

# ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ А. М. БУТЛЕРОВА

## Становление органической химии. Предпосылки теории строения органических соединений

## План урока



**Ключевой вопрос** *Почему началом становления органической химии как науки считают вторую половину XIX века?*



*С древнейших времен человечеству известны различные соединения углерода растительного и животного происхождения и некоторые способы их получения и переработки.*

*Рис. 1 Лаборатория XII века*

1. Становление органической химии. Предпосылки теории строения органических соединений.
2. Основные положения теории химического строения органических соединений.
3. Значение теории и направления её дальнейшего развития.

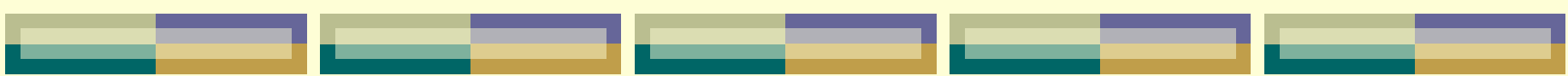
## Например:

- Сбраживая виноградный сок, получали вино, а при его перегонке - спирт;
- Нагревая жир с содой, получали мыло;
- Из цветов извлекали эфирные масла;
- В Древней Индии, Финикии, Египте для крашения использовали растительные красители – пурпур, индиго, ализарин.

Однако в тот период, вплоть до начала XIX в., не делали различия между органическими и неорганическими веществами.

- В 1807 г. известный уже вам шведский учёный И. Я. Берцелиус предложил выделить изучение веществ растительного и животного происхождения в самостоятельную дисциплину – органическую химию. И. Я. Берцелиуса считают родоначальником органической химии.

В начале XIX века в органической химии царил полный хаос. Ученые умели определять качественный и количественный состав вещества, но не имели представления о том, как атомы соединяются в молекулы, не пользовались привычными для нас формулами, химические реакции описывали словами, а не уравнениями реакций.



Нельзя сказать, что химики того времени не пытались обобщить и систематизировать знания об органических веществах. В 30-е годы немецкими химиками Ю. Либихом и Ф. Велером была предложена *теория радикалов*, в 40-е заметное место занимала *теория типов* французских химиков О. Лорана и Ш. Жерара, существовали и другие разновидности теорий. Но одни из них не подтверждались (или даже отвергались) экспериментом, другие объявляли «внутреннее строение молекул» принципиально непознаваемым, допускали множественность «рациональных» формул для одного и того же вещества.

На этом фоне следует выделить успешные попытки *синтеза органических веществ*, а также введение понятия *о валентности* английским химиком Э. Франкландом. Напомним одно из определений валентности (хотя и не очень строгое).



***Валентность*** – это способность атома присоединять или замещать определенное число атомов или групп атомов с образованием химической связи.

Постепенное накопление экспериментального материала и попытки его теоретического осмысления (см. таблицу) подготовили создание *первой научной теории строения органических соединений*, автором которой явился выдающийся русский химик Александр Михайлович Бутлеров.



## *Предпосылки теории строения.*

### **Экспериментальные**

**1824 г. - Ф. Вёлер, получил щавелевую кислоту**  
**1828 г. - Ф. Вёлер, получил мочевины**  
**1842 г. - Н. Н. Зинин, получил анилин**  
**1845 г. - А. Кольбе, синтезировал уксусную кислоту**  
**1854 г. - М. Бертло, получил жиры**  
**1861 г. - А.М. Бутлеров, получил углеводы**

### **Теоретические**

**1852 г. - Э. Франкланд, ввёл понятие о валентности**  
**1857 г. - Ф. Кекуле, развил представления о четырехвалентности атомов углерода в органических соединениях**  
**1858 г. - Ф. Кекуле и А. Купер сделали вывод о возможности соединения атомов С друг с другом**  
**1860 г. - состоялся конгресс химиков в Карлсруэ, положивший начало атомно-молекулярному учению**



*А. М. Бутлеров*

19 сентября 1861 г. на съезде немецких врачей и натуралистов в г. Шпейере он выступил с докладом «О химическом строении веществ». Конечно, А. М. Бутлеров опирался на труды своих предшественников и современников, но немалую роль сыграли его личные качества: богатые знания, умение сравнивать и делать выводы, обобщения, его нестандартное мышление, целенаправленность научного поиска, умение отказаться от стереотипов, прекрасные экспериментальные умения.

### Задание с открытым ответом

#### Мини-исследование

Вспомните предпосылки основного закона неорганической химии - Периодического закона и Периодической системы Д.И. Менделеева. Для этого можно заглянуть в учебники за основную школу или в любой учебник(а также пособие по общей химии), например, в учебник «Химия 11» О.С. Габриеляна, Г.Г. Лысовой. М., Дрофа. Найдите общее в предпосылках двух ведущих теорий химии - Периодического закона Д.И. Менделеева и теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.



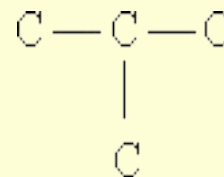
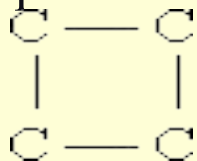
## *Основные положения теории химического строения органических соединений*

1. Атомы в молекулах соединены между собой в определенном порядке, в соответствии с их *валентностью*. Этот порядок соединения атомов называется *химическим строением молекулы*. Строение молекулы можно установить химическими методами. Под химическими методами понимается исследование химических свойств вещества или осуществление его синтеза, который либо подтверждал, либо отвергал предполагаемую формулу строения. Для доказательства этого А.М. Бутлеров сам осуществил несколько блестящих синтезов.

2. Атомы углерода могут соединяться друг с другом: а) разными по кратности связями : **одинарной**  $\begin{array}{c} | \quad | \\ -C - C- \\ | \quad | \end{array}$  , **двойной**  $\begin{array}{c} | \quad | \\ -C = C- \end{array}$


б) в цепочки разного вида: **прямые**  $-C-C-C-$  , **разветвленные**

**замкнутые**





Причем разный вид углеродной цепи может сочетаться с наличием различных по кратности химических связей между атомами углерода, а также связей с другими атомами, например, кислородом, азотом, галогенами.

 **Важный вывод:** такая особенность атомов углерода объясняет многообразие органических соединений.

3. Свойства органических соединений зависят:

а) от качественного и количественного состава молекулы

Вещества	Формула	Свойства
Метан	$\text{CH}_4$	Газ без запаха, не растворим в воде
Метиловый спирт	$\text{CH}_4\text{O}$	Жидкость с характерным запахом, неограниченно растворим в воде

**Качественный состав веществ разный ► свойства разные.**

б) от химического строения, т.е. порядка связей в молекуле с учетом взаимного влияния атомов.



Вещества	Формула строения (структурная формула)	Свойства
Этиловый спирт	$  \begin{array}{ccccccc}  & & \text{H} & & \text{H} & & \\  & &   & &   & & \\  \text{H} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{O} - \text{H} \\  & &   & &   & & \\  & & \text{H} & & \text{H} & &   \end{array}  $	Жидкость, неограниченно растворим в воде. Взаимодействует с натрием
Диметиловый эфир	$  \begin{array}{ccccccc}  & & \text{H} & & & & \text{H} \\  & &   & & & &   \\  \text{H} & - & \text{C} & - & \text{O} & - & \text{C} - \text{H} \\  & &   & & & &   \\  & & \text{H} & & & & \text{H}  \end{array}  $	Газ, не растворим в воде. Не взаимодействует с натрием

У этих веществ. состав одинаковый  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , *строение разное* ► *свойства разные.*

В молекуле этилового спирта один атом водорода связан не с атомом углерода, а с атомом кислорода. Такое соседство делает атом водорода подвижным, что выражается в его способности замещаться на атом натрия. Наличие группы  $-\text{OH}$  определяет его растворимость в воде и значительно более высокую температуру кипения по сравнению с диметиловым эфиром.





**Важный вывод:** анализируя строение молекулы вещества, можно предсказать его свойства, и, наоборот, на основании экспериментального изучения свойств соединения определить его химическое строение.



### Задание с открытым ответом

#### *Проблемный вопрос*

1. Почему некоторые западные химики сознательно старались принизить и даже отрицать заслуги А. М. Бутлерова?
2. Какой самый главный вклад в развитие органической химии сделал А. М. Бутлеров?

#### **Значение теории и направления ее дальнейшего развития**

Значение теории химического строения А.М. Бутлерова для органической химии можно сравнить со значением Периодического закона Д.И.Менделеева для неорганической химии



## *Теория строения органических соединений:*

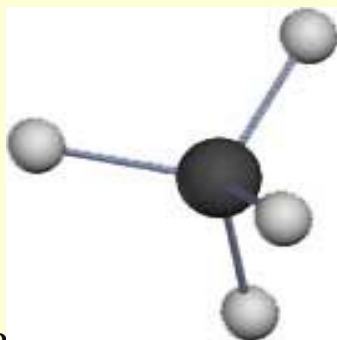
- объяснила неясности и противоречия в знаниях об органических веществах,
- творчески обобщила достижения в области химии,
- определила качественно новый подход к пониманию строения соединений,
- стала основой для объяснения и прогнозирования свойств органических веществ,
- открыла путь для синтеза новых органических соединений.





Отстаивая свое учение о химическом строении, и показывая его практическую значимость, А. М. Бутлеров не считал это учение абсолютным и неизменным. Действительно, если молекула реальность, построенная из реальных атомов, то она должна

**Я. Х. Вант-Гофф** представлять собой определенное физическое тело в трехмерном пространстве.



Конкретную гипотезу о пространственном ( стереохимическом) строении органических соединений выдвинул в 1874 г. Я. Х. Вант-Гофф. Идея заключалась в том, что четыре атома водорода ( или его заместителя) располагаются симметрично в углах

воображаемого тетраэдра вокруг четырехвалентного

атома углерода.

*Стереохимия* с развитием науки получила прочную физическую основу - с помощью рентгенографии и электрографии стали определять межатомные расстояния и валентные углы, то есть получать картину реального расположения атомов в молекуле.



В связи с научной революцией в физике в конце XIX - начале XX веков атом предстал перед исследователями уже не просто неизменным "шариком", а сложной системой. Это позволило американским физико-химикам Г. Льюису и И. Ленгмюру заложить основы теории валентных связей, на основании которой валентная черточка классической теории представляет пару электронов!

Молекулярная	Полная структурная	Свернутая структурная	Электронная
$C_2H_6$	<pre>  H   H         H-C---C-H           H   H</pre>	$CH_3-CH_3$	<pre>  H   H   ..  .. H : C : C : H   ..  ..   H   H</pre>

Рис.3 Различные формулы этана

*Электронная теория* позволила объяснить и пространственное строение молекул органических веществ, и взаимное влияние атомов, и механизмы химических реакций.

На последующих уроках вы подробнее познакомитесь с современными (электронными и стереохимическими) представлениями о строении органических соединений.





## Задание с открытым ответом

### Мини-исследование

Вспомните курс химии за основную школу и ответьте на вопрос:  
**как развивался важнейший закон неорганической химии -  
Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева? В чем  
выражалась его прогностическая роль?**

- Для этого можно также заглянуть в любой учебник или пособие по общей химии. Например, в учебник «Химия 11» О.С. Габриеляна, Г.Г. Лысовой. М., Дрофа.
- **Найдите общее в направлениях развития и прогностической роли двух ведущих теорий химии - Периодического закона Д.И. Менделеева и теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.**



## Задание с открытым ответом



**Ключевой вопрос:**

**Почему началом становления органической химии считают вторую половину XIX века?**



✔ Тест

**1. Понятие "органическая химия" ввёл:**

- а) Ф. Вёлер    б) Я. Берцелиус  
в) А. М. Бутлеров    г) К. Шорлеммер

**2. Ученый, основоположник органической химии как науки, это:**

- а) Й. Я. Берцелиус    б) Д. И. Менделеев  
в) А. М. Бутлеров    г) А. Кекуле

**3. Валентность атомов углерода в этилене равна:**

- а) двум                  б) трём                  в) четырём                  г) пяти

**4. Валентность и степень окисления атома углерода различны по значению в веществе, формула которого:**

- а)  $\text{CH}_4$                   б)  $\text{CO}_2$                   в)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$                   г)  $\text{CCl}_4$
- 



## Домашнее задание:

### **Вариант 1**

- Какова степень окисления и валентность атомов углерода в этане  $C_2H_6$ ? Как объясняет валентность атома углерода теория строения А.М. Бутлерова?
- Явление изомерии более значительно распространено в органической химии, чем в неорганической. Почему?
- Ниже приведено несколько формул органических соединений. Одно из них имеет изомеры. Напишите структурные формулы всех соединений и укажите изомеры:  $C_2H_4$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $CH_5N$ .

### **Вариант 2**

- Какова степень окисления и валентность атомов углерода в этилене  $C_2H_4$ ? Как объясняет валентность атома углерода теория строения А.М. Бутлерова?
  - Приведите из курса неорганической химии пример, подтверждающий, что атомы при соединении в молекулы влияют друг на друга, и свойства веществ при этом изменяются.
  - Ниже приведено несколько формул органических соединений. Одно из них имеет изомеры. Напишите структурные формулы всех соединений и укажите изомеры:  $CH_2O$ ,  $C_3H_7Cl$ ,  $C_2H_2$ ,  $CH_4O$ .
- 