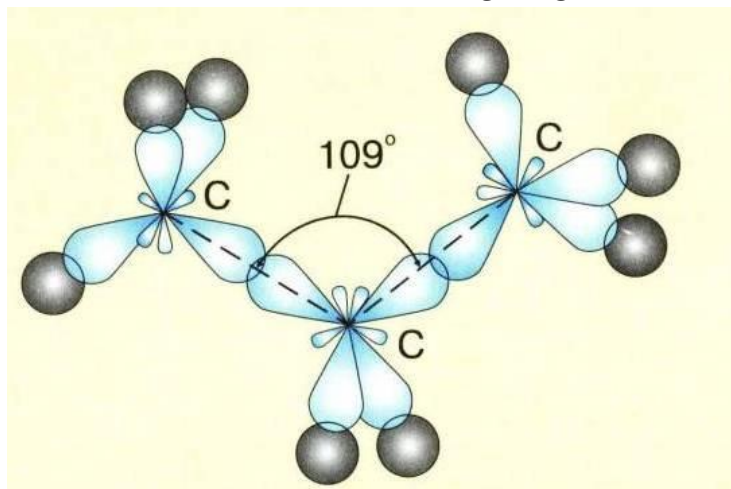
# Строение гомологов:



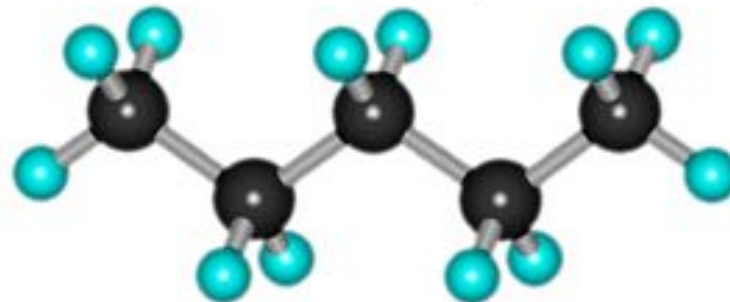
В молекуле следующего гомолога – этана  $C_2H_6$  – два тетраэдрических  $sp^3$ -атома углерода образуют более сложную пространственную конструкцию.

Для молекул алканов, содержащих свыше 2-х атомов углерода, характерны изогнутые формы под углом  $109^{\circ} 28'$

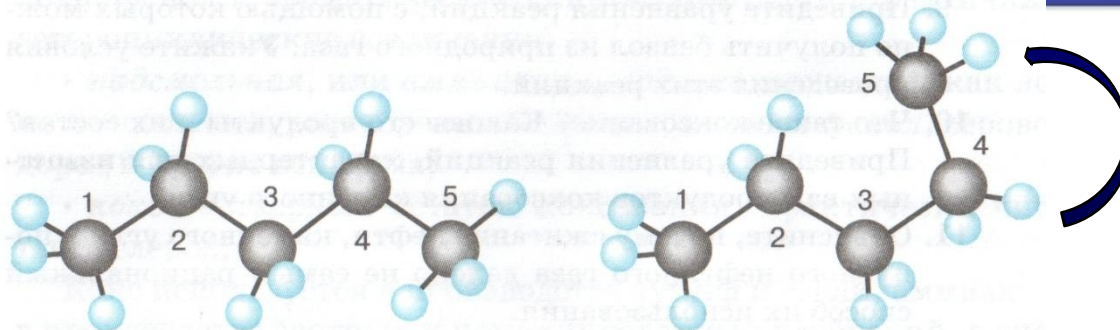
## Пропан $C_3H_8$



## Пентан $C_5H_{12}$

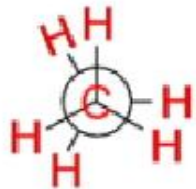


# Образование конформеров:

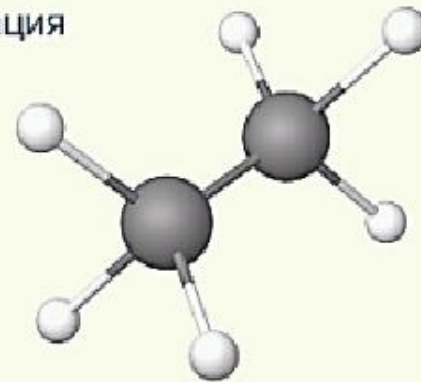
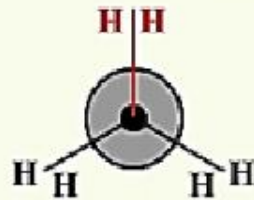


- Зигзагообразная цепь атомов углерода, особенно в длинноцепочечных молекулах, может принимать различные пространственные формы. Это связано с тем, что атомы в молекуле могут относительно **свободно вращаться вокруг химических (С-С)  $\sigma$  – связей на угол  $90^0$  или  $180^0$  без разрыва химической связи.**
- Такое свободное вращение существует в молекулах как проявление **теплового движения.**
- Различные геометрические формы молекул, переходящие друг в друга путем вращения вокруг простых связей, называют **конформациями** или **поворотными изомерами (конформерами).**

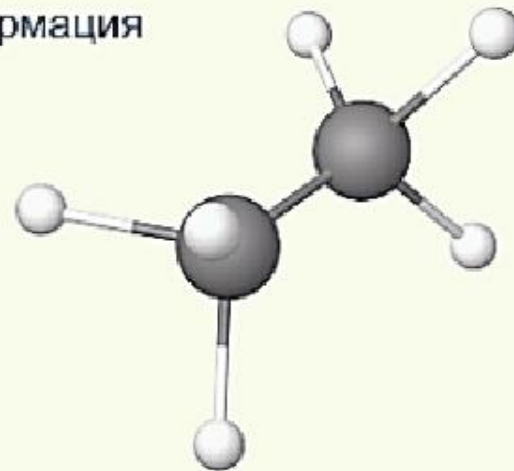
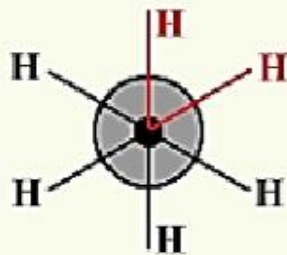
# Конформации этана



Заслоненная конформация



Заторможенная конформация





# Пространственное строение – самое главное !

• **4  $\sigma$  – СВЯЗИ**

•  **$sp^3$  - ГИБРИДИЗАЦИЯ**

•  **$109^{\circ}28'$  - ВАЛЕНТНЫЙ УГОЛ**

• **ТЕТРАЭДР - ФОРМА В ПРОСТРАНСТВЕ**

• **0,154 нм – ДЛИНА СВЯЗИ C — C**



# *Химическая номенклатура*

- это система правил составления формул и названий химических веществ.

**Виды  
номенклатур**

**Тривиальная  
(историческая)**

**Рациональная**

**Систематическая  
(международная,  
женевская)**



# Тривиальная номенклатура

- Включает случайные названия и названия от греческих числительных (по количеству атомов углерода):

$C_4H_{10}$  – бутан (буто – четыре)

$C_6H_{14}$  – гексан (гексо - шесть)

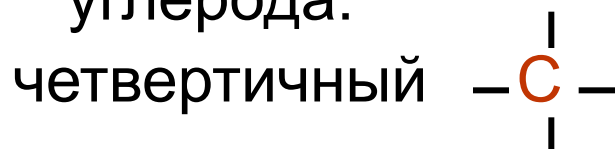
$C_7H_{16}$  – гептан (гепто – семь)

$C_8H_{18}$  – октан (окто – восемь)



# Рациональная номенклатура

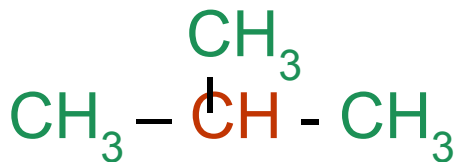
- Углеводороды рассматриваются как **производные метана**, у которого один или несколько атомов водорода замещены на радикалы.
- За основу выбирается самый разветвленный атом углерода:



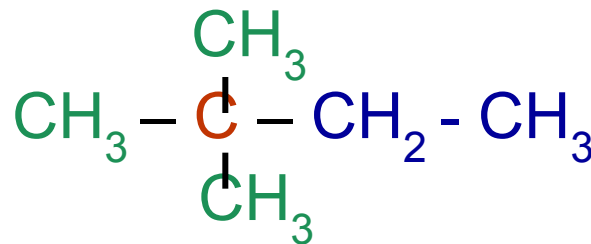
Примеры:



Диметил**метан**



Триметил**метан**



Триметил-этил**метан**



# Правила систематической номенклатуры ЮПАК (IUPAC).

- **Правило главной цепи:** главную цепь выбирают, руководствуясь последовательно следующими критериями:
  - ❖ **Максимальное** число функциональных заместителей.
  - ❖ **Максимальное** число кратных связей.
  - ❖ **Максимальная** протяженность.
  - ❖ **Максимальное** число боковых углеводородных групп.
- **Правило наименьших номеров :**
  - ❖ Главную цепь нумеруют от одного конца до другого арабскими цифрами.
  - ❖ Каждый заместитель (радикал) получает номер того атома углерода главной цепи, к которому он присоединен.
  - ❖ Последовательность нумерации выбирают таким образом, чтобы **сумма номеров заместителей была наименьшей.**





# Правила систематической номенклатуры ЮПАК (IUPAC).

## ■ Правило радикалов:

- ❖ Все углеводородные боковые группы рассматривают как одновалентные (односвязные) радикалы.
- ❖ Если боковой радикал сам содержит боковые цепи, то в нем по приведенным выше правилам выбирается дополнительная главная цепь, которая нумеруется, начиная с атома углерода, присоединенного к главной цепи.

## ■ Правило алфавитного порядка:

- ❖ Название соединения начинают с перечисления заместителей, указывая его **номер** в главной цепи и **названия в алфавитном порядке**.
- ❖ Наличие нескольких заместителей обозначают префиксами-числителями: **ди-, три-, тетра-** и т. д.
- ❖ После этого называют углеводород, соответствующий **главной цепи**.



# Систематическая номенклатура

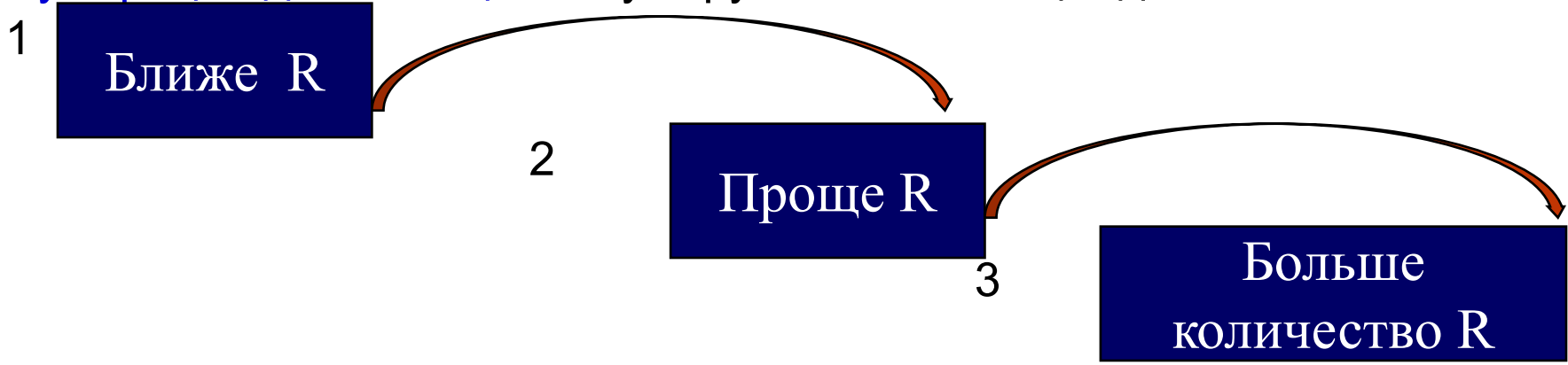
- Любая разветвленная цепь рассматривается как длинная (главная), в которой атомы водорода замещены на радикалы – (боковая цепь):  
главная цепь



- Выбор длинной цепи: выбираем самую длинную цепь атомов С с учетом разворота атомов на угол  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  вокруг  $\delta$  связи

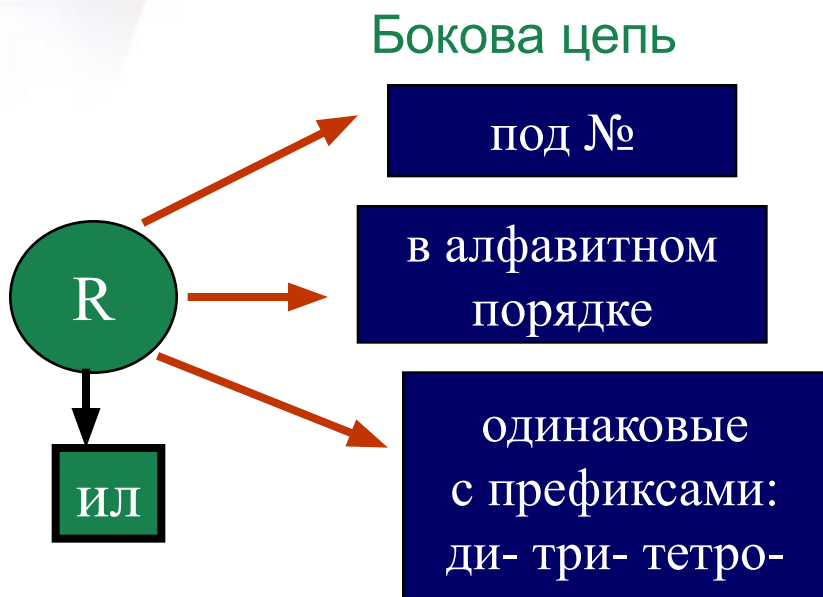


- Нумерация длинной цепи: нумеруем с того конца где





■ Название веществ:

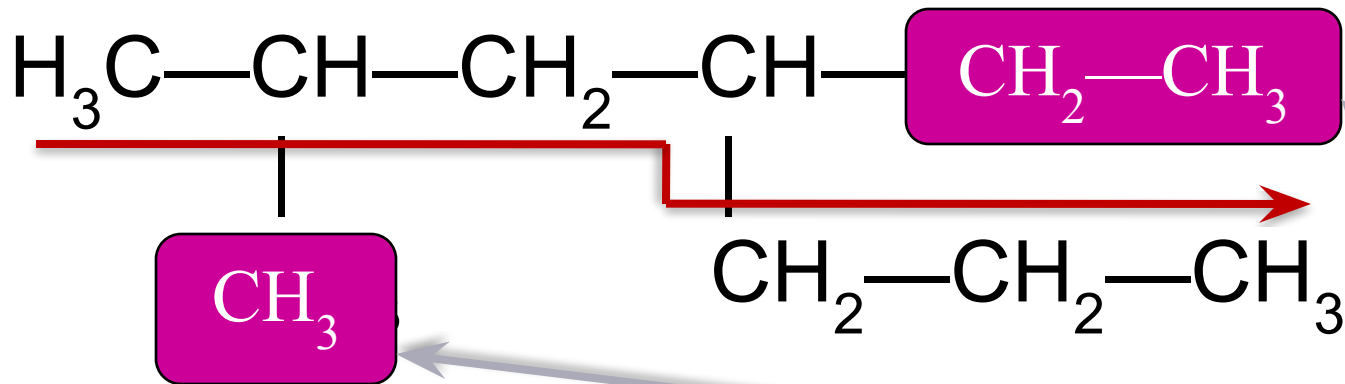
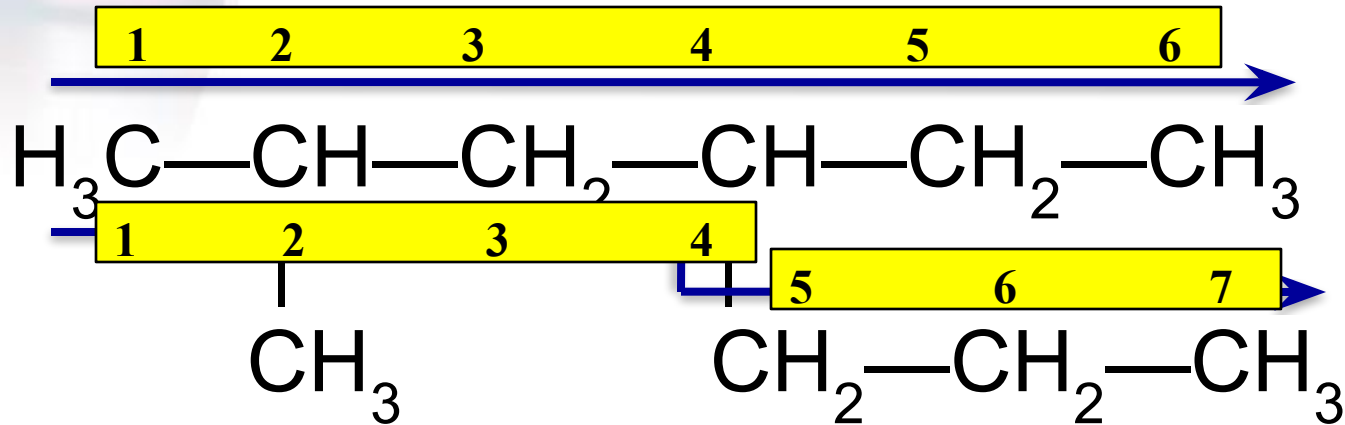


+ Длинная цепь  
по количеству атомов С  
с окончанием **ан**

№..... R ИЛ + алкан



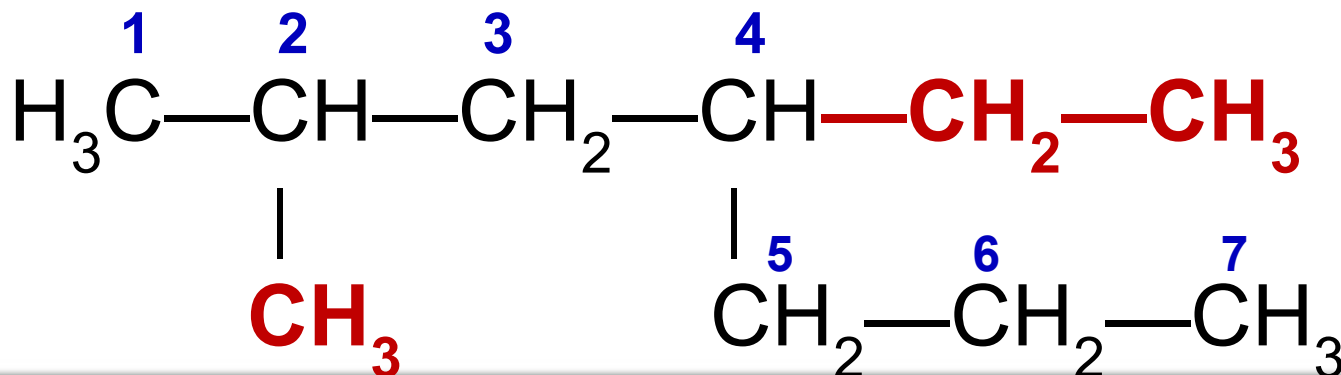
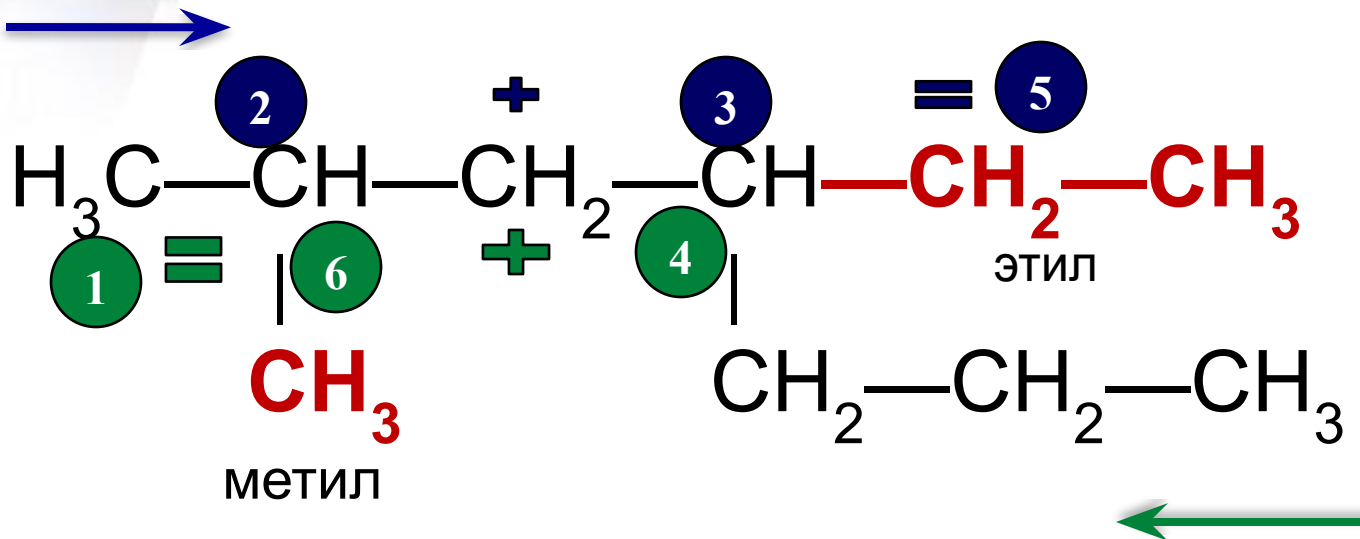
# Пример: 1. выбор длинной цепи



Боковая цепь



# Пример: 2. нумерация длинной цепи





# Систематическая номенклатура

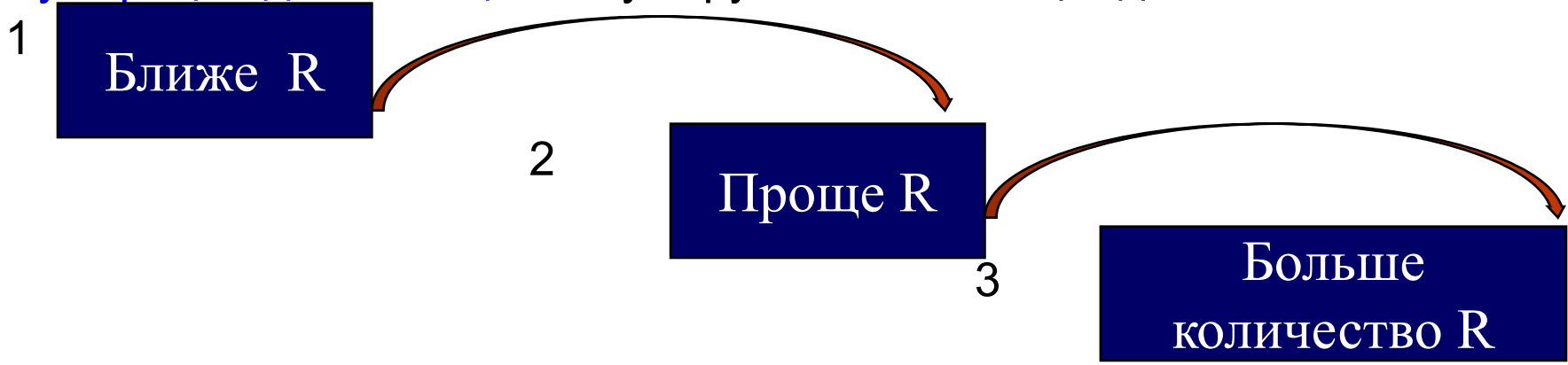
- Любая разветвленная цепь рассматривается как длинная (главная), в которой атомы водорода замещены на радикалы – (боковая цепь):  
**главная цепь**



- **Выбор длинной цепи:** выбираем самую длинную цепь атомов С с учетом разворота атомов на угол  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  вокруг  $\delta$  связи

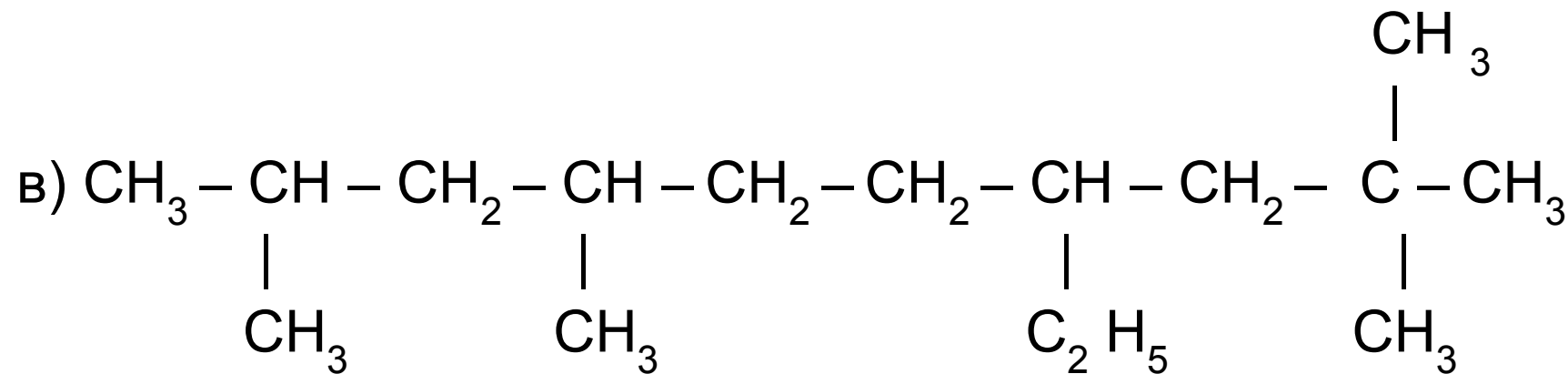
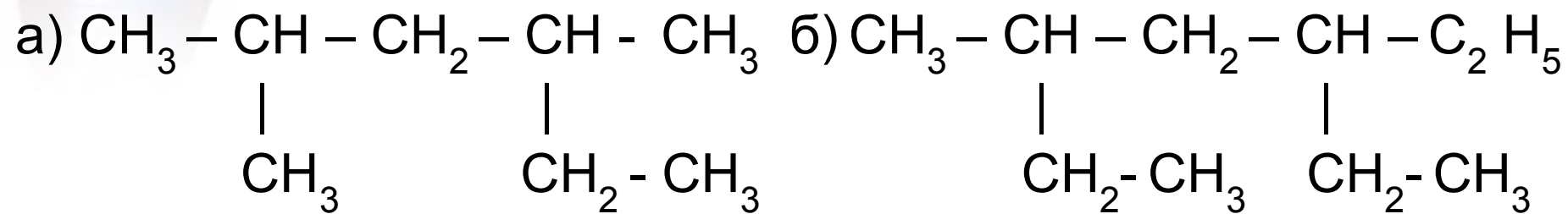


- **Нумерация длинной цепи:** нумеруем с того конца где





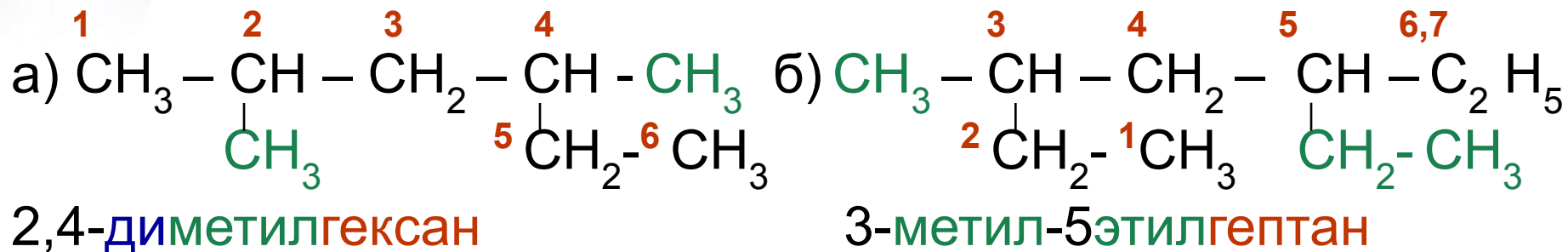
# Задание: назвать вещества по систематической номенклатуре.





# Проверка:

## ■ Примеры:



Ближе R

Проще R



Больше R

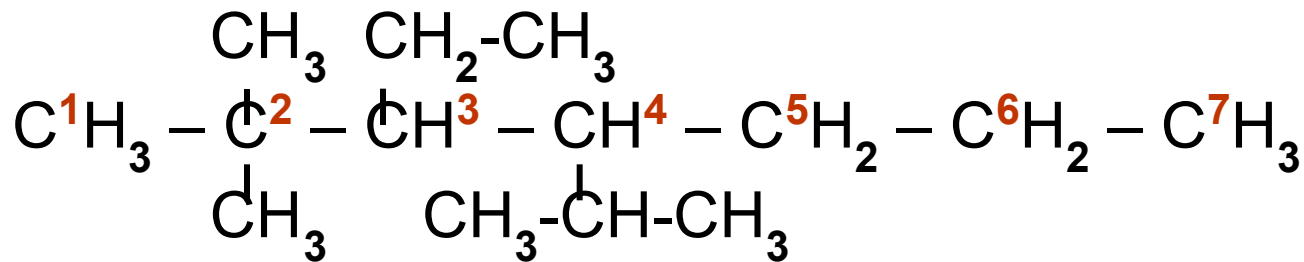




# Составление формул по названию веществ.



- **Длинная цепь:** записываем атомы С и нумеруем их (произвольно) если есть расставляем кратную связь
- **Боковая цепь:** располагаем под соответствующими № R
- Дописываем недостающие атомы Н, учитывая что **валентность С – IV**
- **Пример:** 4-изопропил-2,2-диметил-3-этилгептан





# Изомерия алканов.

Виды изомерии

Структурная

Пространственная  
(оптическая или  
зеркальная)



# Структурная изомерия - это изомерия углеродного скелета.

Правила составления изомеров.

Принцип: *длинная цепь укорачивается, а боковая разветвляется.*



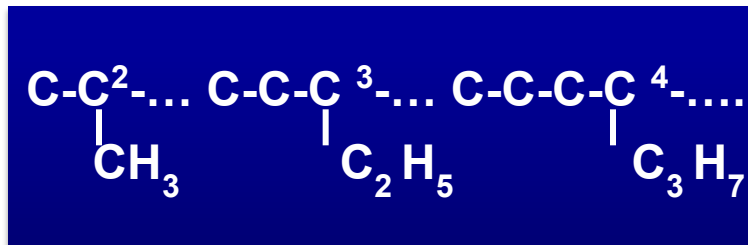
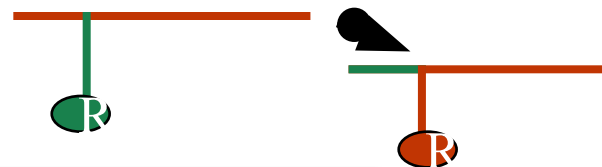
- отходить от крайних атомов C длинной цепи

*так как происходит разворот атомов C вокруг  $\delta$ -связи и R является длинной цепью*



- содержать больше атомов C, чем концевой участок длинной цепи

*для нумерации выбираем самую длинную цепь атомов C и R становится длинной цепью, а концевой участок R*





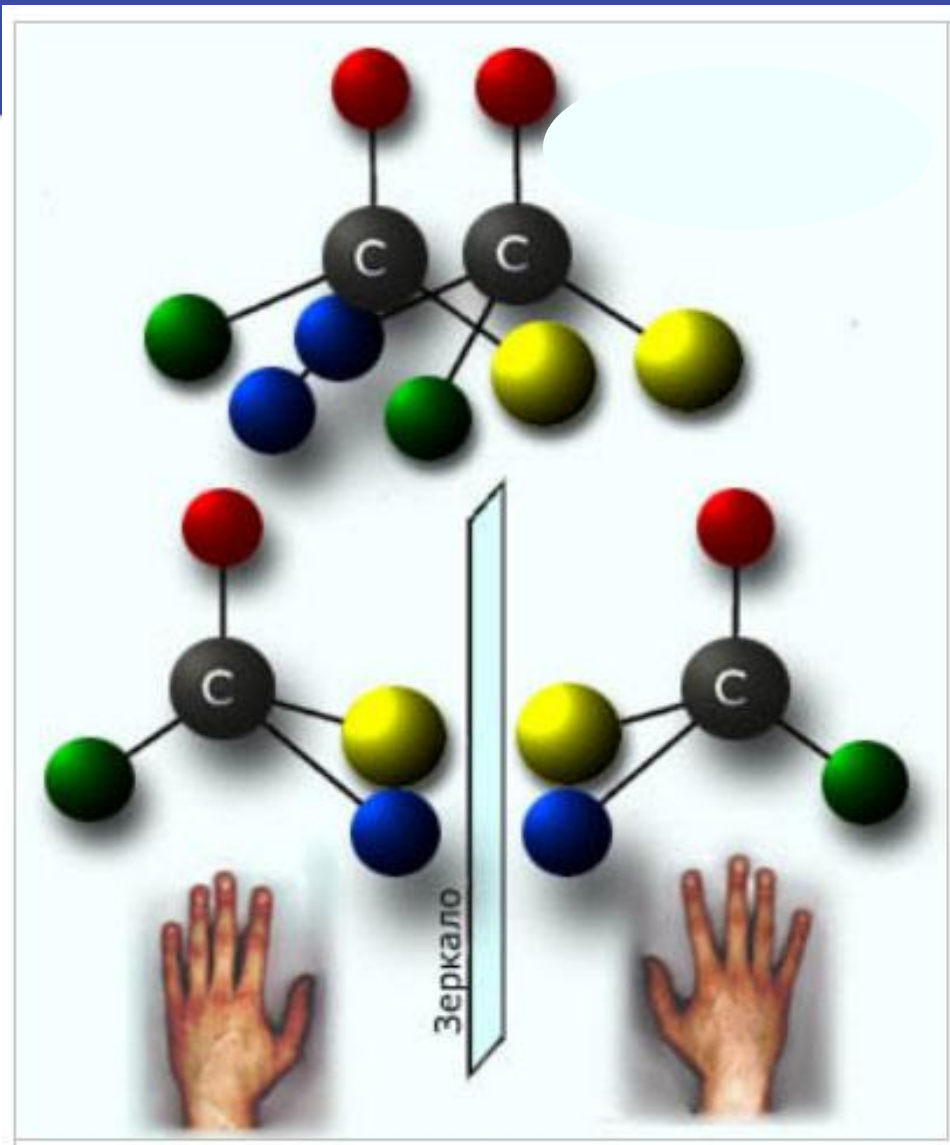
Пространственная изомерия - это изомерия расположения атомов в пространстве.

## Оптическая изомерия

### Оптические изомеры

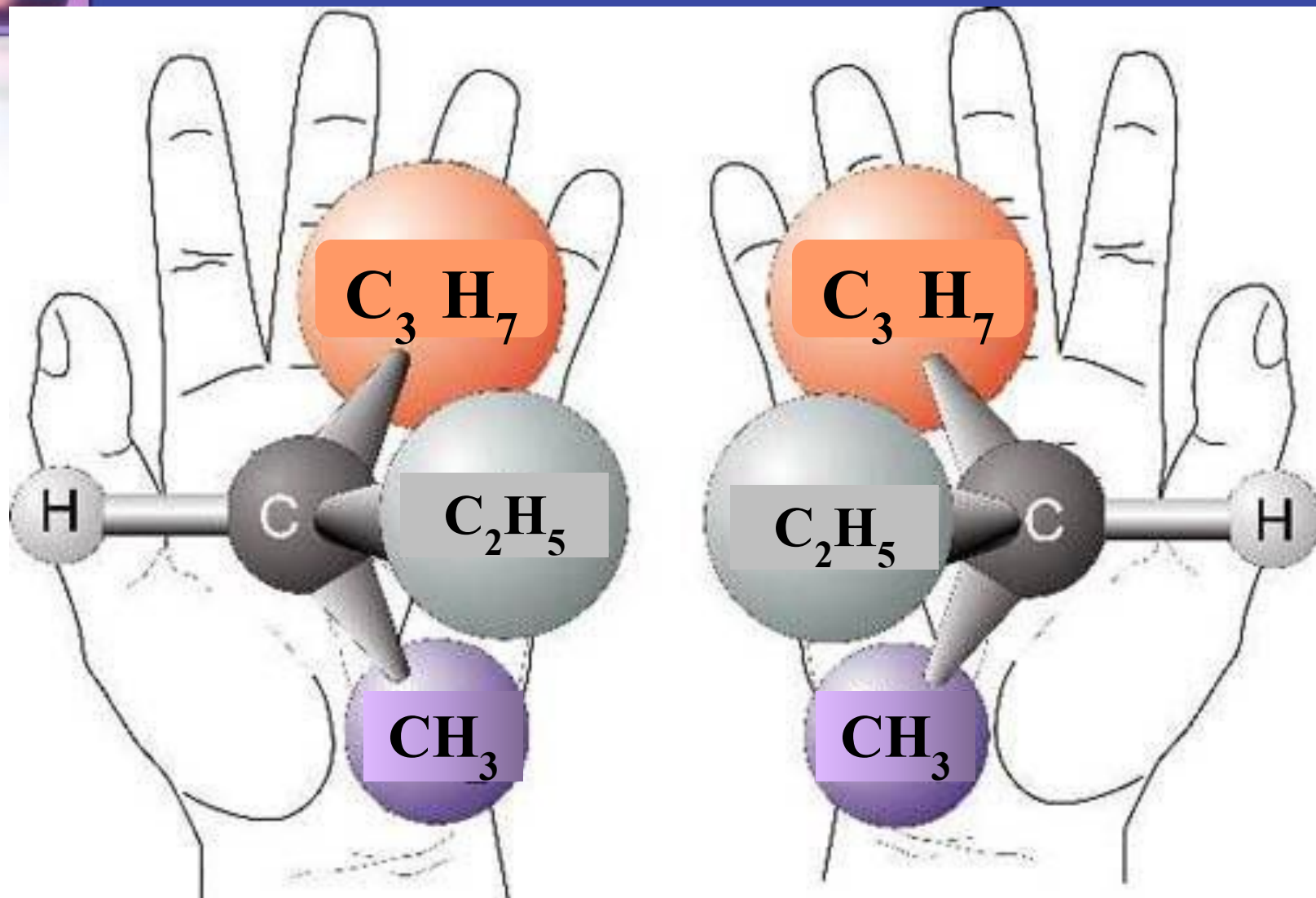
имеют одинаковое химическое строение, но отличаются расположением отдельных частей молекулы так, что представляют собой взаимные зеркальные отражения

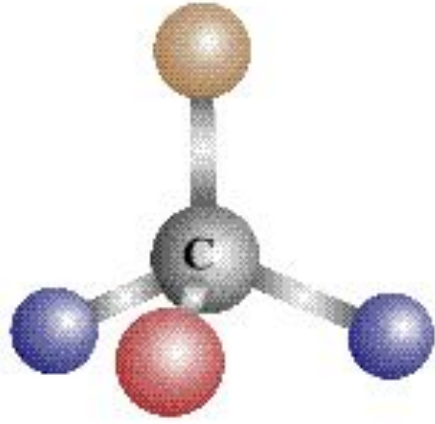
*(принцип левой и правой руки).*





чтобы обладать оптическими свойствами изомер должен содержать асимметричный атом С – связанный с четырьмя разными заместителями.





Зеркало