

**ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ.
ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ**

Цели урока:

- Познакомить учащихся с основными предпосылками создания теории строения органических соединений А. М. Бутлерова.
- Рассмотреть основные положения. Привести современную формулировку основного положения теории строения.
- Раскрыть значение теории А. М. Бутлерова для органической химии.

Задачи урока:

Образовательные:

- изучить предпосылки создания теории химического строения, ее основные положения, зависимость свойств веществ от строения молекулы, значение теории строения для развития науки и жизнедеятельности человека;
- углубить основные химические понятия: вещество, химическая реакция.

Развивающие:

- развивать у учащихся умение сравнивать, анализировать и применять информацию из других областей знаний, развивать коммуникативные способности, умение предъявлять результаты групповой деятельности.

Воспитательные:

- способствовать воспитанию у учащихся активной жизненной позиции.



«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.

Основные «противоречия»

органической химии

- **Многообразии веществ – образовано небольшим числом элементов;**
 - **Кажущееся несоответствие валентности в органических веществах – C_3H_8 ;**
- **Различные физические и химические свойства соединений, имеющих одинаковую молекулярную формулу ($C_6H_{12}O_6$ – глюкоза, фруктоза; $C_4H_{10}O$ – бутиловый спирт, диэтиловый эфир)**

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.)

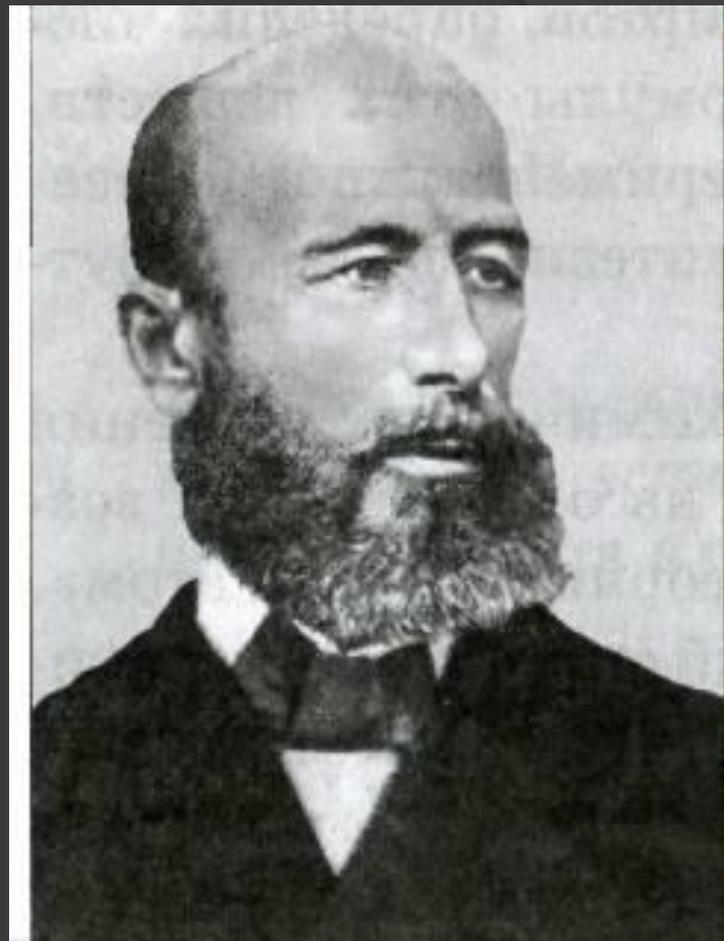
Целостной теории, подтвержденной экспериментом, не существовало.

- Незадолго до появления теории строения А. М. Бутлерова немецким химиком Ф.А. Кекуле (1857) была разработана применительно к органическим соединениям теория валентности, установившая такие факты, как *четырёхвалентность* атома углерода и его способность образовывать углеродные *цепи* за счет соединения с атомами углерода.

- Теоретические разработки добу́тлеровского периода внесли определенный вклад в познание строения органических соединений. Но ни одна из ранних теорий не была всеобщей. И лишь А.М. Бу́тлерову удалось создать такую логически завершенную теорию строения, которая и по сей день служит научной основой органической химии. Теория строения А.М. Бу́тлерова базируется на материалистическом подходе к реальной молекуле и исходит из возможности познания ее строения экспериментальным путем. А.М. Бу́тлеров при установлении строения веществ придавал основополагающее значение химическим реакциям. Теория строения А.М. Бу́тлерова 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).



Личностные качества А. М. Бутлерова

А. М. Бутлерова отличали энциклопедичность химических знаний, умение анализировать и обобщать факты, прогнозировать. Он предсказал существование изомера бутана, а затем получил его, равно как изомер бутилена — изобутилен.

А. М. Бутлеров создал первую в России школу химиков-органиков, из которой вышли блестящие ученые: В. В. Марковников, Д. П. Коновалов, А. Е. Фаворский и др.

Недаром Д. И. Менделеев писал: «А. М. Бутлеров — один из величайших русских ученых, он русский и по ученому образованию, и по оригинальности трудов».

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.

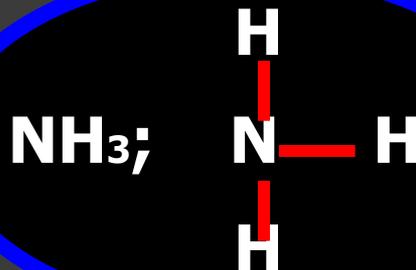
Основные положения теории строения органических веществ

(А.М. Бутлеров 1861 – 1864 гг.)

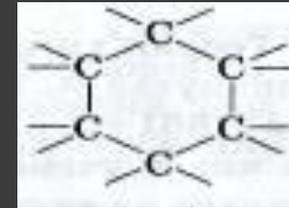
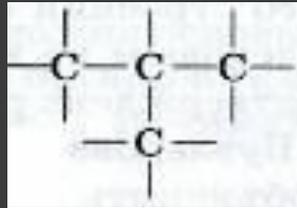
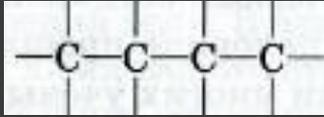
1. Атомы в молекулах веществ соединены согласно их валентности. Углерод в органических соединениях всегда четырехвалентен, а его атомы способны соединяться друг с другом, образуя различные цепи. Порядок соединения атомов в молекулах может быть отображен при помощи структурных формул.

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:

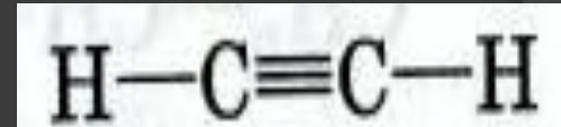
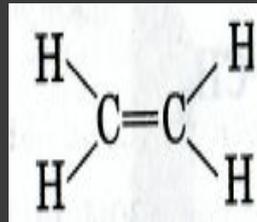
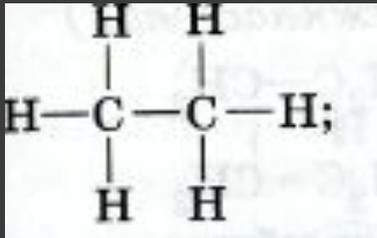


открытые
неразветвленные

открытые
разветвленные

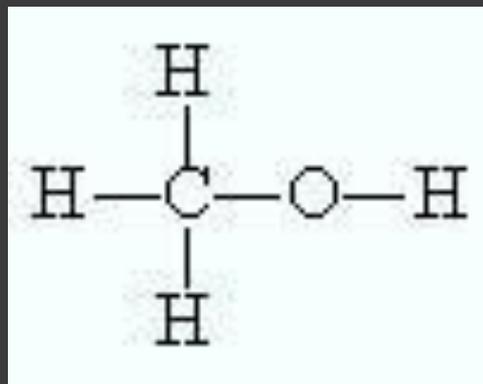
замкнутые

- 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 - CH_4O или CH_3OH



или сокращенно
 CH_3OH

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 (C₄H₁₀)

(t кип. = - 0,5 С)



ИЗОБУТАН (C₄H₁₀)

(t кип. = -11,7 С)

Формула	Название	Число изомеров
CH₄	метан	1
C₂H₆	этан	1
C₃H₈	пропан	1
C₄H₁₀	бутан	2
C₅H₁₂	пентан	3
C₆H₁₄	гексан	5
C₇H₁₆	гептан	9
C₈H₁₈	октан	18
C₉H₂₀	нонан	35
C₁₀H₂₂	декан	75
C₁₁H₂₄	ундекан	159
C₁₂H₂₆	додекан	355
C₁₃H₂₈	тридекан	802
C₁₄H₃₀	тетрадекан	1 858
C₁₅H₃₂	пентадекан	4 347
C₂₀H₄₂	эйкозан	366 319
C₂₅H₅₂	пентакозан	36 797 588
C₃₀H₆₂	триаконтан	4 111 846 763
C₄₀H₈₂	тетраконтан	62 491 178 805 831

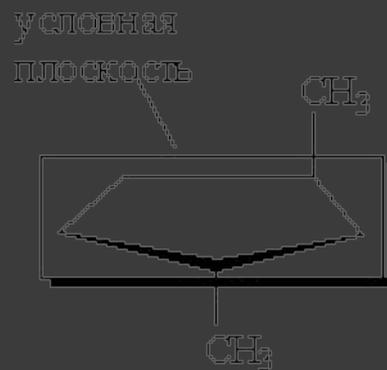


Структурными называют изомеры, отвечающие различным структурным формулам органических соединений (с разным порядком соединения атомов).

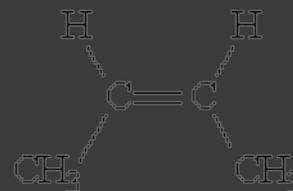
Пространственные изомеры имеют одинаковые заместители у каждого атома углерода и отличаются лишь их взаимным расположением в пространстве.

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

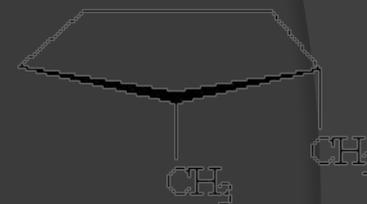
Геометрическая изомерия характерна для соединений, содержащих двойную связь или цикл. В таких молекулах часто возможно провести условную плоскость таким образом, что заместители у различных атомов углерода могут оказаться по одну сторону (*цис-*) или по разные стороны (*транс-*) от этой плоскости. Если 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.



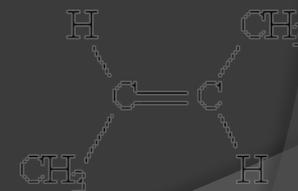
транс-1,2-диметил-
циклопентан



цис-бутен-2

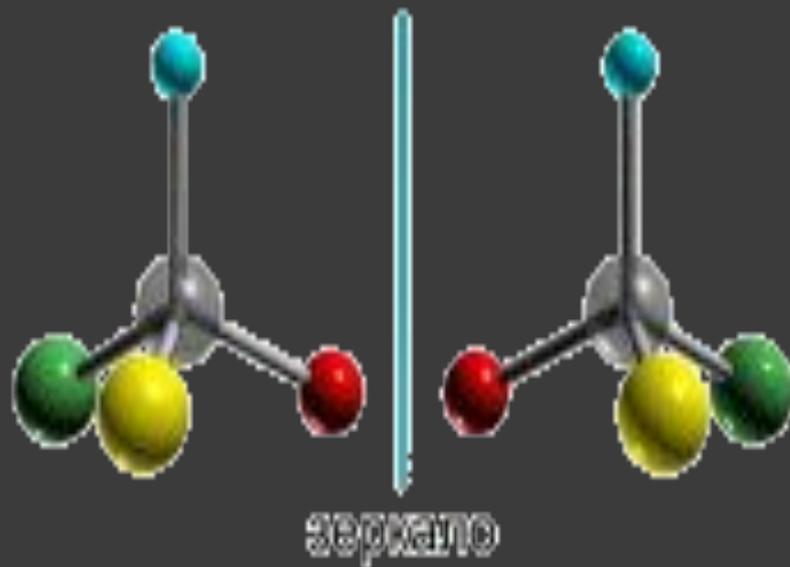


цис-1,2-диметил-
циклопентан

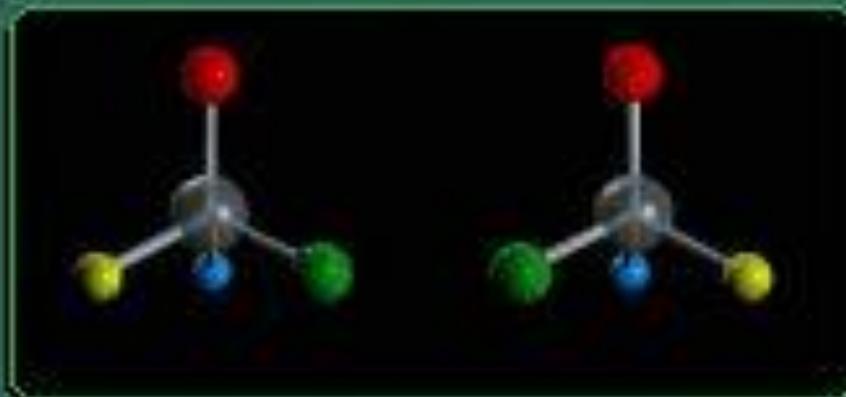


транс-бутен-2

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



Пространственные изомеры



←→
Оптические
(зеркальные)
изомеры

Цис- и транс-
изомеры →



СТРУКТУРНЫЕ ИЗОМЕРЫ



ПЕТАН

Открыт новый способ получения оптических изомеров органических молекул



Когда Алиса оказалась в собственной, но «зазеркальной» комнате, то удивилась: комната вроде похожа, но всё же совсем другая. Точно так же различаются и зеркальные изомеры химических молекул: внешне похожи, но ведут себя по-разному. Важнейшей областью органической химии является разделение и синтез этих зеркальных вариантов. (Иллюстрация Джона Тенниела к книге Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье»)

- ◎ **Американские ученые научились получать оптические изомеры соединений на основе альдегидов, осуществив наконец важную реакцию, над которой химики работали многие годы. В эксперименте они объединили два катализатора, работающие по разным принципам. В результате совместного действия этих катализаторов образуются две активных органических молекулы, которые объединяются в требуемое вещество. На примере этой реакции показана возможность синтеза целого класса биологически важных органических соединений.**

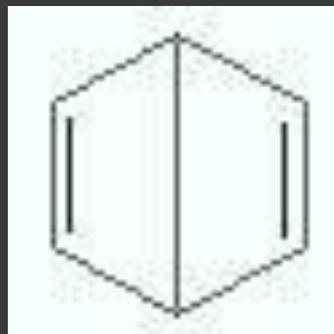
Сейчас известно уже не менее 130 реакций органического синтеза, в которых получаются более или менее чистые хиральные изомеры. Если сам катализатор обладает хиральными свойствами, то из оптически неактивного субстрата получится оптически активный продукт. Это правило было выведено еще в начале XX века и остается базовым и на сегодняшний день.

Принцип выборочного действия катализатора по отношению к оптическим изомерам похож на рукопожатие: катализатору «удобно» связываться только с одним из хиральных изомеров, поэтому и катализируется предпочтительно только одна из реакций. Кстати, термин «хиральный» произошел от греческого *chéir* — рука.

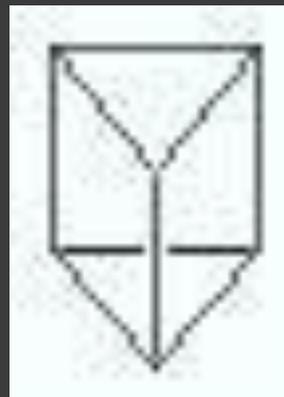




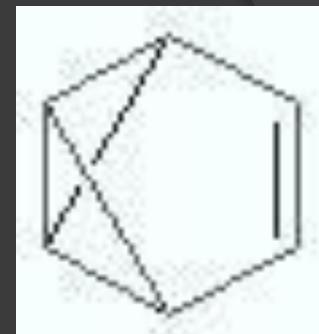
Бензол



**бицикло
[2.0]
гекса-2,5-
диен
"бензол
Дьюара"**

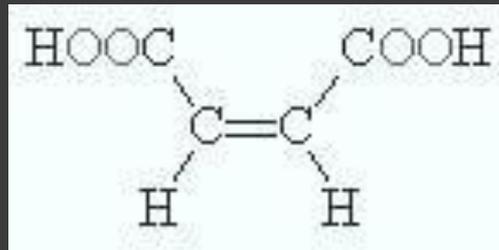
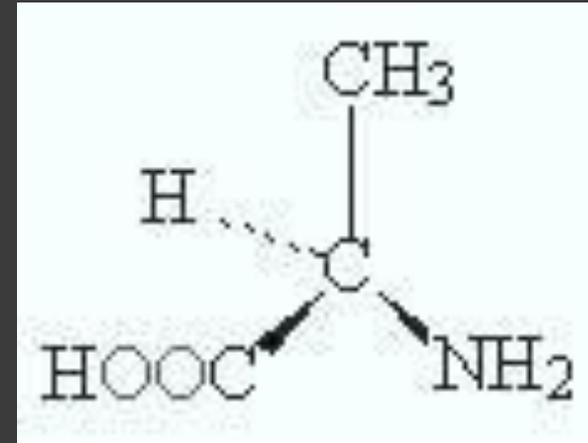
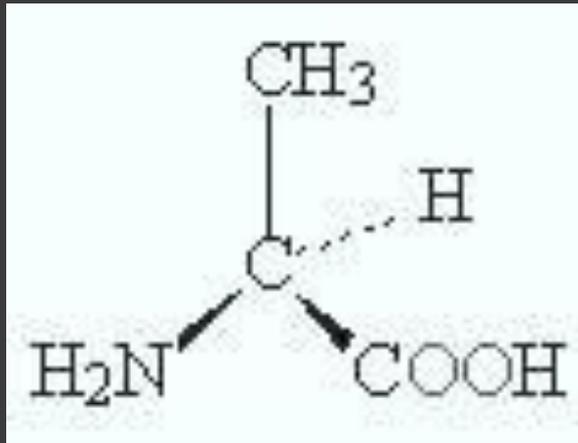


**Призман
"бензол
Ланденбург"
га"**

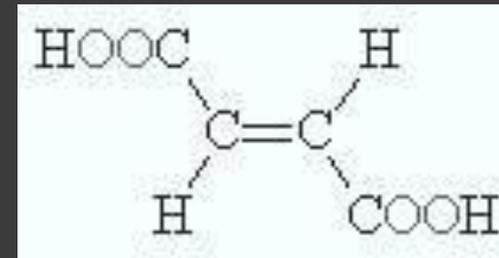


Бензвален

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

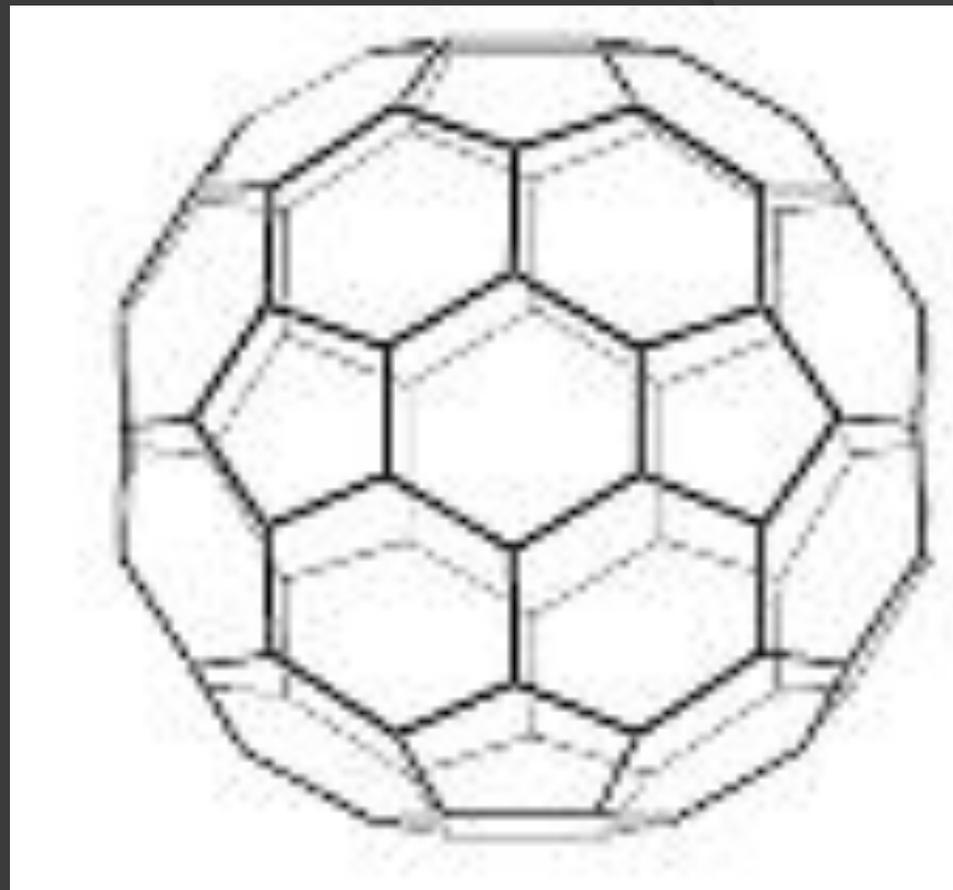


**малеиновая кислота
(цис-1,2-
этилендикарбоновая
кислота)**



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

- ◎ Итак, изомерия –
- ◎ ***одно из наиболее своеобразных проявлений специфики и особенности органической 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		CH ₄	CH ₃ 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 .

Основное положение современной теории строения

Свойства веществ зависят не только от их химического строения, но также и от их электронного и пространственного строения

Домашнее задание:

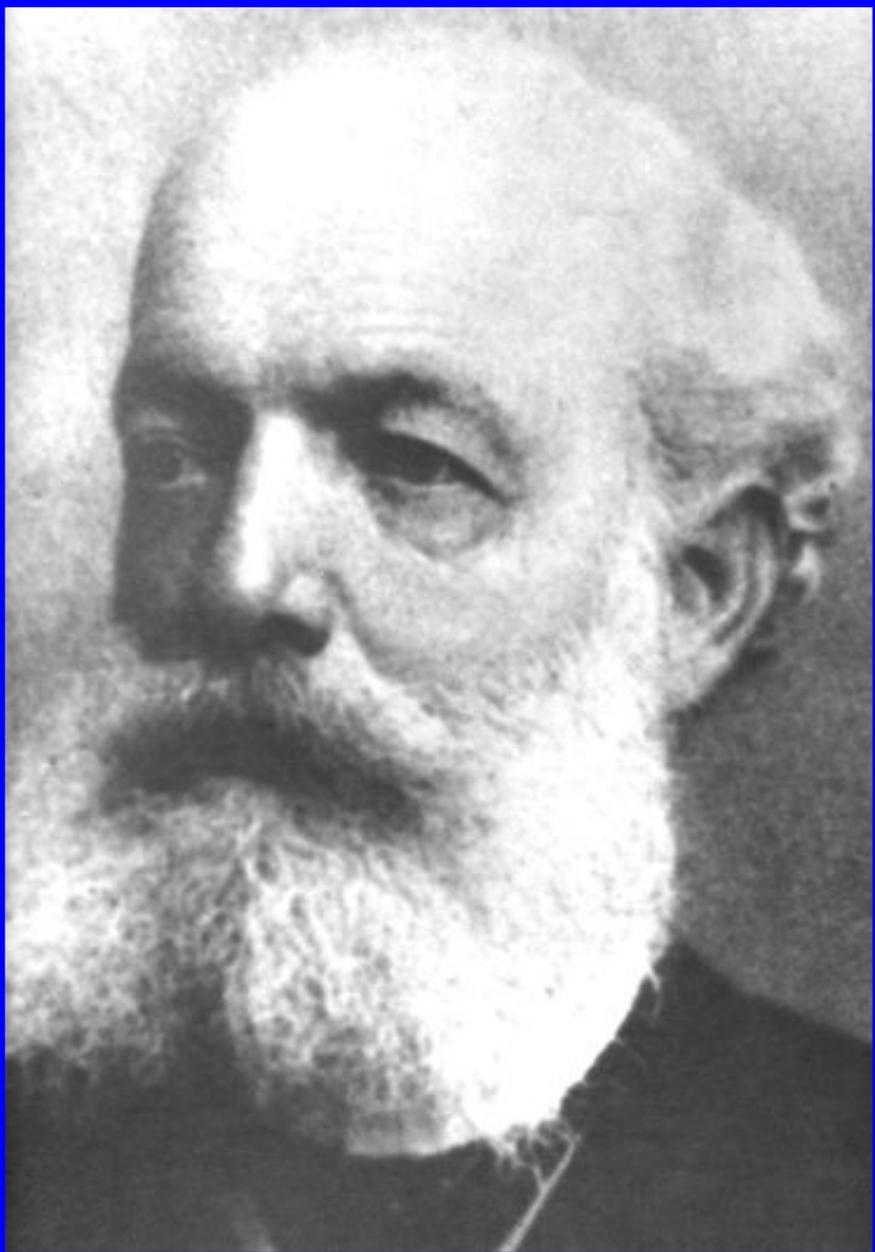


**Франкленд
(Frankland) Эдуард
(1825-99), английский
химик-органик,
иностраннный член-
корреспондент
Петербургской АН (1876).
Ввел термин
«валентность» (1853).**



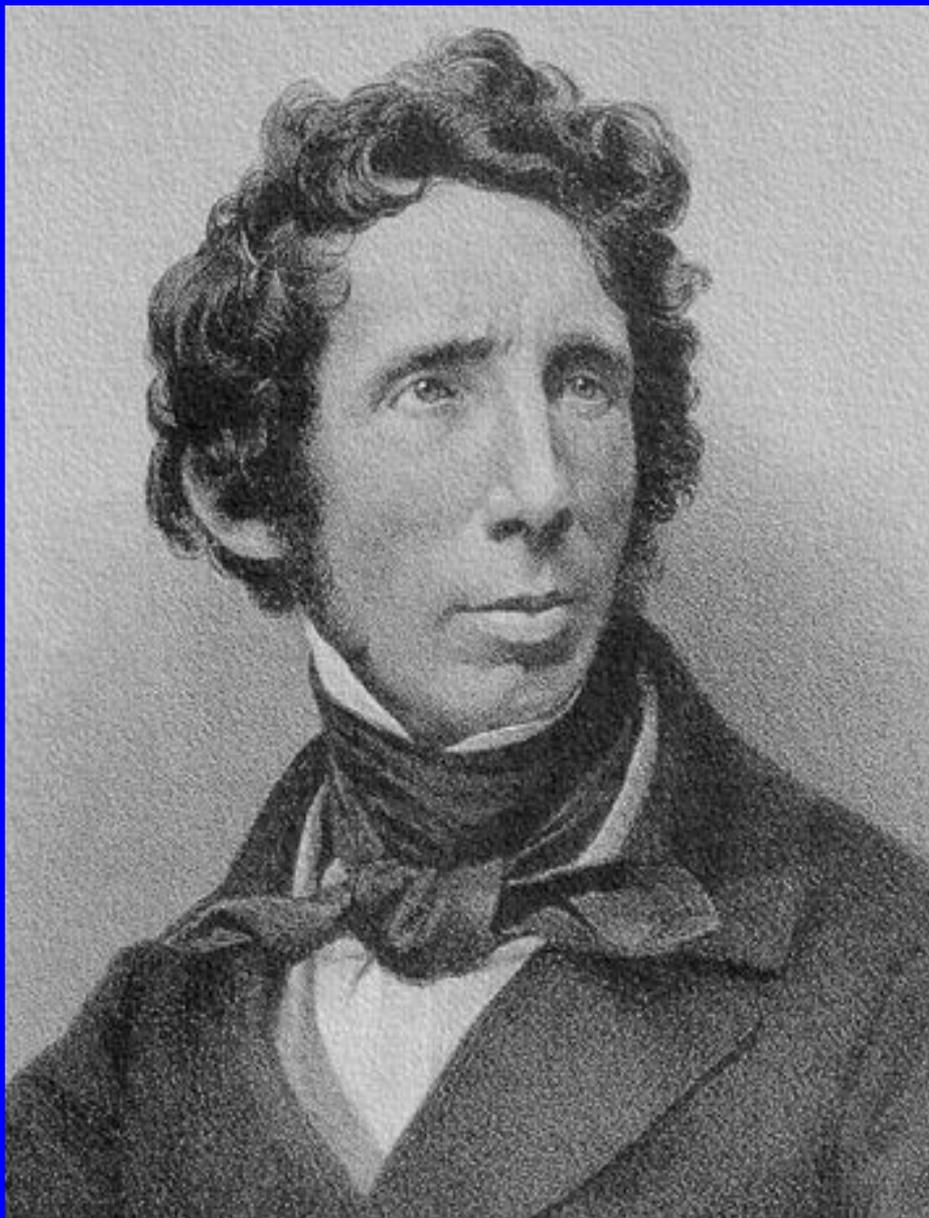


Берцелиус (Berzelius) Йенс Якоб (1779-1848), шведский химик и минералог, иностранный почетный член Петербургской АН (1820). Открыл церий (1803), селен (1817), торий (1828). Создал (1812-19) электрохимическую теорию химического сродства, на ее основе построил классификацию элементов, соединений и минералов. Определил (1807-18) атомные массы 45 элементов, ввел (1814) современные химические знаки элементов. Предложил термин «катализ».



Кекуле (Kekule) Фридрих Август (1829-96), немецкий химик-органик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1887). Труды по теории строения органических соединений. Показал, что углерод четырехвалентен (1857) и его атомы могут соединяться друг с другом в цепи (1858). Предложил (1865) циклическую формулу бензола.





Велер Фридрих (1800-82), немецкий химик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1853). Впервые синтезировал из неорганических веществ органическое соединение (1824) и установил его тождество с мочевиной (1828). Исследования Велера поставили под сомнение правоту витализма.

