

Теория химического  
строения органических  
соединений А.М.  
Бутлерова



The background features a stylized illustration of chemistry glassware, including a large Erlenmeyer flask on the left, a graduated cylinder in the center, and a round-bottom flask on the right. A black skeletal structure of a complex organic molecule is overlaid on the glassware. The molecule consists of a six-membered ring with a double bond, a carbonyl group (C=O) attached to the ring, and a side chain containing another carbonyl group and a hydroxyl group (-OH).

Еще в древности все вещества, встречающиеся на Земле, делили на две большие группы. К одной группе относили древесину, уксус, спирт, масло, т. е. вещества растительного и животного происхождения.

Их химики сейчас называют *органическими*. В другую группу входили соль, серебро, золото, сера, сода, медь это, как теперь известно, – *неорганические вещества*. Более четкую грань, между органическими и неорганическими веществами попытались провести арабские алхимики.

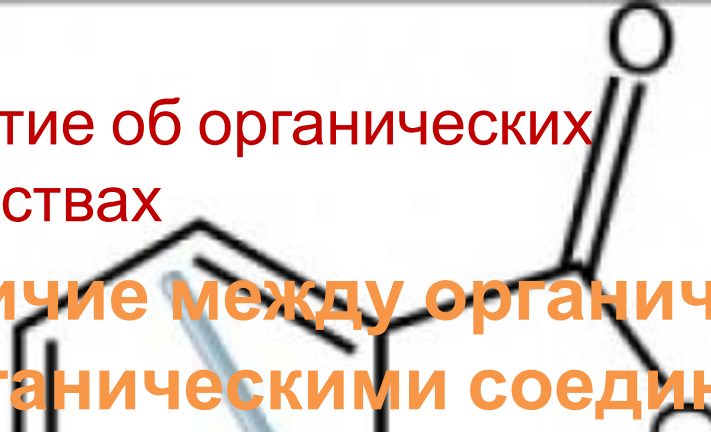
Еще в IX-X вв. первую попытку такого деления связывают с именем известного ученого древности –

**Абу Бакр ибн Закарийя-ар-Рази**. Ученый разделил все вещества на минеральные, растительные и животные.

Но строение веществ, в тот период, известно не было. Помочь разгадать «тайну» органических веществ удалось А. Лавуазье, который обнаружил, что при прокаливании «минеральных тел» образуются соединения разнообразного состава, а при сжигании «растительных и животных» веществ выделяются чаще всего два продукта – оксид углерода (IV) и вода.

# Понятие об органических веществах

## Различие между органическими и неорганическими соединениями



### Органические

### Неорганические

Количество известных органических соединений исчисляется миллионами

Количество известных неорганических соединений исчисляется сотнями тысяч

В состав органических веществ входят: углерод, водород, кислород, реже – азот. Фосфор. Сера, галогены

Состав неорганических веществ представлен большинством химических элементов периодической системы.

Большинство химических связей в органических веществах имеет ковалентный характер

Большинство химических связей имеет ионный характер

Все органические вещества неустойчивы (выше  $400^{\circ}\text{C}$ ) нагреванию

Многие неорганические соединения устойчивы к сильному нагреванию

Наряду с некоторыми неорганическими веществами, образуют живую часть Земли (биосферу)

Образуют неживую часть Земли (гидросферу, литосферу, атмосферу)

О

Руководствуясь составом органических веществ, выберите органические вещества из предложенного перечня:

$\text{CO}(\text{C})_2$ ,  $\text{HCl}(\text{Б})$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{К})$ ,  $\text{CaCO}_3(\text{У})$ ,  $\text{C}_7\text{H}_8(\text{Р})$ ,  
 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{А})$ ,  $\text{KNO}_3(\text{Е})$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{Х})$ ,  $\text{CO}(\text{Ю})$ ,  
 $\text{CH}_3\text{COONH}_2(\text{М})$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}(\text{А})$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{Г})$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{Л})$ ,  
 $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{Д})$ .

Из букв, соответствующих правильным ответам, составьте название органического вещества, входящего в состав большинства продуктов растительного происхождения:



Крахма



## Особенности состава, строения и свойств органических веществ

1. Наличие углерода;
2. IV-валентность атома углерода в органических веществах;
3. Способность гореть и разлагаться с образованием углеродсодержащих веществ ( $C$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ );
4. Наличие в молекулах только ковалентных полярных связей и соответственно молекулярных кристаллических решеток;
5. Способность углерода образовывать длинные цепи т. е. соединяться друг с другом;
6. В органической химии не используется понятие «ст. окисления», используется понятие «валентность».

The background features a stylized illustration of laboratory glassware. On the left is a blue Erlenmeyer flask containing a liquid with a 'HO' label at the bottom. In the center is a test tube with a green liquid and bubbles. On the right is a large blue round-bottom flask containing a light blue liquid with an 'OH' label. A black skeletal chemical structure of a complex organic molecule is overlaid on the glassware. The molecule consists of a six-membered ring with a double bond, a five-membered ring with a carbonyl group (=O) and an oxygen atom, and a four-membered ring. Lines connect the text to the corresponding parts of the structure.

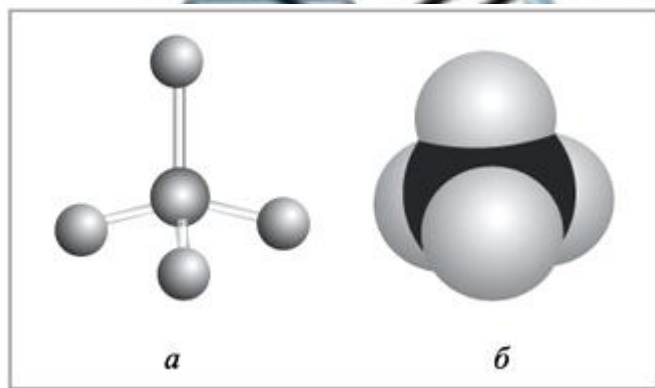
Вы знаете и неорганические вещества в молекулах которых имеется углерод. Назовите их.

Специфическая природа органических веществ подчёркивается в определении органической химии, которое дал в 70-е годы немецкий химик Шоллермер

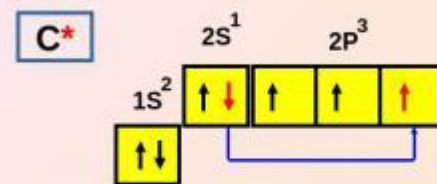
- ❖ *Органическая химия – это химия углеводородов и их производных*
- ❖ *Углеводороды – это органические соединения углерода с водородом.*

А теперь решим **проблему** многообразия органических веществ!  
Попытайтесь построить молекулу состоящую из из 4-х атомов углерода и 10-ти атомов водорода (бутана –  $C_4H_{10}$ ),.

Главным элементом органических соединений является углерод, который может соединяться друг с другом с образованием прямых, разветвленных цепей, замкнутых циклов. Этим объясняется многообразие органических соединений, которых насчитывается около 18 млн., а неорганических немногим более 100 тыс. Атом углерода, получив квант энергии, перейдя в возбужденное состояние, может образовать четыре ковалентные неполярные связи, т.к. на последнем энергетическом уровне он имеет четыре неспаренных электрона в результате распаривания  $2s$  – электронов и переходе одного из них на  $2p$  – орбиталь.



Электронно-графическое строение атома углерода (возбужденное состояние)



Такой атом имеет четыре неспаренных электрона и может принимать участие в образовании четырех ковалентных связей, т.е. имеет валентность четыре.

Такой атом углерода находится в  $sp^3$  – гибридном состоянии, т.к. подверглись гибридизации и образовали связи валентные электроны последнего уровня: один  $s$  – электрон и три  $p$  – электрона, отсюда и название “ $sp^3$  – гибридизация”.



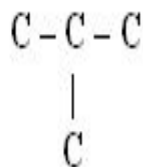
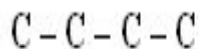
Атомы углерода могут соединяться друг с другом. Число связей равно валентности элемента в данном соединении. Углерод образует цепи разной длины (от 1 до 100 атомов), разной формы (линейной, разветвленной, циклической), углерод может образовывать простые, двойные, тройные связи, соединяться с различными элементами.

## Чем отличаются друг от друга построенные вами молекулы?

*Порядок соединения атомов называется химическим строением. Формулы, показывающие порядок соединения атомов, называются структурными формулами.*

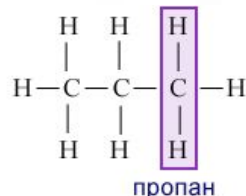
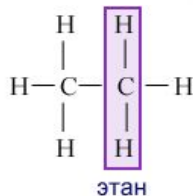
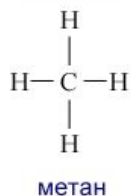
6. Вспомните, как называются в органической химии вещества, имеющие разное строение? Итак, *изомеры – это вещества, имеющие одинаковый состав, но разное строение, а следовательно и разные свойства.*

Вы построили изомеры, отличающиеся строением углеродной цепи или, как говорят, *углеродного скелета*. Углеродные скелеты молекул построенных веществ изображают так:



Изомерию, обусловленную разным строением углеродной цепи, называют *структурной*.





- это структурные формулы

Черточка обозначает общую электронную пару, которую образовал углерод с непарным электроном атома водорода, и единицу валентности. Таким образом, атом углерода в органических соединениях четырехвалентен, а водород одновалентен.

Каждый последующий углеводород отличается от предыдущего на группу атомов  $\text{CH}_2$ , которая называется гомологической разностью. Углеводороды образуют гомологический ряд, в котором гомологи имеют одинаковое строение, но отличаются друг от друга длиной цепи на одну или несколько групп  $\text{CH}_2$ .

Общая формула таких углеводородов  $\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$ , где  $n$  – число атомов углерода.

Принята сокращенная форма записи структурных формул, в которых недостающее число черточек, т.е. валентностей атома углерода обозначается числом атомов водорода, присоединяющихся к нему по валентности.

Вывод: Структурные формулы веществ являются языком органической химии.



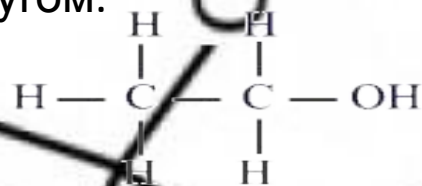
Александр  
Михайлович  
Бутлеров –  
ОСНОВОПОЛОЖНИК  
теории  
органических  
соединений



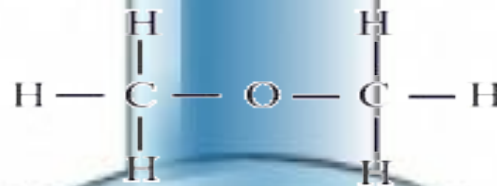


**1 положение** : атомы в молекулах соединяются согласно валентности.

**2 положение** : свойства веществ зависят не только от того, какие атомы и сколько входят в состав молекулы, но и от порядка их соединения друг с другом.



ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ

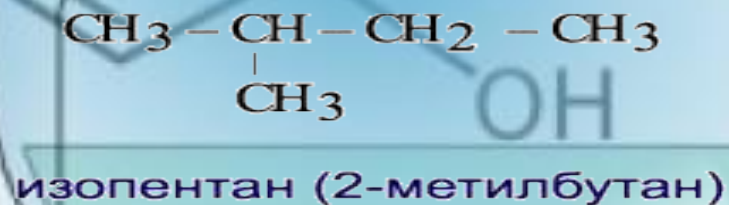


ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР

*Диметиловый эфир и этиловый спирт имеют одинаковый качественный и количественный состав, но порядок соединения атомов в их молекулах разный. Поэтому они имеют разные свойства и являются разными веществами.*

## Изомерия и её виды.

Второе положение теории А.М. Бутлерова объяснило явление **изомерии** – существование веществ с одинаковыми формулами, но разными свойствами. Изомеры – вещества с одинаковым качественным и количественным составом, но разным строением, а, значит, и разными свойствами.





**Изомерия** (от др.-греч. ἴσος — «равный», и μέρος — «доля, часть») — явление, заключающееся в существовании химических соединений (**изомеров**), одинаковых по составу и молекулярной массе, но различающихся по строению или расположению атомов в пространстве и, вследствие этого, по свойствам.

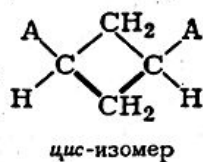
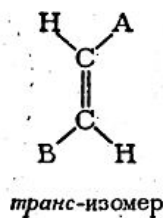
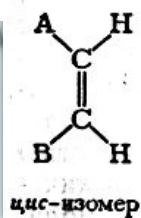
### Виды изомерии:

#### **Структурная изомерия:**

- 1) изомерия углеродного скелета - изомеры отличаются строением углеродного скелета;
- 2) изомерия положения кратной связи – изомеры отличаются местом положения кратной связи;
- 3) изомерия положения функциональной группы;
- 4) межклассовая изомерия. Соединения разных классов веществ с одинаковыми формулами, но разным строением. Пропен и циклопропан имеют формулу  $C_3H_6$ .

#### **Пространственная изомерия:**

Геометрическая изомерия – изомеры отличаются тем, что одинаковые атомы или группы атомов располагаются по одну сторону от двойной связи (цис-изомеры) или по разные (транс-изомеры). Характерна для веществ с двойными связями и циклических соединений.



Многообразие и многочисленность органических веществ объясняется также явлением «гомология».

1. Какие органы в биологии называются гомологичными?

**Гомологичные органы**, органы животных или растений, имеющие общий план строения, развивающиеся из сходных зачатков и выполняющие одинаковые (например, луковица тюльпана и клубень картофеля — видоизменённые побеги) или неодинаковые... функции.

2. Какие вещества в органической химии можно назвать гомологами?

**Вещества, сходные по строению и по свойствам, но отличающиеся друг от друга на группу атомов  $\text{CH}_2$  — гомологическую разность, называются гомологами.**

Такие вещества образуют гомологичный ряд.

**Гомологический ряд** — ряд химических соединений одного структурного типа отличающихся друг от друга по составу на определенное число повторяющихся структурных единиц — так называемую «гомологическую разность». Чаще всего это метиленовые звенья:  $\dots\text{—CH}_2\text{—}\dots$ . Простейший пример гомологического ряда — низшие гомологи алканов (общая формула  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ): метан  $\text{CH}_4$ , этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ , пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$  и



### *Алгоритм написания изомеров.*

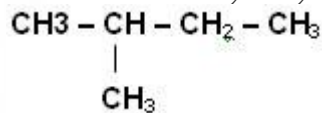
- *Написание изомеров начинают писать с углеводорода с неразветвленной цепью атомов углерода, т.е. с углеводорода нормального строения.*



*н - пентан*

- *Все изомеры имеют одну и ту же формулу, значит число атомов углерода в них одинаково.*

- *Основную углеродную цепь сокращают на один атом углерода и сокращенный*



*единяют к одному из внутренних атомов углеродной цепи.*

### *Изопентан*

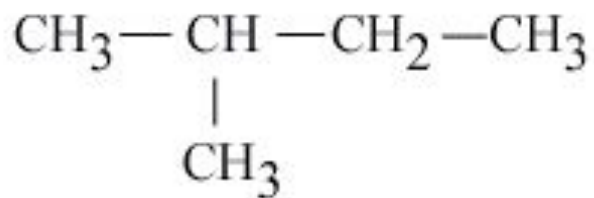
- *Исчерпывают все варианты написания изомеров с данной длиной цепи, затем снова сокращают основную углеродную цепь на один атом углерода и присоединяют его к одному из внутренних атомов цепи.*
- *Так, углеводород формулы  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  имеет три изомера.*

# Алгоритм составления структурных формул изомеров

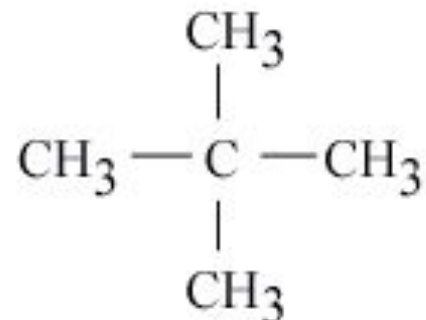
- 1. Составьте главную цепь углеводорода линейного типа и посчитайте количество атомов углерода.*
- 2. Оторвите один из концевых атомов углерода и присоедините к любому, кроме концевых, номеруйте самую длинную цепь с того конца, куда ближе это разветвление.*
- 3. Учитывая 4-х валентность атомов углерода, проставьте недостающие атомы водорода.*



ПЕНТАН



ИЗОПЕНТАН



ТЕТРАМЕТИЛМЕТАН



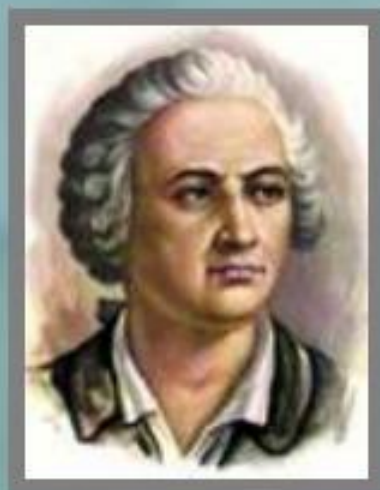
## *Алгоритм составления структурных формул углеводородов по их названию.*

- 1. Определите число атомов углерода в молекуле, название которой вы хотите дать.*
- 2. По суффиксу определите, каким веществом является данный углеводород.*
- 3. Выберите самую длинную цепь углеводорода.*
- 4. Произведите нумерацию атомов углерода в длинной цепи (начать с ближнего к радикалу).*
- 5. К длинной цепи присоедините радикалы.*
- 6. Ненасыщенные атомы углерода обозначьте чёрточками-связями.*
- 7. Проставьте у этих связей недостающие атомы водорода.*
- 8. Запишите сокращённую формулу.*

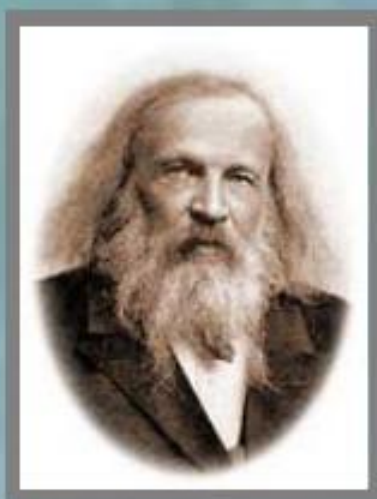


# Вопрос 1

*Теорию химического строения органических соединений создал:*



М.В. Ломоносов



Д.И. Менделеев



А.М. Бутлеров

## Вопрос 2

*Изомеры – это вещества, имеющие*

- Одинаковое строение и разные свойства
- Одинаковую молекулярную формулу и разное строение
- Одинаковое строение, отличаются на группу  $-\text{CH}_2-$
- Одинаковые свойства и одинаковую формулу

0



## Вопрос 3

*Гомологи - это вещества имеющие*

- Разное строение и свойства
- Одинаковую молекулярную формулу и разное строение
- Одинаковый количественный и качественный состав
- Одинаковое строение, отличаются на группу  $-CH_2-$

0



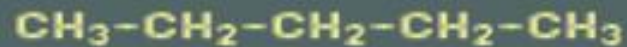
## Вопрос 4

Представленные формулы веществ

являются:

Структурные изомеры

$C_5H_{12}$



н-пентан

- гомологами
- изомерами
- разными веществами
- одним и тем же веществом

0

## Вопрос 6

Что является критерием деления веществ на органические и неорганические ?

- происхождение вещества



- элементный состав соединения

C, H, Na, S, Fe

- способность к горению



- способность растворяться в воде



## Вопрос 7

*Чем объясняется многообразие органических веществ?*

- Способностью атомов углерода соединяться друг с другом
- Четырехвалентностью углерода
- Способностью соединяться с водородом
- Химической активностью углерода

0



## Вопрос 8

Как называется представленное вещество?



- 2-метилбутан
- 3-метилпентан
- 2-метилбутен-3
- 3 - метилбутен-1

0

Отлично!



5

8  
баллов



Хорошо



4

6 баллов



оценка



3

5балло  
в



оценка



2

Меньше  
5 баллов

