

Республика Татарстан  
Апастовский муниципальный район  
МБОУ «Апастовская СОШ с углубленным изучением  
отдельных предметов»

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ (I часть)



Работу выполнила учитель химии  
Хайдарова Милявша Хуснулловна

# Органическая химия в ряду других наук



**Фридрих Велер  
(1800-1882)**

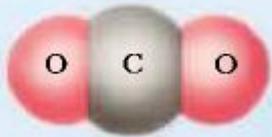
*«Органическая химия вполне может свести человека с ума. Она создает у меня впечатление девственного тропического леса, полного самых удивительных вещей; из этой чудовищной и безграничной чащи невозможно выбраться и в нее страшно войти»*

*Фридрих Велер (1835)*

# Органическая химия в ряду других наук

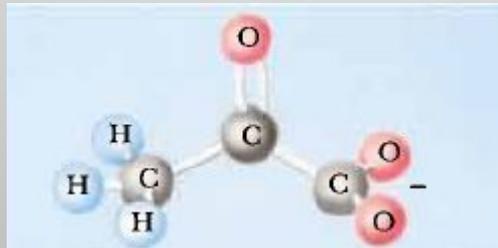


# Иерархия химических соединений



Оксид углерода (IV)

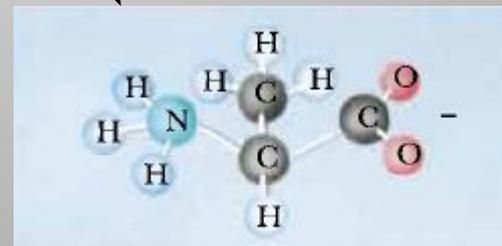
Неорганические соединения  
( $M_r=18-64$ )  
(оксид углерода (IV), вода, азот,  
ион аммония, нитрат-ион и др.)



Пирувоат

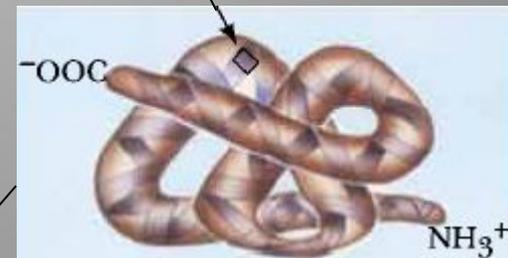
Метаболиты  
( $M_r=50-200$ )  
(пирувоат, цитрат, сукцинат,  
глицерилальдегид-3-фосфат,  
фруктоза-1,6-дифосфат и др.)

Строительные блоки  
( $M_r=100-350$ )  
(аминокислоты, нуклеотиды,  
моносахариды, глицерин и др.)



Аланин

Макромолекулы  
( $M_r=10^3-10^9$ )  
(пептиды, белки, нуклеиновые  
кислоты, полисахариды, липиды и др.)



# Предмет органической химии

---

---

**Органическая химия** — химия соединений углерода.

Элементы **H, O, N, S**, галогены – называют элементами-**органогенами**.

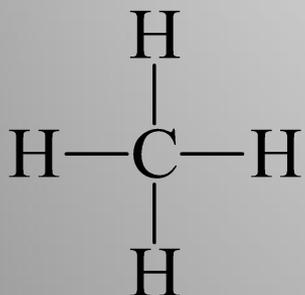
**Органическая химия** — химия углеводов и их производных.

# Причины выделения органической химии в отдельную науку

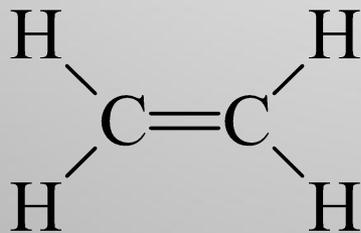
---

---

## 1. Четырехвалентность атома углерода



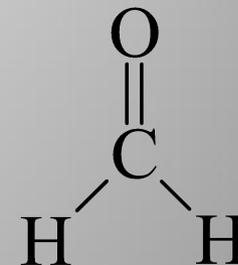
метан



этилен



ацетилен



формальдегид

# Причины выделения органической химии в отдельную науку

---

---

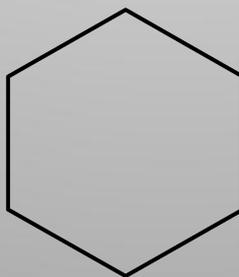
## 2. Способность образовывать длинные цепи и кольца (т.н. циклы)



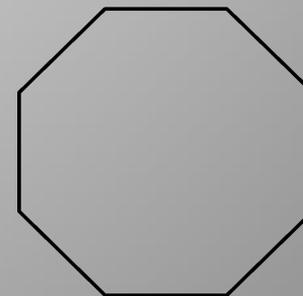
декан



циклопропан



циклогексан



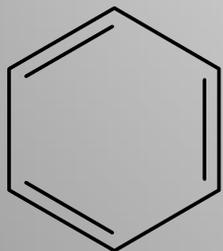
циклооктан

# Причины выделения органической химии в отдельную науку

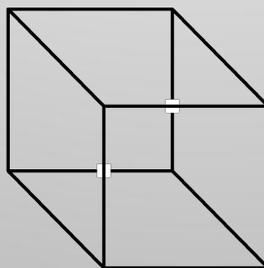
---

---

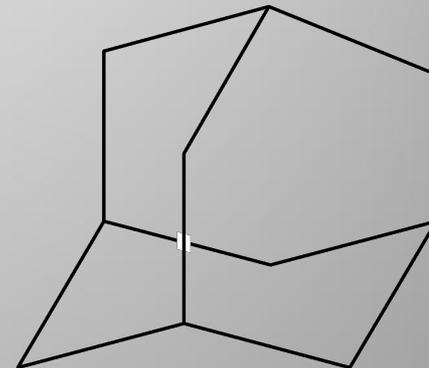
## 2. Способность образовывать длинные цепи и кольца (т.н. циклы)



бензол



кубан



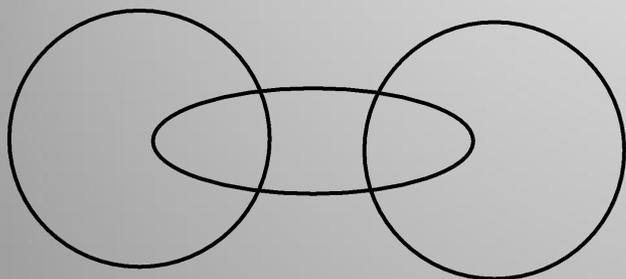
адамантан

# Причины выделения органической химии в отдельную науку

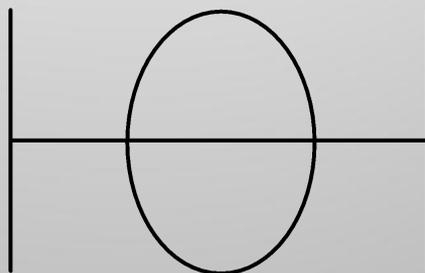
---

---

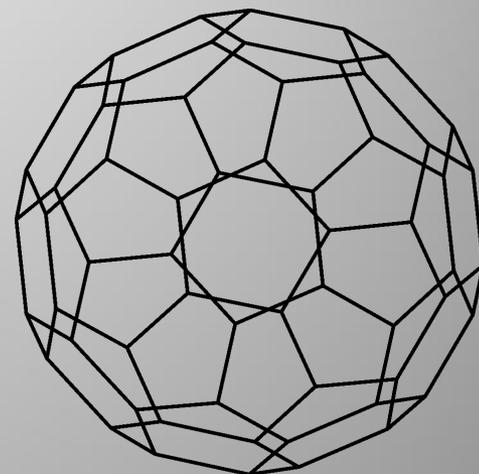
## 2. Способность образовывать длинные цепи и кольца (т.н. циклы)



[3]-катенан



ротоксан



фуллерен-С60



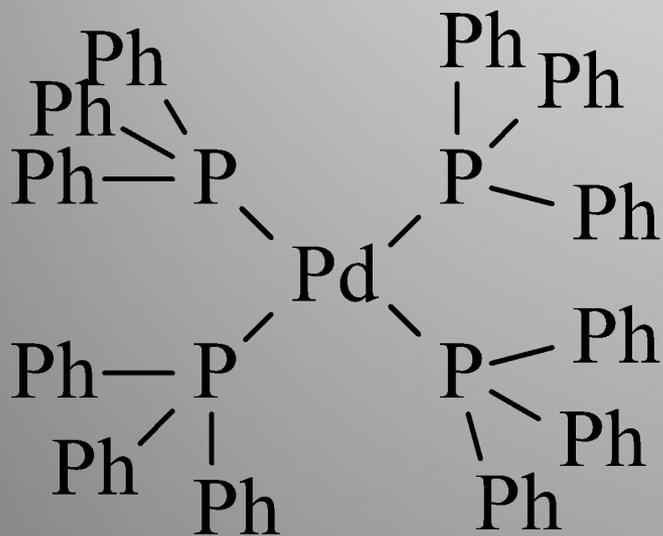
# Причины выделения органической химии в отдельную науку

---

---

## 3. Способность образовывать устойчивые или очень устойчивые связи с другими элементами

Реактив Гриньяра  $R-MgX$



Тетракистрифенилфосфин палладий

# Причины выделения органической химии в отдельную науку

---

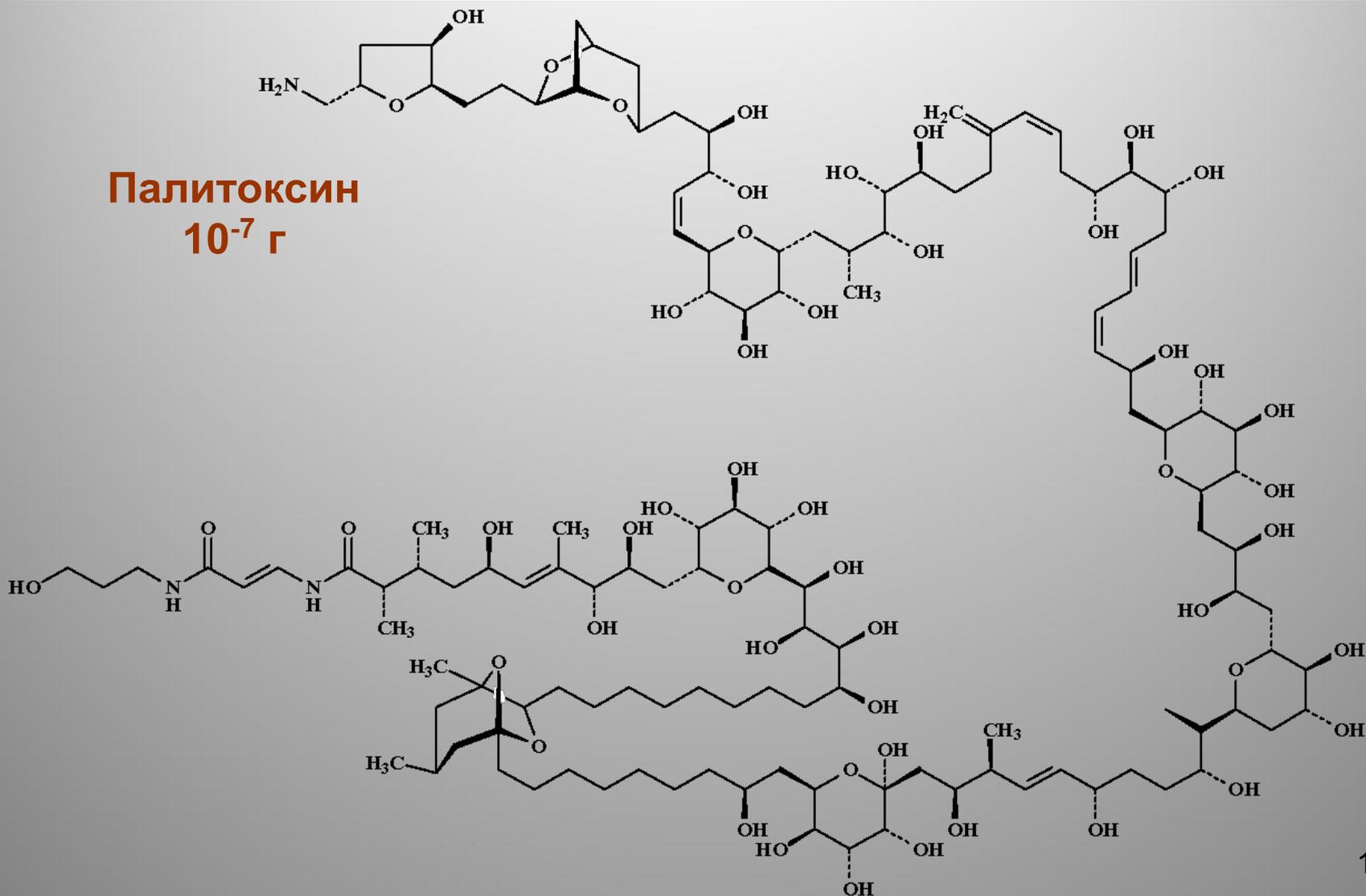
---

4. Из всех элементов периодической системы именно углерод играет главную и определяющую роль в биологическом мире



# Многочисленность органических соединений

Палитоксин  
 $10^{-7}$  г

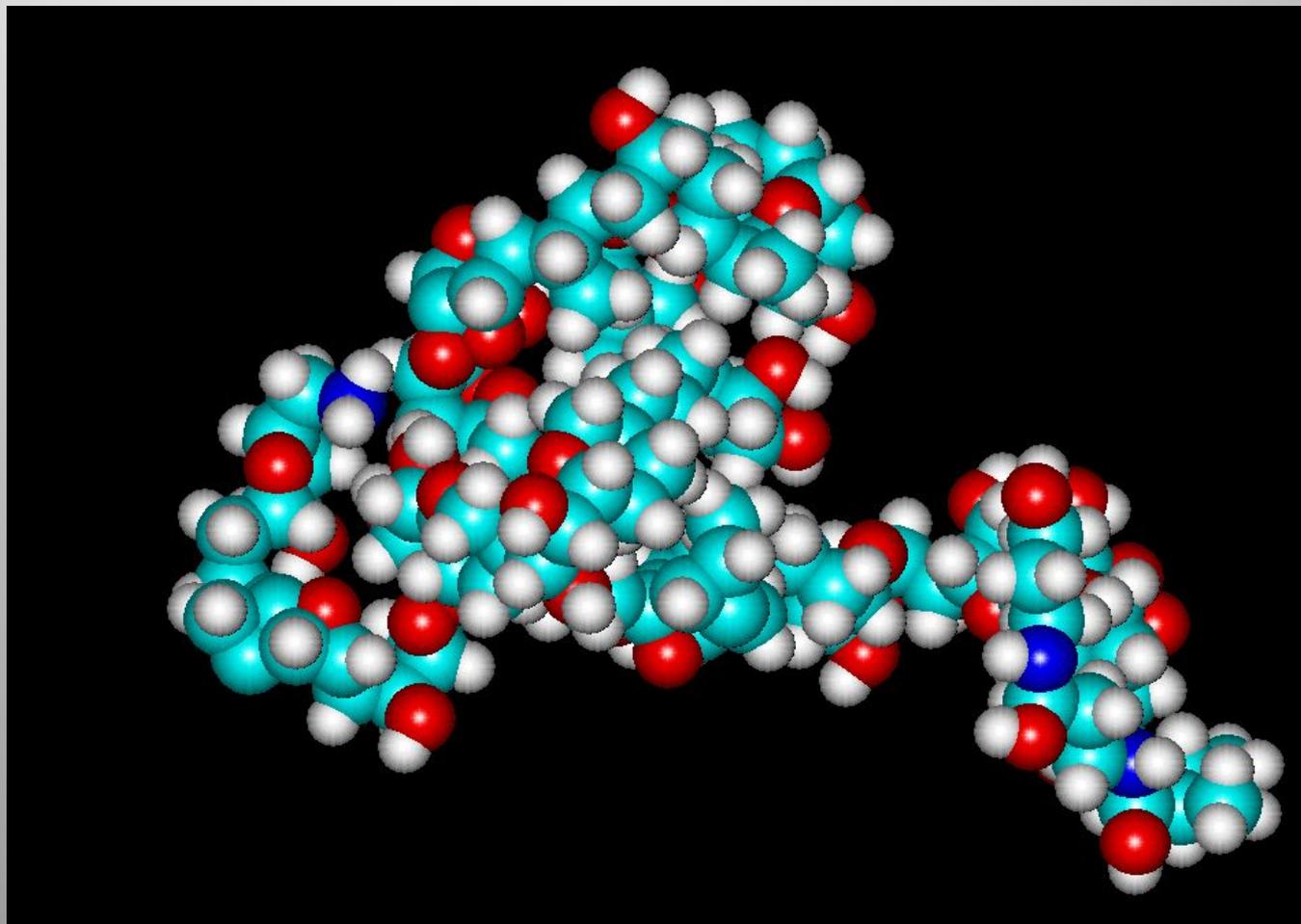


# Многочисленность органических соединений

---

---

Палитоксин  
 $10^{-7}$  г



# Многочисленность органических соединений

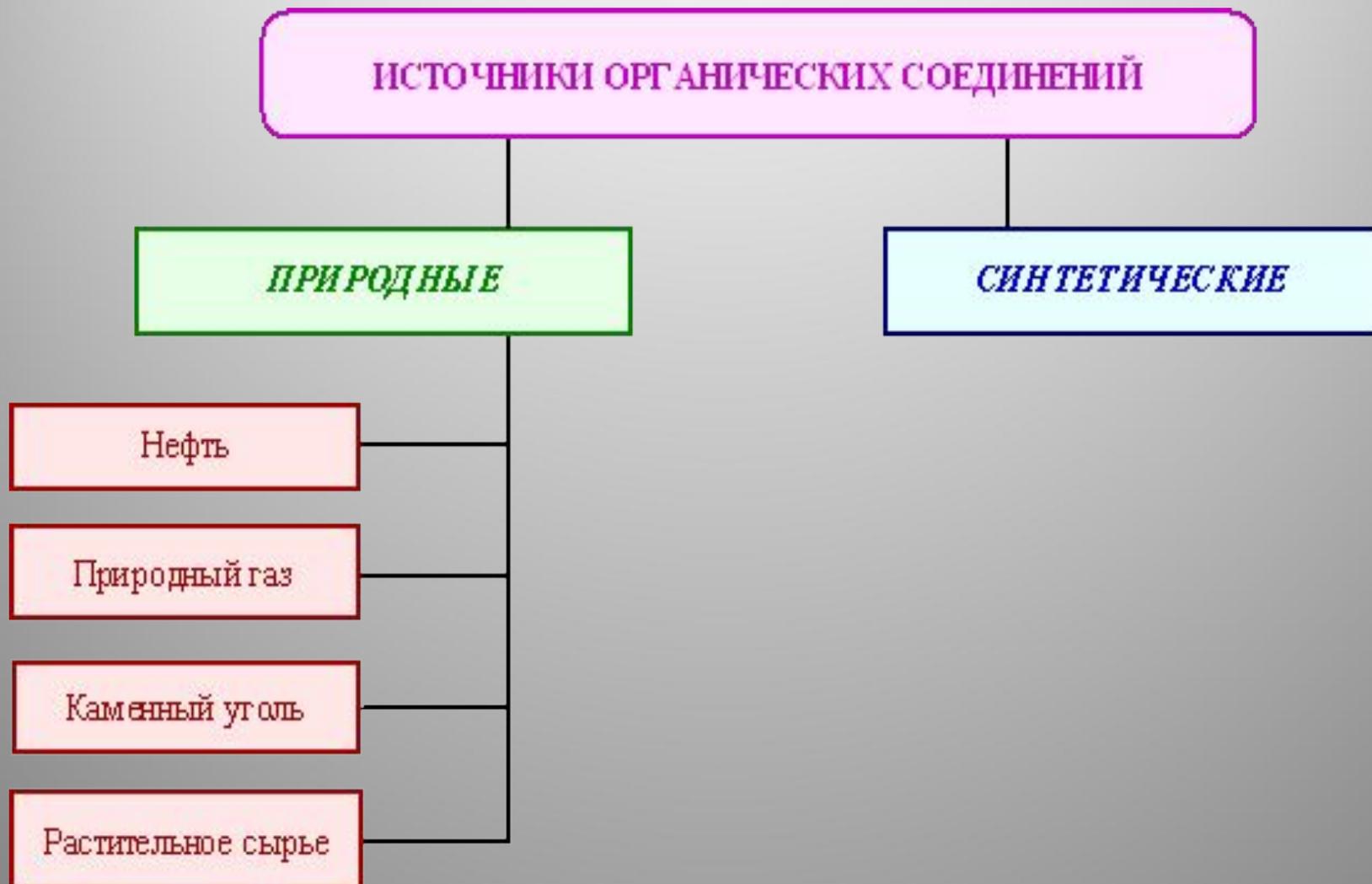
---

*Итак, богатство и разнообразие мира органических соединений является первой и важной причиной выделения органической химии в самостоятельную науку.*

# Особенности органических соединений



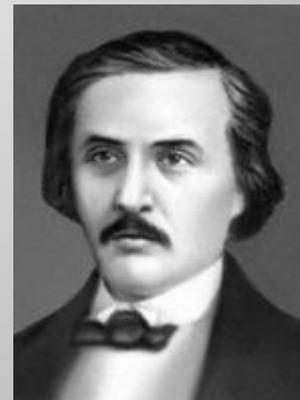
# Источники органических соединений



# Теория строения органических соединений

*Теория типов*

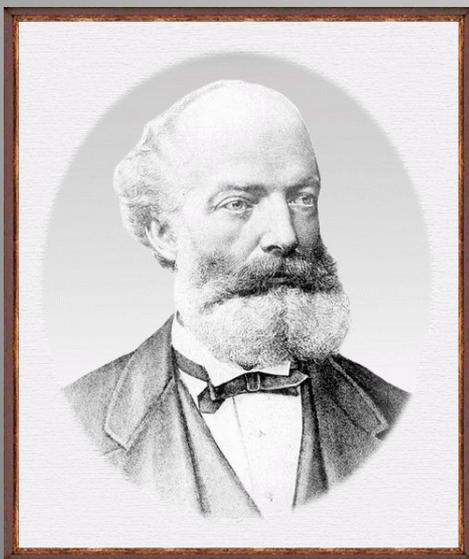
**Ш. Жерар (40–50 гг 19 в)**



**ЖЕРАР Шарль Фредерик  
(21.VIII.1816 - 19.VIII.1856)**

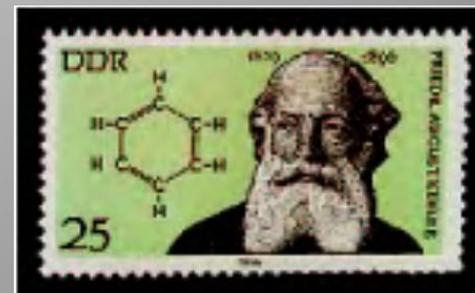
*Четырехвалентность атома  
углерода*

**Фридрих Кекуле (1857)**



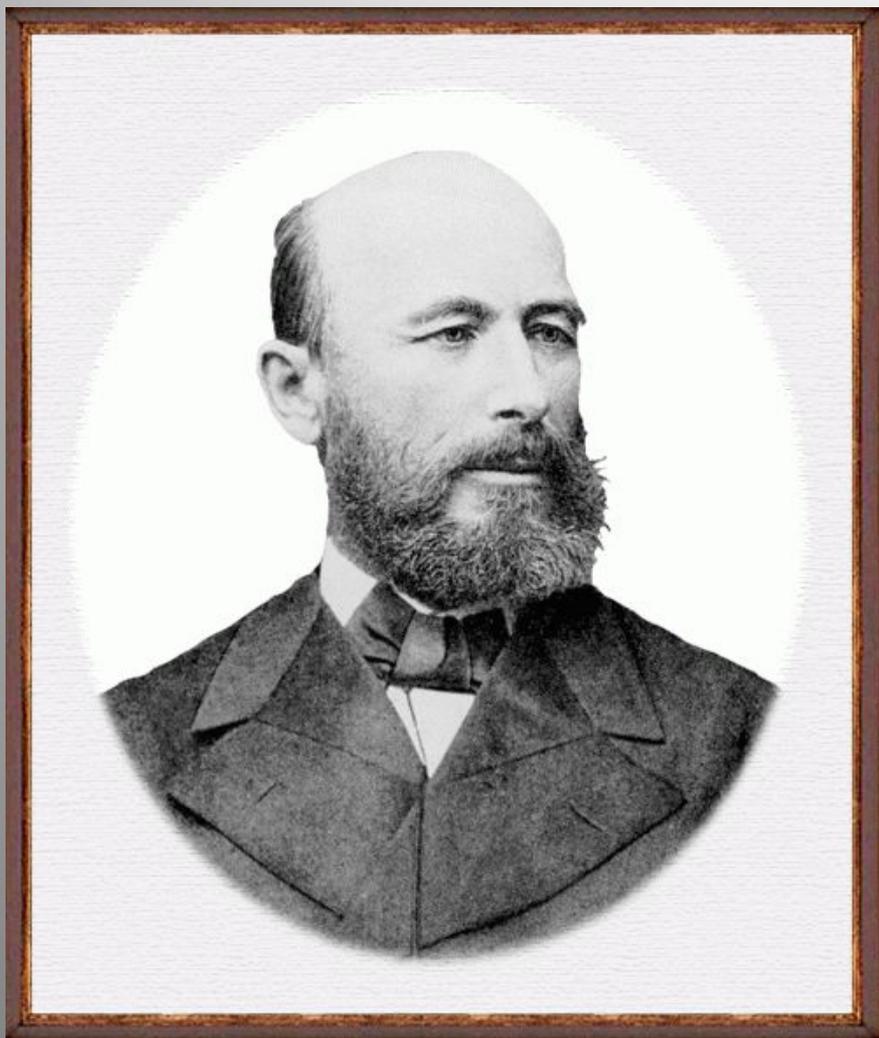
**Фридрих Август**

**7 сентября 1829 г. – 13 июля 1896 г.**



# Основные положения теории строения органических соединений (1861)

---



**БУТЛЕРОВ**  
**Александр Михайлович**

**3(15) сентября 1828 г. —  
5(17) августа 1886 г.**

# Основные положения теории строения органических соединений (1861)

---

---

- 1) атомы в молекулах соединены друг с другом химическими связями в соответствии с их валентностью;
- 2) атомы в молекулах органических веществ соединяются между собой в определенной последовательности, что обуславливает химическое строение молекулы;
- 3) свойства органических соединений зависят не только от числа и природы входящих в их состав атомов, но и от химического строения молекул;

# Основные положения теории строения органических соединений (1861)

---

---

4) в молекулах существует взаимное влияние атомов как связанных, так и непосредственно друг с другом не связанных;

5) химическое строение вещества можно определить в результате изучения его химических превращений и, наоборот, по строению вещества можно характеризовать его свойства.

# Основные положения теории строения органических соединений (1861)

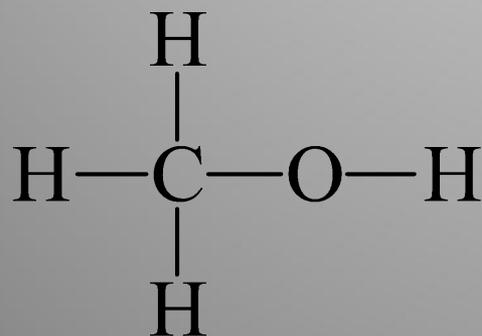
---

---

*Структурная формула — это изображение последовательности связи атомов в молекуле.*

Брутто-формула –  $\text{CH}_4\text{O}$  или  $\text{CH}_3\text{OH}$

Структурная формула

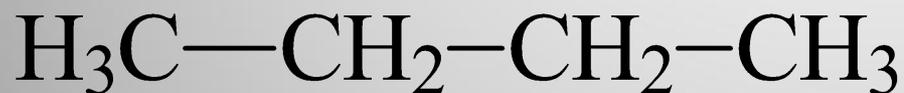


Упрощенные формулы строения иногда называют *рациональными*

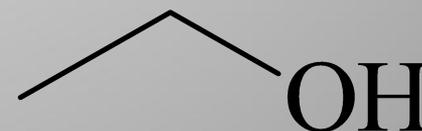
# Структурные формулы

---

---

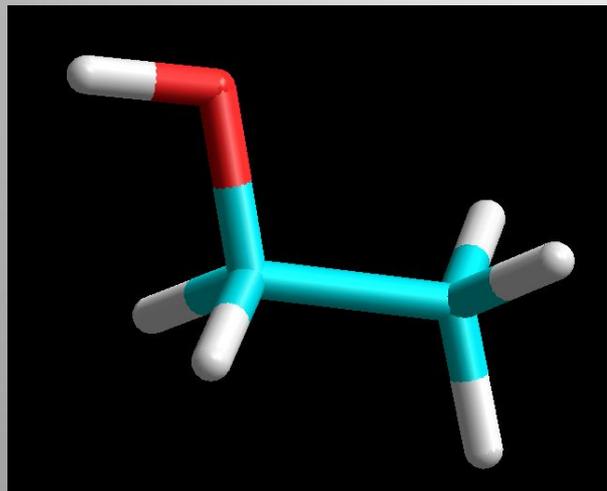


**н-бутан**

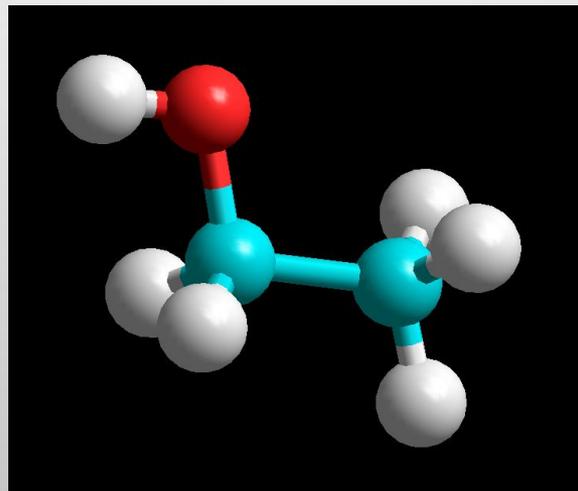


**этиловый спирт**

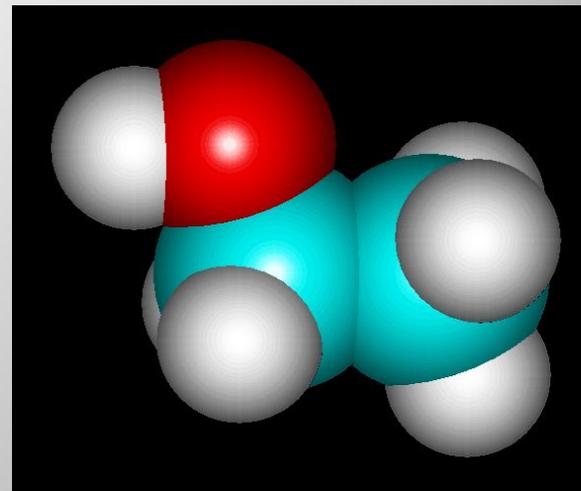
# Объемные модели молекул



скелетные



шаростержневые

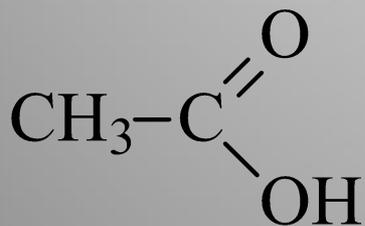


сферические

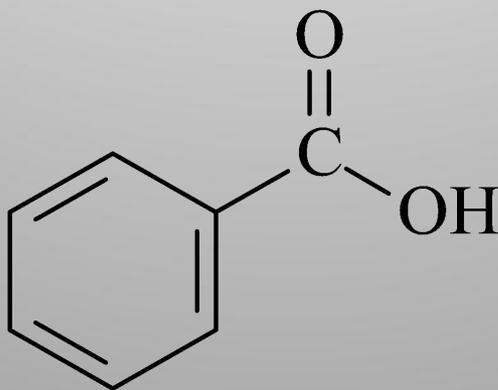
*(Стюарта-Бриггеба)*

# Функциональная группа

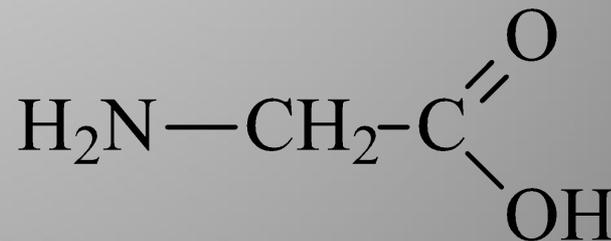
**Функциональная группа** – атом или группа определенным способом связанных атомов, наличие которой в молекуле органического вещества придает ему характерные свойства и определяет его принадлежность к тому или иному **классу соединений**.



уксусная кислота



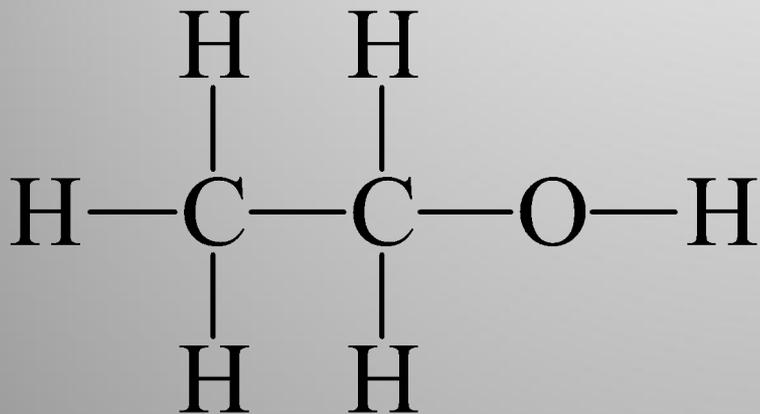
бензойная кислота



глицин (аминокислота)

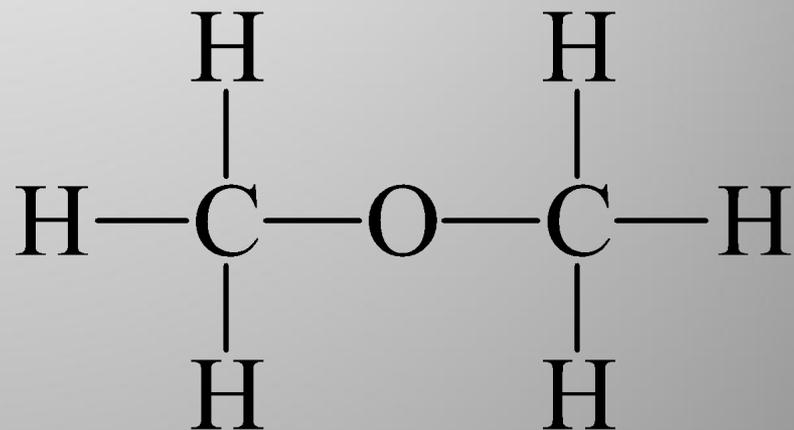
# Изомерия

---



этиловый спирт

$$T_{\text{кип}} = 78 \text{ } ^\circ\text{C}$$



диметиловый эфир

$$T_{\text{кип}} = -24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

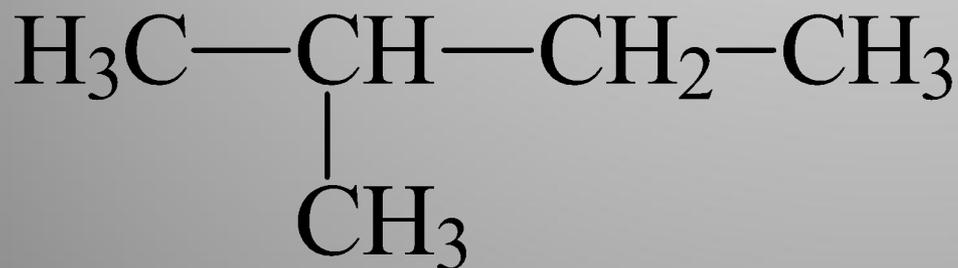
# Изомерия

---



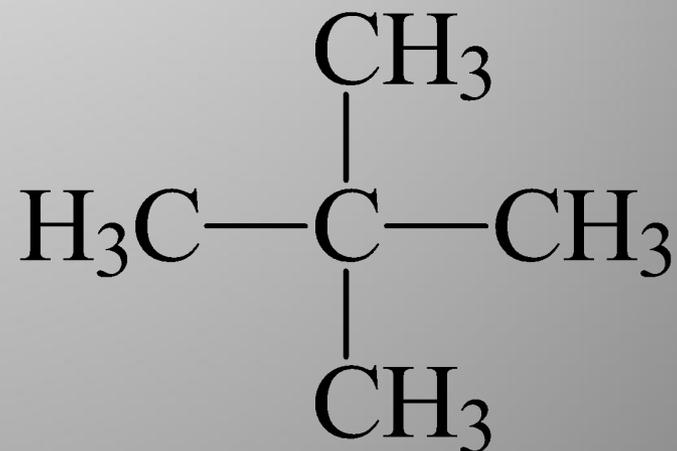
пентан

$$T_{\text{кип}} = 36.2^\circ\text{C}$$



2-метилбутан

$$T_{\text{кип}} = 28^\circ\text{C}$$



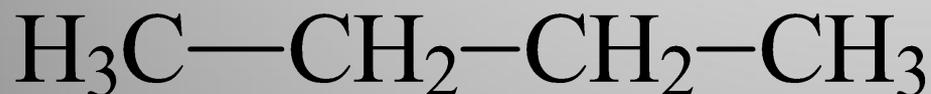
2,2-диметилпропан

$$T_{\text{кип}} = 9.5^\circ\text{C}$$

# Изомерия

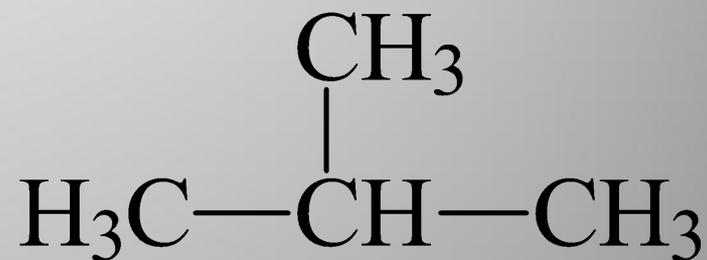
---

Изомерия (от греч. *isos* — равный)



*n*-бутан

$$T_{\text{кип}} = -0,5^\circ\text{C}$$



изобутан

$$T_{\text{кип}} = -11,7^\circ\text{C}$$

# Изомерия

## Число изомеров в ряду алканов

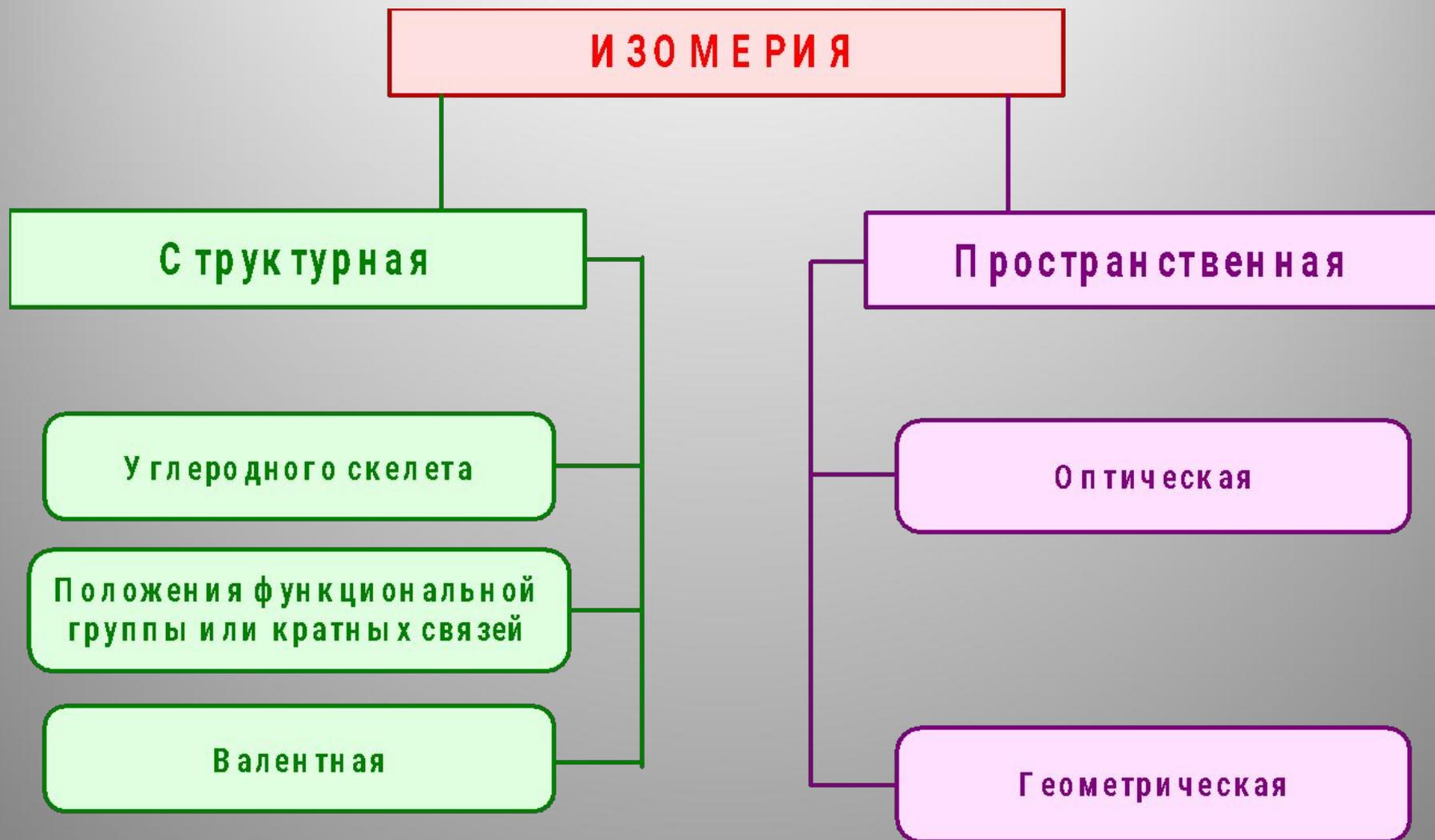
Формула	Название	Число изомеров	Формула	Название	Число изомеров
$\text{CH}_4$	метан	1	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	ундекан	159
$\text{C}_2\text{H}_6$	этан	1	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	додекан	355
$\text{C}_3\text{H}_8$	пропан	1	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	тридекан	802
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	бутан	2	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	тетрадекан	1 858
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	пентан	3	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	пентадекан	4 347
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	гексан	5	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	эйкозан	366 319
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	гептан	9	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	пентакозан	36 797 588
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	октан	18	$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	триаконтан	4 111 846 763
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	нонан	35	$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$	тетраконтан	62 491 178 805 831
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	декан	75			

# Изомерия

---

*Изомеры — это вещества, которые имеют одинаковую молекулярную формулу, но различное химическое строение, а поэтому обладают разными свойствами.*

# Изомерия



# Изомерия

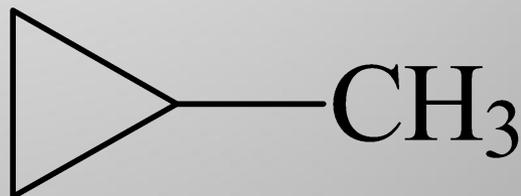
---

## Структурная изомерия

### *Изомерия углеродного скелета*



циклобутан



метилциклопропан

# Изомерия

---

## Структурная изомерия

*Изомерия положения функциональной группы*



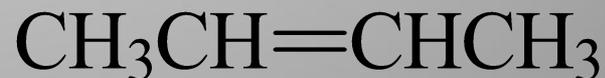
бутанол-1



бутанол-2



бутен-1

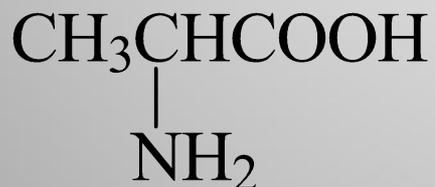


бутен-2

# Изомерия

## Структурная изомерия

### Изомерия положения функциональной группы



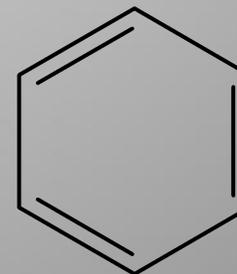
**α-аминопропионовая кислота**



**β-аминопропионовая кислота**



**дивинилацетилен**

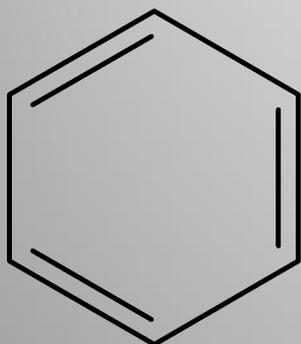


**бензол**

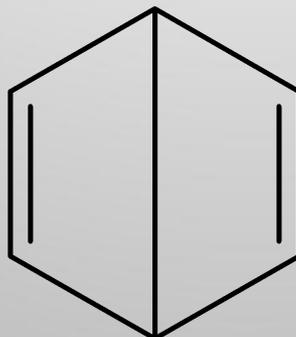
# Изомерия

## Структурная изомерия

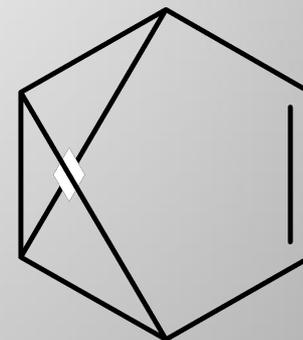
### Валентная изомерия



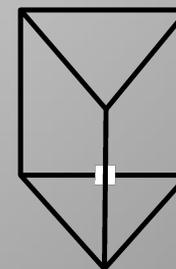
бензол



бицикло[2.2.0]гекса-2,5-диен  
"бензол Дьюара"



бензвален

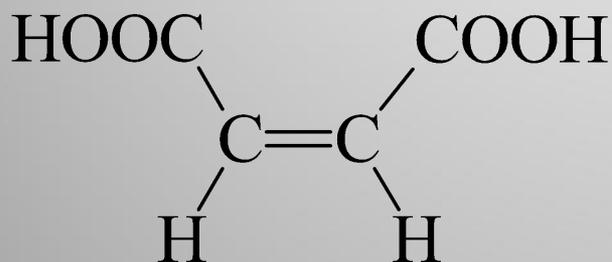


призман  
"бензол Ланденбурга"

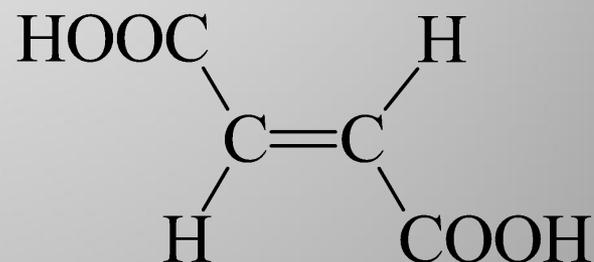
# Изомерия

## Пространственная изомерия (Стереои́зомерия)

### Геометрическая изомерия



**малеиновая кислота  
(цис-1,2-этилен-  
дикарбоновая кислота)**

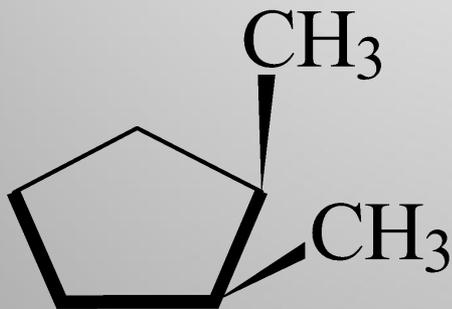


**фумаровая кислота  
(транс-1,2-этилен-  
дикарбоновая кислота)**

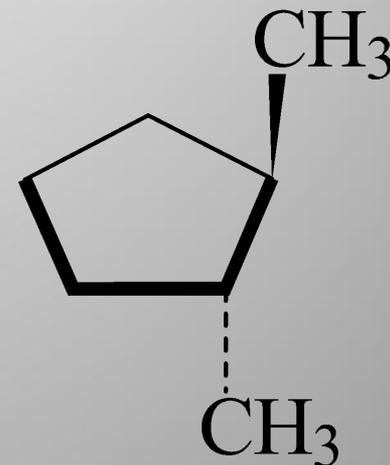
# Изомерия

## Пространственная изомерия (Стереои́зомерия)

### Геометрическая изомерия



**цис-1,2-диметилциклопентан**

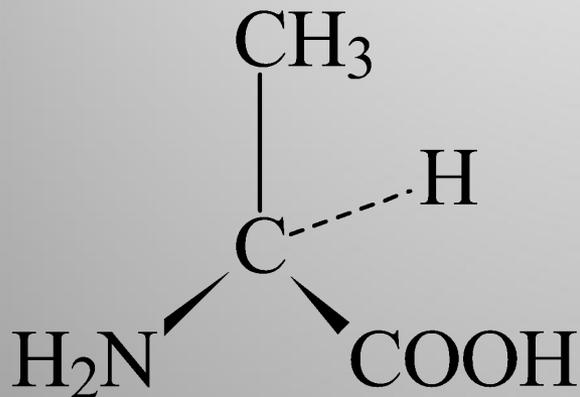


**транс-1,2-диметилциклопентан**

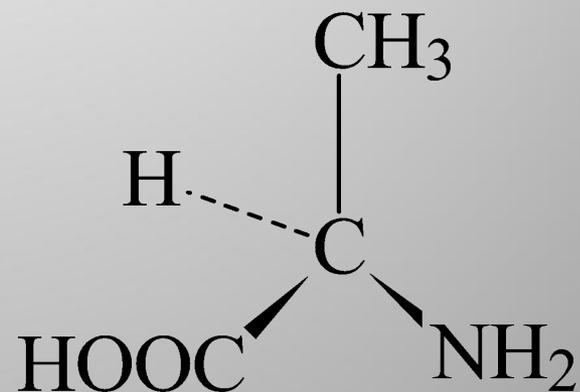
# Изомерия

## Пространственная изомерия (Стереои́зомерия)

### Оптическая изомерия



**S- $\alpha$ -аминопропионовая кислота**



**R- $\alpha$ -аминопропионовая кислота**

# Изомерия

---

---

## Пространственная изомерия (Стереои́зомерия)

### *Оптическая изомерия*

**S- $\alpha$ -аминопропионовая кислота**

**R- $\alpha$ -аминопропионовая кислота**

**Изомерия** — *одно из наиболее своеобразных проявлений специфики и особенности органической химии*

# Гомология

---

*Группы органических соединений однотипной структуры с одинаковой функциональными группами, отличающиеся друг от друга по количеству групп  $\text{CH}_2$  в углеродной цепи, составляют **гомологический ряд**.*

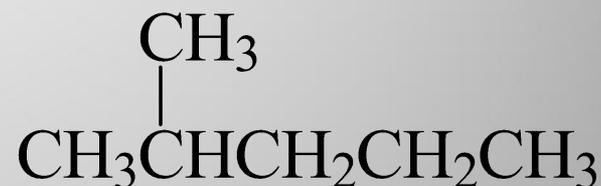
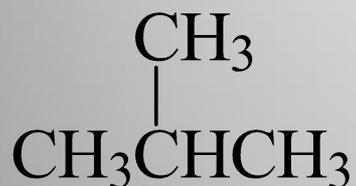
Гомологический ряд метана



# Гомология

---

## Гомологический ряд изобутана



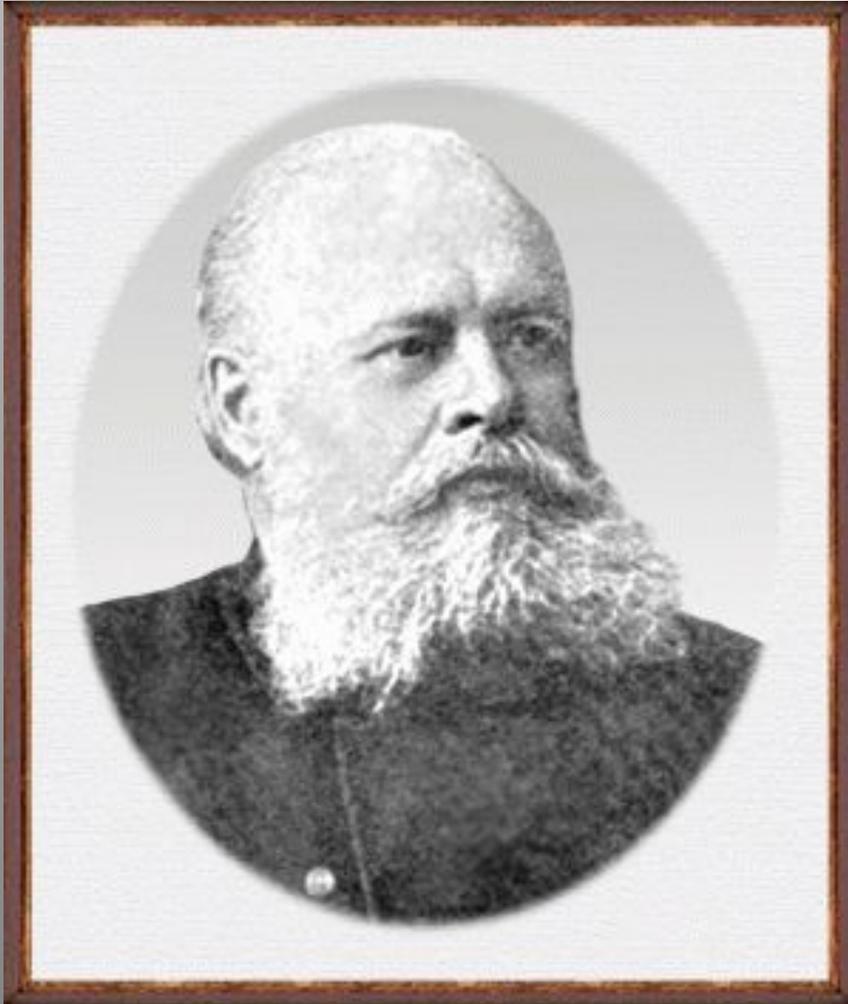
## Гомологический ряд метанола



и т.  
д.

# Учение о взаимном влиянии атомов в молекуле

---

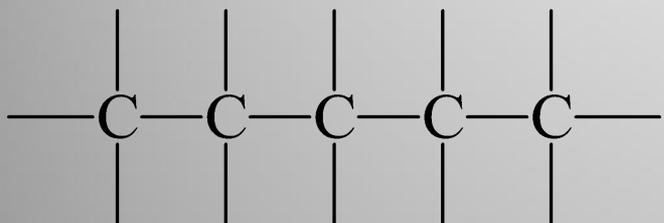


**МАРКОВНИКОВ**  
**Владимир Васильевич**  
**1837–1904**

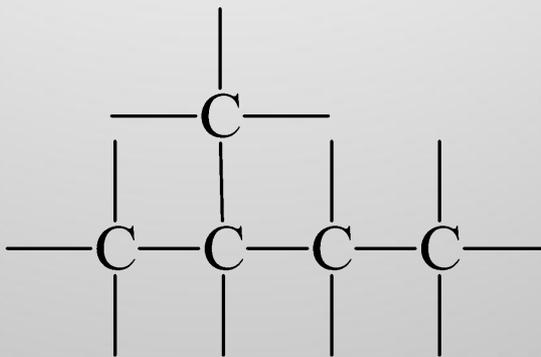
# Классификация органических соединений

---

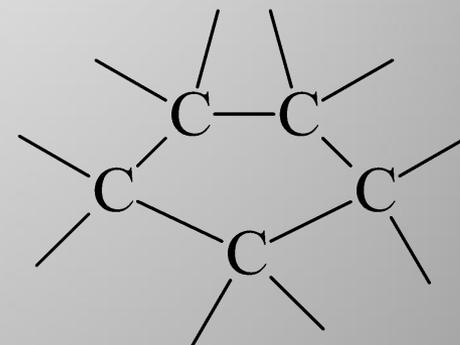
---



**Открытая  
неразветвленная цепь**

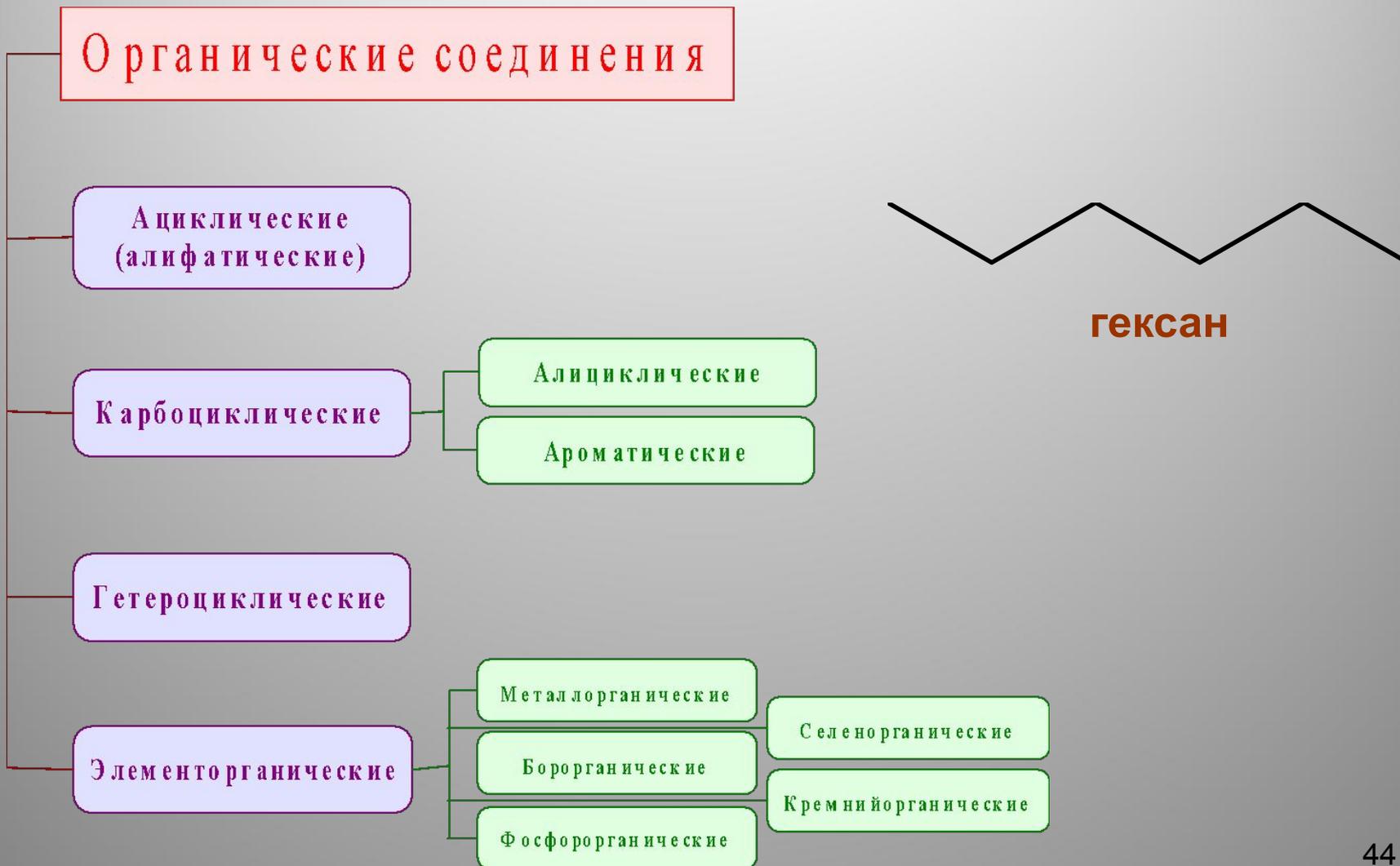


**Открытая  
разветвленная цепь**



**Замкнутая цепь**

# Классификация органических соединений



# Классификация органических соединений

Органические соединения

Ациклические  
(алифатические)

Карбоциклические

Алициклические

Ароматические

Гетероциклические

Элементоорганические

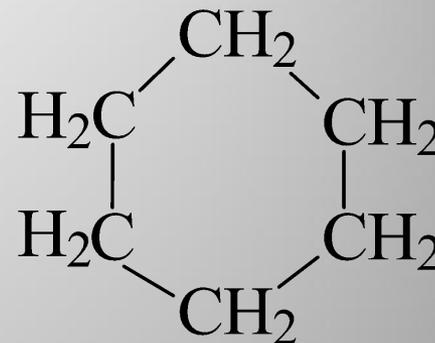
Металлоорганические

Борорганические

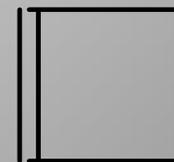
Фосфорорганические

Селеноорганические

Кремнийорганические

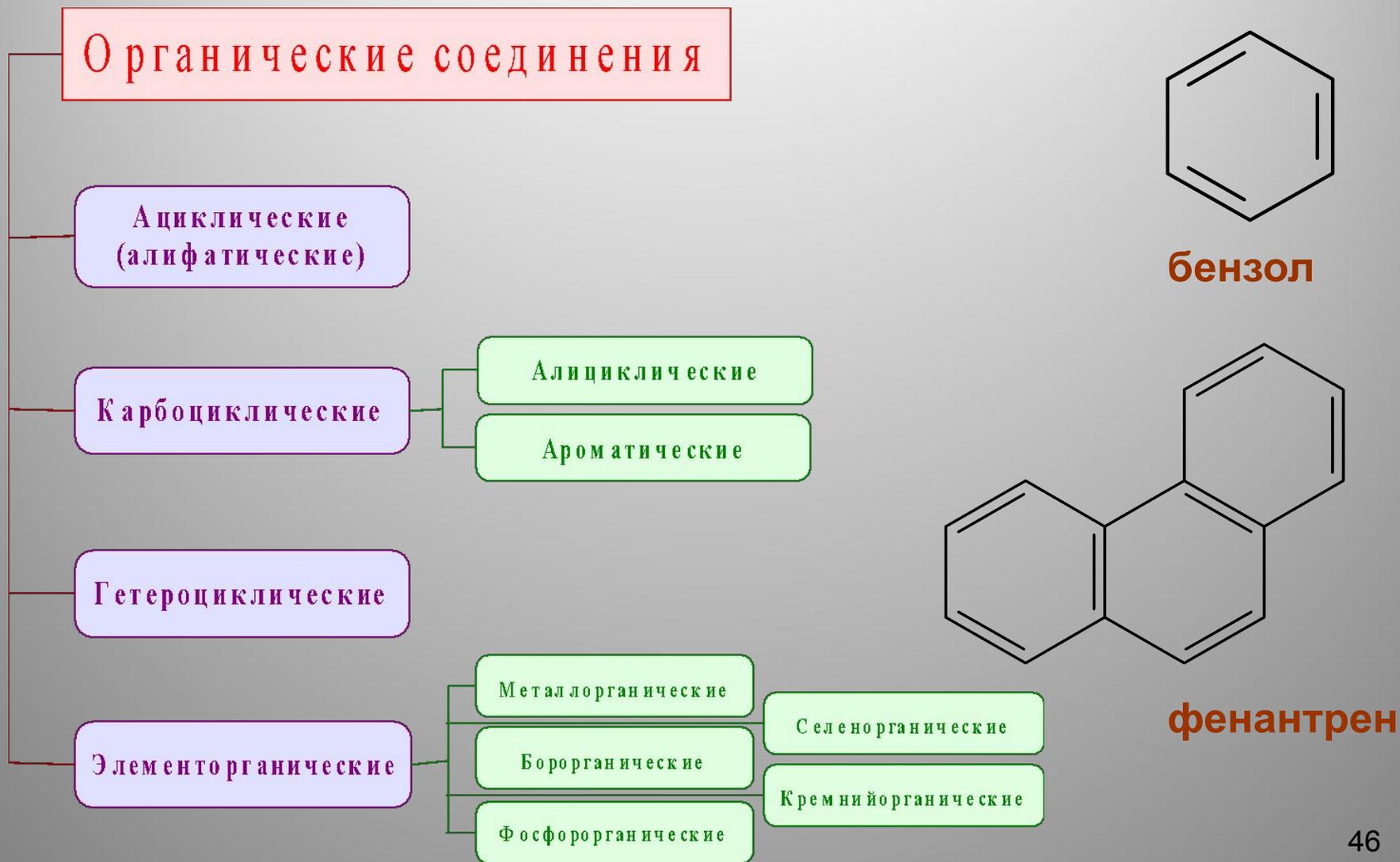


циклогексан



циклобутен

# Классификация органических соединений



# Классификация органических соединений

Органические соединения

Ациклические  
(алифатические)

Карбоциклические

Алициклические

Ароматические

Гетероциклические

Элементоорганические

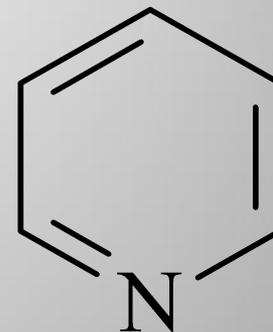
Металлоорганические

Борорганические

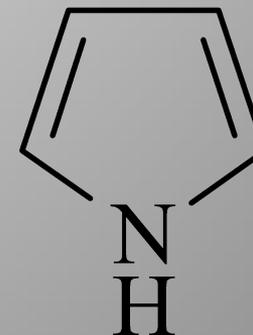
Фосфорорганические

Селеноорганические

Кремнийорганические



пиридин



пиррол

# Классификация органических соединений

Органические соединения

Ациклические  
(алифатические)

Карбоциклические

Алициклические

Ароматические

Гетероциклические

Элементоорганические

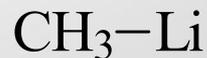
Металлоорганические

Борорганические

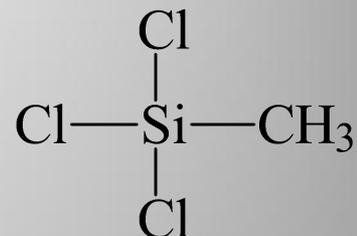
Фосфорорганические

Селеноорганические

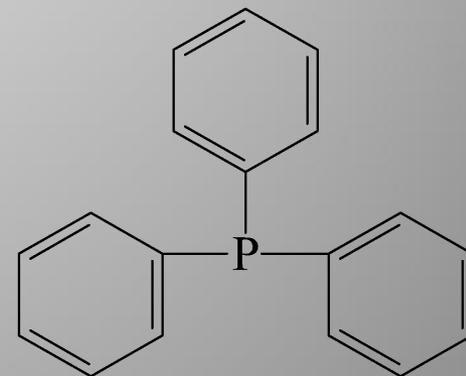
Кремнийорганические



метиллитий



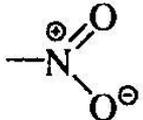
метилтрихлорсилан



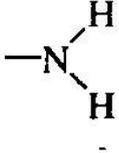
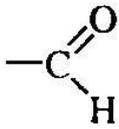
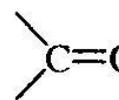
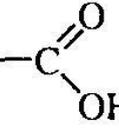
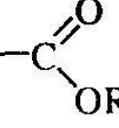
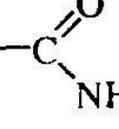
трифенилфосфин

# Классификация органических соединений

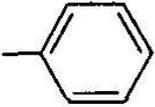
## Наиболее распространенные функциональные группы и классы органических соединений

Группа	Название группы (в префиксе)	Название класса	Отдельные представители класса
-F, -Cl, -Br, -I	Галоген-	Галоген-производные	CH <sub>3</sub> Cl (хлорметан) CH <sub>3</sub> CHBrCH <sub>3</sub> (2-бромпропан) CH <sub>2</sub> =CH-Cl (хлорэтен) C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br (бромбензол)
-OH	Гидрокси-	Спирты  Фенолы	CH <sub>3</sub> OH (метанол) C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> OH (бензиловый спирт) C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH (фенол)
-SH	Меркапто-	Меркаптаны	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH (этилмеркаптан, этантиол)
-OR	Алкокси-	Простые эфиры	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O (диэтиловый эфир)
-N=O	Нитрозо-	Нитрозо-соединения	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N=O (нитрозобензол)
	Нитро-	Нитро-соединения	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> (нитрометан) (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHNO <sub>2</sub> (2-нитропропан)

# Классификация органических соединений

	Амино-	Амины	$C_6H_5NO_2$ (нитробензол) $C_6H_5NH_2$ (анилин) $C_4H_9NH_2$ (бутиламин)
	Формил-	Альдегиды	$CH_3CHO$ (ацетальдегид) $CH_2=CH-CHO$ (акролеин) $C_6H_5CHO$ (бензальдегид)
	Оксо- (кето-)	Кетоны	$CH_3C(O)CH_3$ (ацетон) $C_6H_5C(O)CH_3$ (ацетофенон)
	Карбокси-	Карбоновые кислоты	$HCOOH$ (муравьиная кислота) $CH_3COOH$ (уксусная кислота) $C_6H_5COOH$ (бензойная кислота)
	Алкокси-карбонил-	Сложные эфиры	$CH_3COOCH_3$ (метилацетат) $C_6H_5COOC_2H_5$ (этилбензоат)
	Карбамоил	Амиды	$HC(O)NH_2$ (формамид) $CH_3C(O)NH_2$ (ацетамид)

# Классификация органических соединений

$-\text{C}\equiv\text{N}$	Циано-	Нитрилы	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$ (ацетонитрил) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ (акрилонитрил)
$-\text{CH}=\text{CH}_2$	Винил- (этенил-)	Алкены	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (этилен, этен) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ (пропилен, пропен)
$-\text{C}\equiv\text{CH}$	Этинил-	Алкины	$\text{HC}\equiv\text{CH}$ (ацетилен, этин)
	Фенил-	Ароматические углеводороды	$\text{C}_6\text{H}_6$ (бензол) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ (толуол)

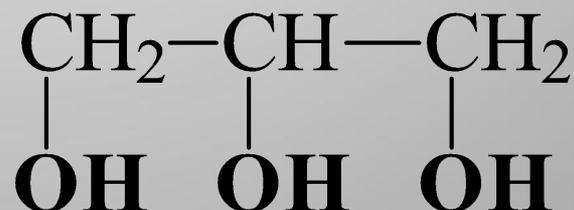
# Классификация органических соединений

---

Соединения могут содержать не одну, а несколько функциональных групп. Если эти группы одинаковые, то соединения называются полифункциональными.



хлороформ



глицерин

# Классификация органических соединений

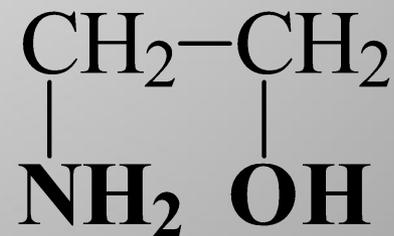
---

---

Соединения, содержащие **различные функциональные группы**, называются **гетерофункциональными**.



МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА



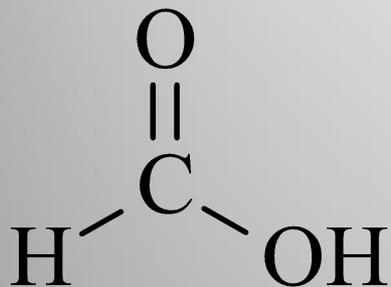
КОЛАМИН

# Основы номенклатуры органических соединений

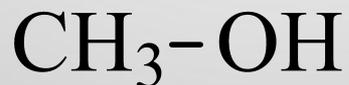
---

---

## Тривиальная номенклатура



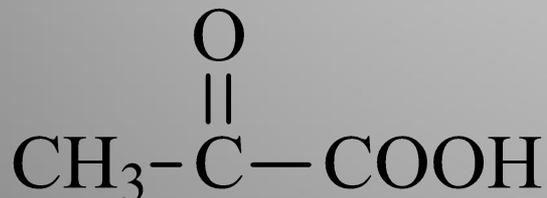
муравьиная кислота



древесный спирт



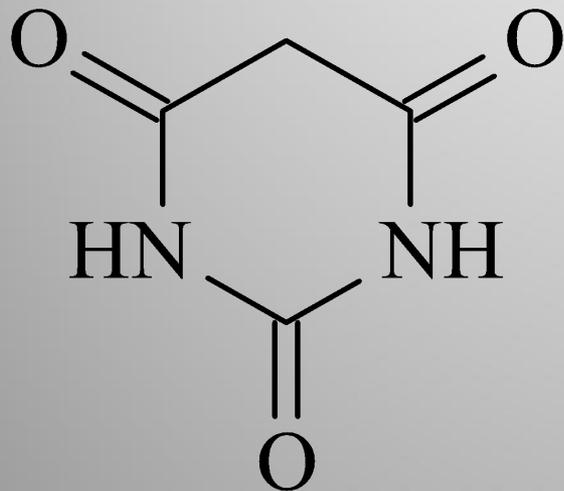
щавелевая кислота



пировиноградная кислота

# Основы номенклатуры органических соединений

## Тривиальная номенклатура



Барбитуровая кислота

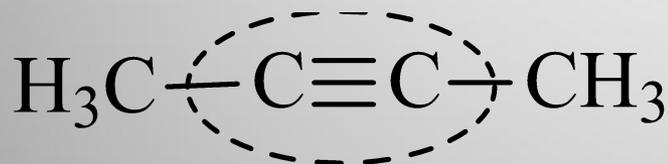


31.10.1835 – 20.08.1917

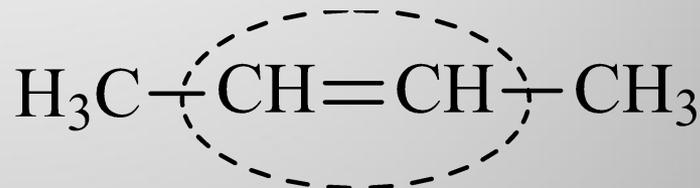
Иоганн Фридрих Вильгельм Адольф фон Байер

# Основы номенклатуры органических соединений

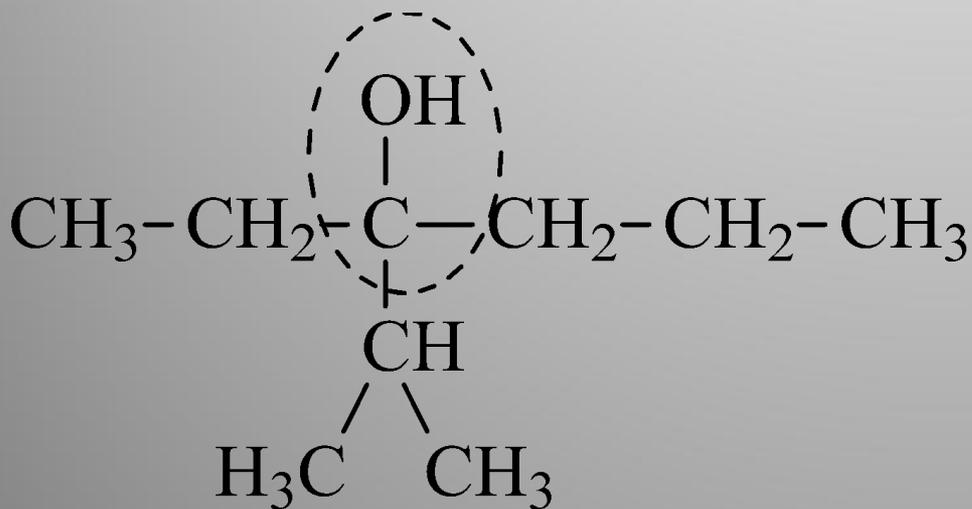
## Рациональная номенклатура



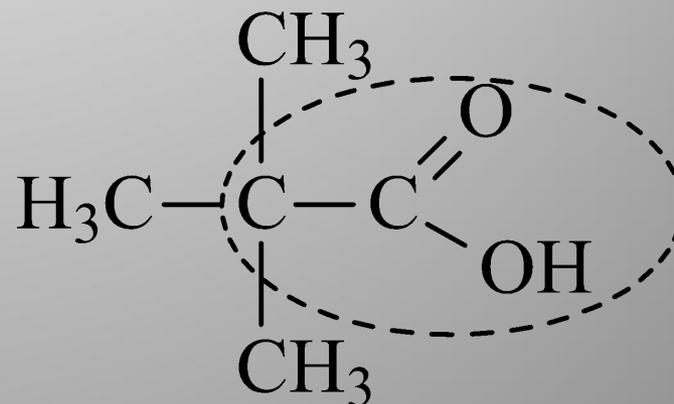
диметилацетилен



симм-диметилэтилен



этилпропилизопропилкарбинол



триметилуксусная кислота

# Основы номенклатуры органических соединений

---

---

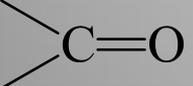
## Систематическая номенклатура ИЮПАК

ИЮПАК [от английского названия Международного союза чистой и прикладной химии — International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)]

*Систематические названия составлены из слов, специально созданных или выбранных для описания структурных особенностей соединения.*

# Основы номенклатуры органических соединений

## Систематическая номенклатура ИЮПАК

Характеристическая группа	Префикс	Суффикс
—(C)OON	—	-овая кислота
—COON	карбокси-	-карбоновая кислота
—SO <sub>3</sub> H	сульфо-	-сульфо кислота
—(C)H=O	оксо-	-аль
—CH=O	формил-	-карбальдегид
 C=O	оксо-	-он
—OH	гидрокси- <sup>2</sup>	-ол
—SH	меркапто-	-тиол
—NH <sub>2</sub>	амино-	-амин
—NO <sub>2</sub>	нитро-	—
—OR	алкокси-	—
—F, —Cl, —Br, —I (Hal)	фтор-, хлор-, бром-, иод- (галоген-)	—