

# *ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ*



*«Органическая химия может сейчас кого угодно свести с ума. Она представляется мне дремучим лесом, полным удивительных вещей, безграничной чащей, из которой нельзя выбраться, куда не осмеливаешься проникнуть»*

(из письма [Ф.Велера](#) к Й.Берцелиусу 1835г.)

# Теория радикалов

(30 гг. XIX в Й.Берцелиус, Ю.Либих, Ж.Дюма)

- В состав органических веществ входят радикалы;
- Радикалы всегда постоянны, не подвергаются изменениям, переходят из одной молекулы в другую;
- Радикалы могут существовать в свободном виде.

Понятие «**радикал**» прочно вошло в химию

# Теория типов

(40-50 гг. XIX в. Ш.Жерар, [А.Кекуле](#) и др.)

- Все органические вещества – производные простейших неорганических – типа водорода, воды, аммиака и др.
- Формулы выражают не внутреннее строение молекулы, а способы образования, свойства определяют все атомы молекулы;
- Невозможно познать строение вещества, у каждого вещества столько формул, сколько его превращений существует.

*Теория позволила классифицировать орг. Вещества, предсказать и открыть некоторые, особое внимание – химическим превращениям, но не могла прогнозировать, указывать пути синтеза новых веществ.*

- К первой половине XIX века в органической химии был накоплен громадный фактический материал, дальнейшее изучение которого тормозилось отсутствием какой-либо систематизирующей основы. Начиная с 20-х годов XIX века стали появляться сменяющие друг друга теории, претендующие на обобщенное описание строения органических соединений. Одной из них была *теория типов*, разработанная в 40-50-х годах французским ученым Ш. Жераром. Согласно этой теории, все органические соединения рассматривались как производные простейших неорганических веществ, принятых за типы.

# Предпосылки возникновения теории

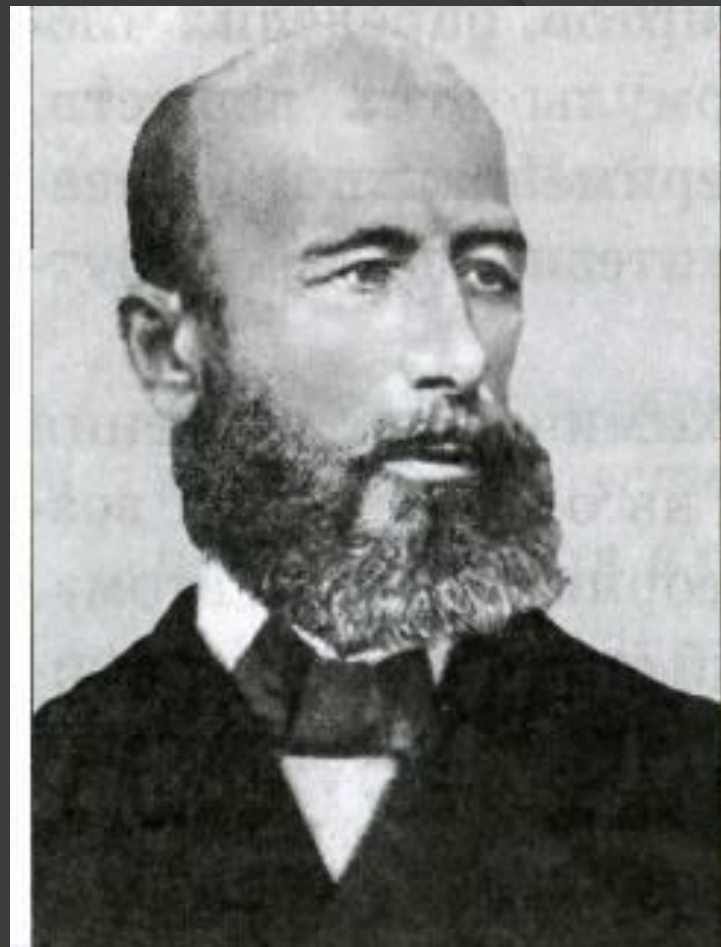
1. Развитие и утверждение атомистических представлений (съезд в Карслруэ, 1860г.);
2. Установление понятий валентности (Э. Франкленд, 1853г.);
3. Понятие четырехвалентности углерода (А. Кекуле, 1858г.);
4. Идеи о соединении атомов углерода в цепи (А. Кекуле, А. Купер, 1857г.)

*Целостной теории, подтвержденной экспериментом, не существовало.*

- Теоретические разработки добутлеровского периода внесли определенный вклад в познание строения органических соединений. Но ни одна из ранних теорий не была всеобщей. И лишь А.М. Бутлерову удалось создать такую логически завершенную теорию строения, которая и по сей день служит научной основой органической химии. Теория строения А.М. Бутлерова базируется на материалистическом подходе к реальной молекуле и исходит из возможности познания ее строения экспериментальным путем. А.М. Бутлеров при установлении строения веществ придавал основополагающее значение химическим реакциям. Теория строения А.М. Бутлерова не только объясняла уже известные факты, ее научное значение заключалось в прогнозировании существования новых органических соединений.

# Бутлеров Александр Михайлович (1828-1886)

Русский химик, академик  
Петербургской АН (с 1874 г.).  
Окончил Казанский  
университет (1849 г.). Работал  
там же (с 1857 г. — профессор,  
в 1860 и 1863 гг. — ректор).  
Создатель теории  
химического строения  
органических соединений,  
лежащей в основе  
современной химии.  
Обосновал идею о взаимном  
влиянии атомов в молекуле.  
Предсказал и объяснил  
изомерию многих  
органических соединений.  
Написал «Введение к полному  
изучению органической  
химии» (1864 г.) — первое в  
истории науки руководство,  
основанное на теории  
химического строения.  
Председатель Отделения  
химии Русского физико-  
химического общества  
(1878—1882).



# Теория строения органических соединений

Теория химического строения органических соединений, выдвинутая А. М. Бутлеровым во второй половине прошлого века (1861 г.), была подтверждена работами многих ученых, в том числе учениками Бутлерова и им самим.

Оказалось возможным на ее основе объяснить многие явления, до той поры не имевшие толкования: изомерию, гомологию, проявление атомами углерода четырехвалентности в органических веществах.

Теория выполнила и свою прогностическую функцию: на ее основе ученые предсказывали существование неизвестных еще соединений, описывали свойства и открывали их.

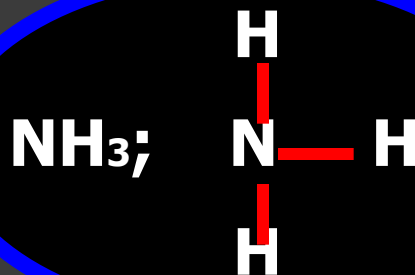
# Основные положения теории строения органических веществ

(А.М. Бутлеров 1861 – 1864 гг.)

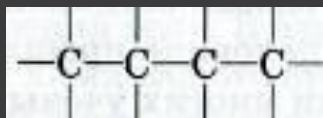
**1. Атомы в молекулах веществ соединены согласно их валентности. Углерод в органических соединениях всегда четырехвалентен, а его атомы способны соединяться друг с другом, образуя различные цепи. Порядок соединения атомов в молекулах может быть отображен при помощи структурных формул.**

## Валентность

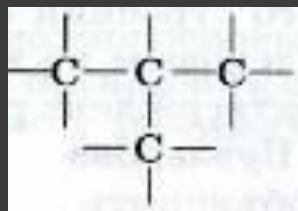
*характеризует способность атомов химических элементов к образованию химических связей, она определяет число химических связей, которыми данный атом соединен с другими атомами в молекуле.*



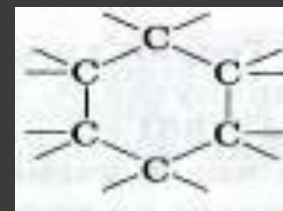
- атомы четырехвалентного углерода могут соединяться друг с другом, образуя различные цепи:



открытые  
неразветвленные

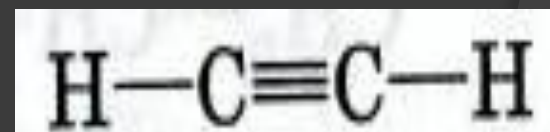
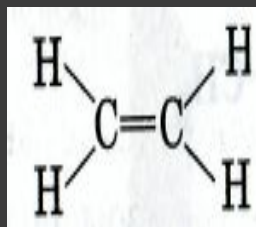
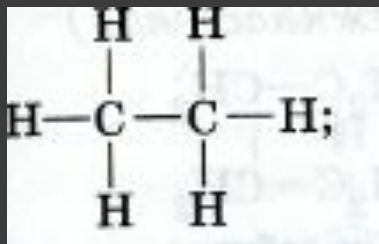


открытые  
разветвленные



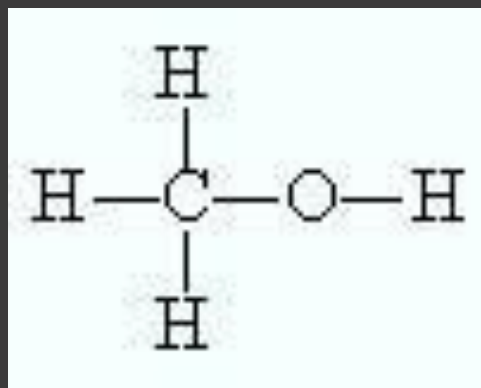
замкнутые

- порядок соединения атомов углерода в молекулах может быть различным и зависит от вида ковалентной химической связи между атомами углерода — одинарной или кратной (двойной и тройной):



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

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



или сокращенно  
 $\text{CH}_3\text{OH}$

**2. Свойства веществ определяются не только их качественным и количественным составом, но и порядком соединения атомов в молекуле, т.е. химическим строением вещества. Различное строение при одном и том же составе и относительной молекулярной массе вещества обуславливает явление изомерии.**

*Вещества, которые имеют один и тот же качественный и количественный составы, но отличаются по своему строению и свойствам, называются **изомерами**, а явление существования таких веществ носит название **изомерии***



БУТАН ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )

( $t_{\text{кип.}} = -0,5^\circ \text{C}$ )



ИЗОБУТАН ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )

( $t_{\text{кип.}} = -11,7^\circ \text{C}$ )

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

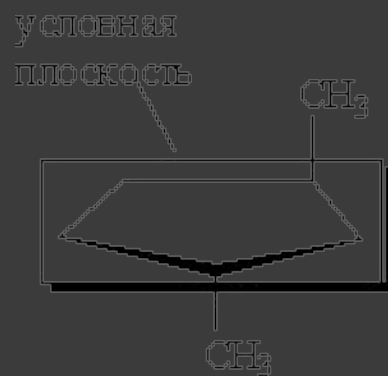


*Структурными называют изомеры, отвечающие различным структурным формулам органических соединений (с разным порядком соединения атомов).*

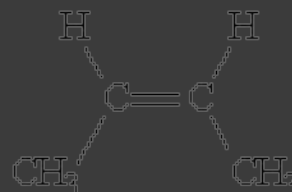
*Пространственные изомеры имеют одинаковые заместители у каждого атома углерода и отличаются лишь их взаимным расположением в пространстве.*

# Пространственные изомеры (стереоизомеры). Стереοизомеры можно разделить на два типа: геометрические изомеры и оптические изомеры.

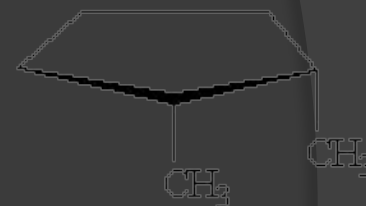
**Геометрическая изомерия** характерна для соединений, содержащих двойную связь или цикл. В таких молекулах часто возможно провести условную плоскость таким образом, что заместители у различных атомов углерода могут оказаться по одну сторону (*цис*-) или по разные стороны (*транс*-) от этой плоскости. Если изменение ориентации этих заместителей относительно плоскости возможно только за счет разрыва одной из химических связей, то говорят о наличии геометрических изомеров. Геометрические изомеры отличаются своими физическими и химическими свойствами.



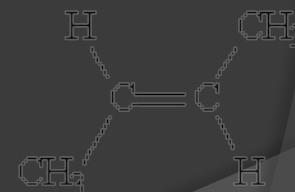
*транс*-1,2-диметил-  
циклопентан



*цис*-бутен-2

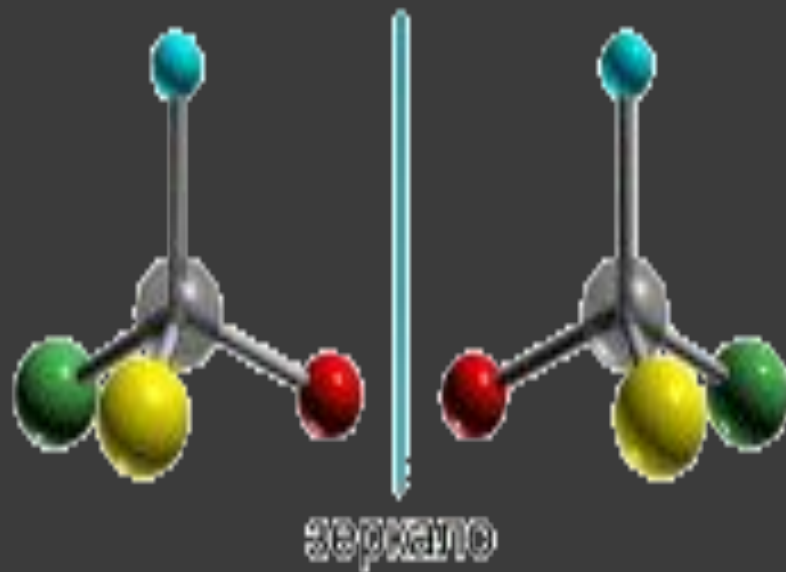


*цис*-1,2-диметил-  
циклопентан

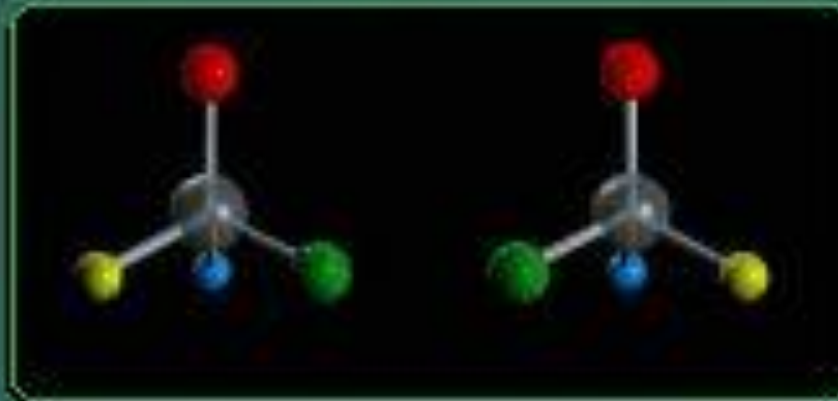


*транс*-бутен-2

- Оптическими изомерами называют молекулы, зеркальные изображения которых несовместимы друг с другом.



# Пространственные изомеры



Оптические  
(зеркальные)  
изомеры

Цис- и транс-  
изомеры

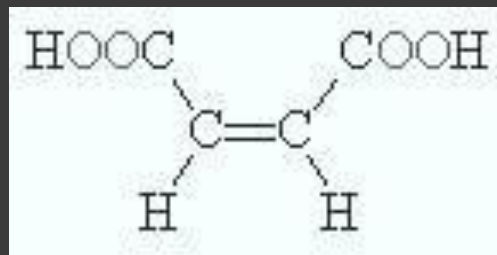
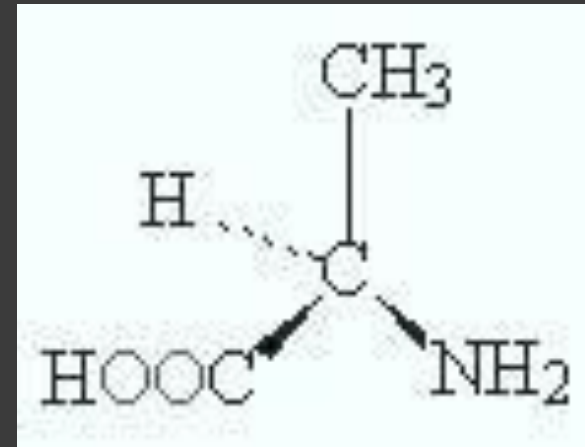
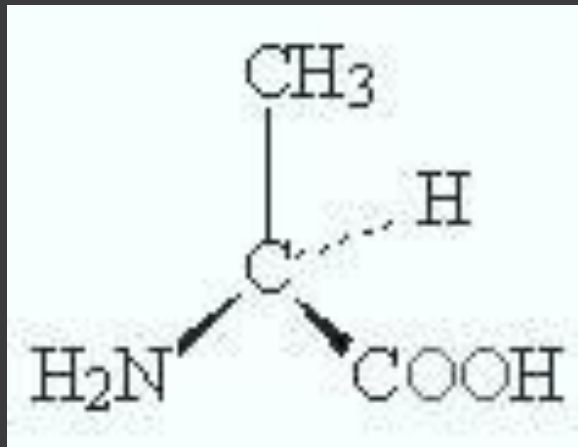


СТРУКТУРНЫЕ ИЗОМЕРЫ

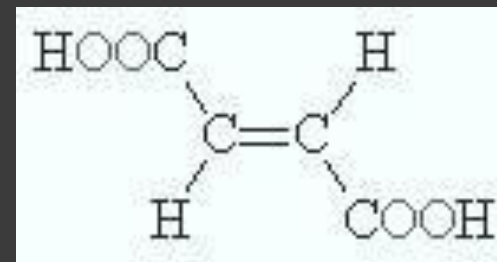


н-пентан

# Зеркальные изомеры (+)-α-аминопропионовой кислоты и (-)-α-аминопропионовой кислоты.

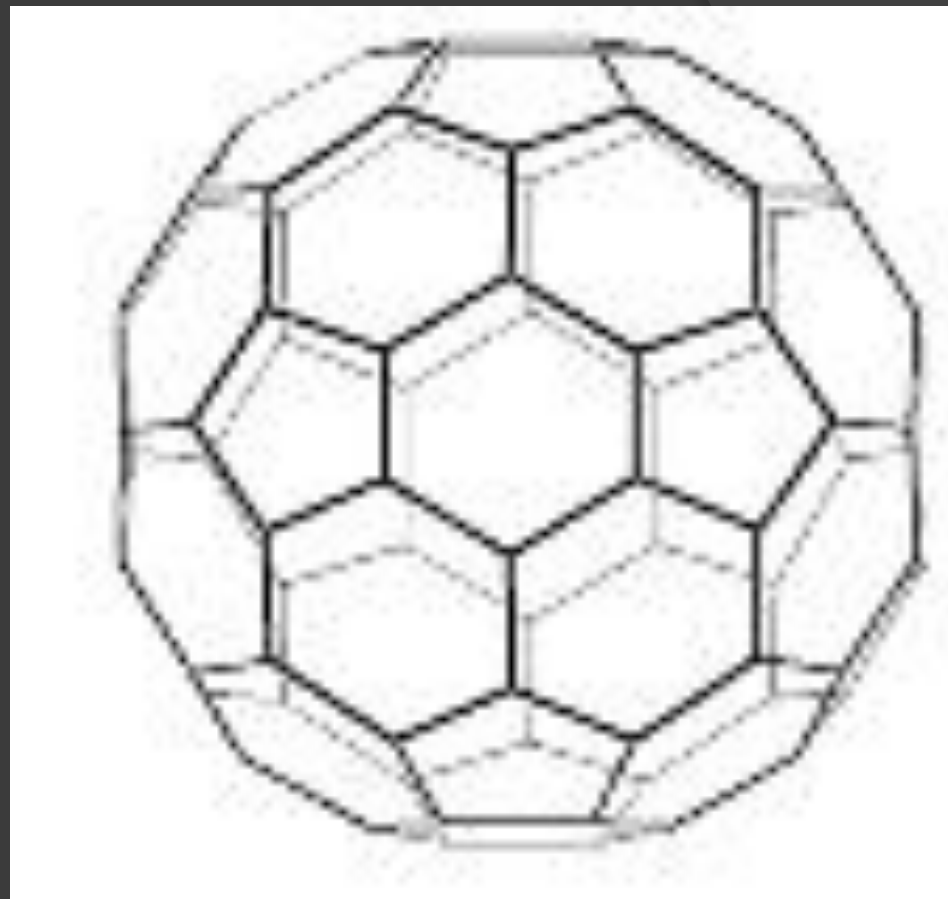


**малеиновая кислота  
(цис-1,2-этилендикарбоновая кислота)**



**фумаровая кислота  
(транс-1,2-этилендикарбоновая кислота)**

- ◎ И так,  
изомерия –
- ◎ *одно из  
наиболее  
своеобразны  
х проявлений  
специфики и  
особенности  
органическо  
й химии.*



**3. Свойства органических соединений зависят от взаимного влияния атомов и групп атомов в молекуле друг на друга. Наибольшее влияние оказывают атомы, непосредственно связанные друг с другом. Влияние атомов или групп атомов, не связанных непосредственно, ослабевает по мере их удаления друг от друга.**

# Зависимость свойств органических веществ от качественного и количественного состава.

| <i>Состав и свойства</i> |                                        | <i>Метан</i>                       | <i>Метанол</i>              |
|--------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Молекулярная формула     |                                        | $\text{CH}_4$                      | $\text{CH}_3\text{OH}$      |
| Принадлежность к классу  |                                        | Предельные углеводороды            | Одноатомные спирты          |
| Физич. свойства          | Агрегатное состояние при комнатной $t$ | Газ                                | Жидкость                    |
|                          | $t$ кипения                            | - 161,5 С                          | 64,7 С                      |
|                          | Растворимость в воде                   | Нераств. в воде                    | Хорошо раств. в воде        |
| Химическая активность    |                                        | С трудом вступает в химич. реакции | Химически активное вещество |

**4. Зная строение вещества, можно предположить его свойства. И наоборот, зная свойства вещества, можно предположить его строение.**



*Если известно, что вещество, имеющее молекулярную формулу  $C_2H_6O$ , вступает в химические реакции, характерные для спиртов (П: выделяет водород в реакции с металлическим натрием), то можно сделать вывод, что мы говорим об этиловом спирте  $C_2H_5OH$ .*