



Основные «противоречия»

органической химии

- Многообразии веществ, которые образованы небольшим числом элементов;
 - Кажущееся несоответствие понятий валентности и степени окисления в органических веществах – C_3H_8 ;
- Различные физические и химические свойства соединений, имеющих одинаковую молекулярную формулу:
 - $C_6H_{12}O_6$ – глюкоза, фруктоза;
 - C_2H_6O – этиловый спирт, диметиловый эфир

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;

Недостатки: Теория позволила классифицировать орг. вещества, но зашла в тупик по мере накопления экспериментального материала. Невозможно предсказать свойства вещества на основе строения его молекулы. У каждого вещества столько формул, сколько его превращений существует.



«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.)

Научные предпосылки возникновения теории

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

Т.о. до Бутлерова целостной теории, подтвержденной экспериментом, не существовало.

Основные положения теории строения органических веществ

(А.М. Бутлеров 1861 – 1864 гг.)



1. Атомы в молекулах органических веществ соединены в определенной последовательности согласно их валентности. Эту последовательность Бутлеров назвал **ХИМИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ**.

Углерод в органических соединениях всегда **ЧЕТЫРЕХВАЛЕНТЕН**, а его атомы способны соединяться друг с другом, образуя различные цепи. Углерод в органических соединениях всегда **ЧЕТЫРЕХВАЛЕНТЕН**, а его атомы способны соединяться друг с другом, образуя различные цепи. Химическое строение молекул может быть отображено при помощи структурных формул.

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 объясняет явление изомерии.



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.

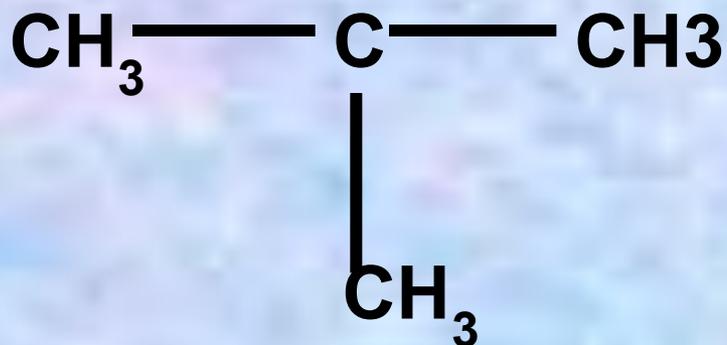
ЗАДАНИЕ:

Составьте структурные формулы для молекул состава C_4H_{10} (бутан), C_5H_{12} (пентан) и C_6H_{14} (гексан)

Пример:



Бутан



Изобутан

Трансформация изомеров пентана

Структурные изомеры

C_5H_{12}

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

н-пентан

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



Если известно, что вещество, имеющее молекулярную формулу C₂H₆O, вступает в химические реакции, характерные для спиртов (выделяет водород в реакции с металлическим натрием), то можно сделать вывод, что мы говорим об этиловом спирте C₂H₅OH.

Направления современного развития теории Бутлерова

1. Развитие представлений о строении молекул: свойства вещества можно объяснить на основе не только химического, но и **электронного** и **пространственного** строения его молекул.

2. Развитие представлений об изомерии: современная органическая химия различает 2 основных типа изомерии : **структурную** Развитие представлений об изомерии: современная органическая химия различает 2 основных типа изомерии : структурную (изомерия цепи, положения кратных связей, функциональных групп, гомологических рядов) и **стереоизомерию** (**геометрическую**, или цис-транс-изомерию и **оптическую**,

Направления современного развития теории Бутлерова

3. Превращение органической химии из описательной науки в созидательную, прогнозирующую; возможно **предсказание, а затем синтез** веществ с заранее заданными свойствами.

4. Создание искусственных аналогов природных веществ, которые могут даже **превосходить** природные **по свойствам** (синтетические красители, каучуки, пластмассы, волокна).

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

Подведем итоги:



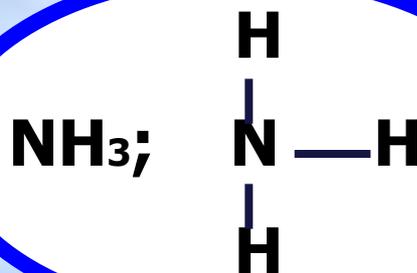
- 1) Что такое изомерия? Изомеры?
- 2) Что такое гомология? Гомологи?
- 3) Что понимают под химическим строением органических соединений?
- 4) Сформулируйте положение теории строения, которое объясняет различие в свойствах изомеров.
- 5) Назовите причины многообразия органических веществ.

ВАЛЕНТНОСТЬ* -

(понятие введено К.Э.Франклендом в 1853 г.)



это свойство атомов химических элементов образовывать строго определенное число ковалентных связей с другими атомами



** Понятие валентности используется для соединений с ковалентной связью*

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ* -

запомнить!

это условный заряд атома в соединении, вычисленный исходя из предположения, что вещество состоит из ионов

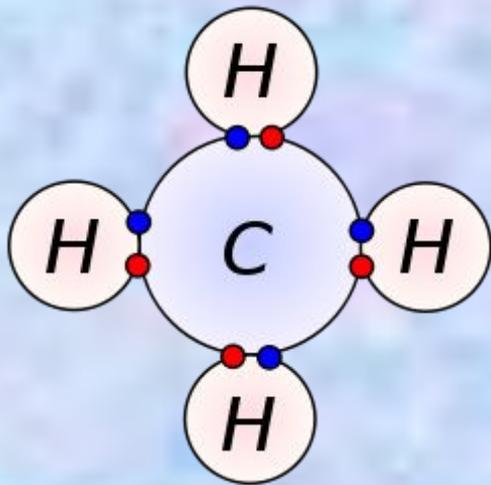


** Понятие степени окисления более характерно для соединений с ионной связью*

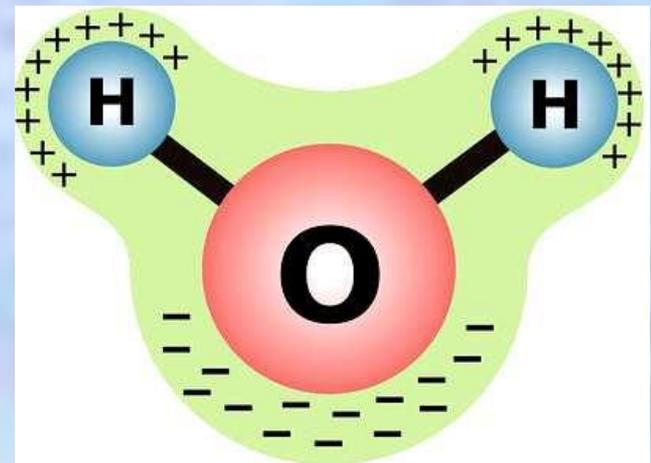


?? Вопрос на засыпку

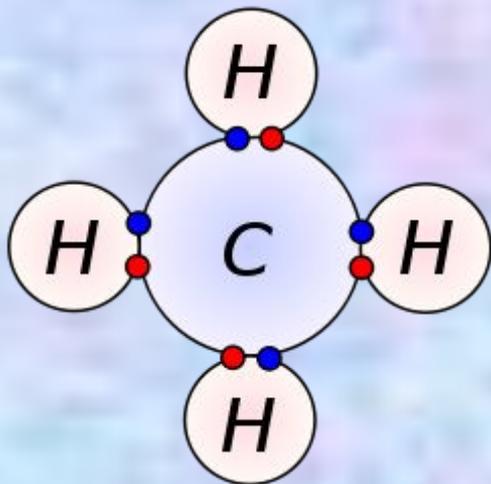
- Что общего в смысле понятий «валентность» и «степень окисления»?
- Чем отличаются эти понятия?
Определите значения валентности и степени окисления в молекулах:



● Электроны водорода
● Электроны углерода



Проверьте себя:



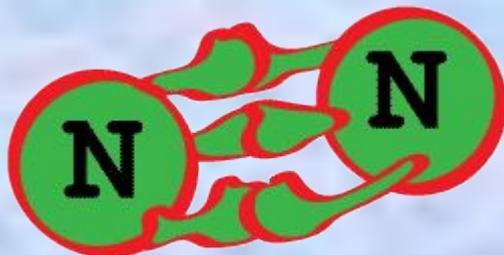
- Электроны водорода
- Электроны углерода

Метан CH_4

$\text{C}^{-4}\text{H}^{+}_4$

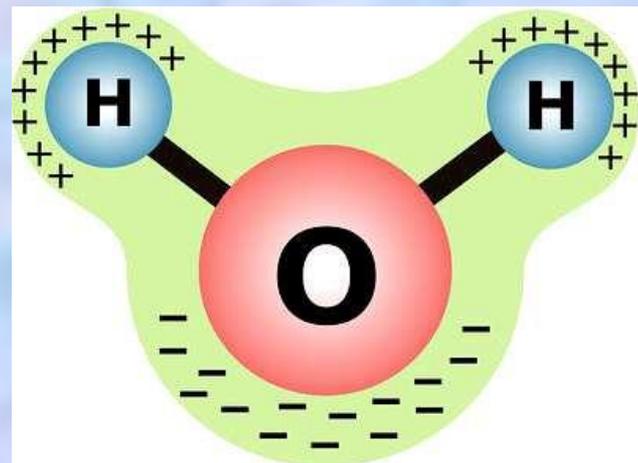
Вал-ть C=4

Вал-ть H=1



Азот N^0_2

Вал-ть N=3



Вода H_2O

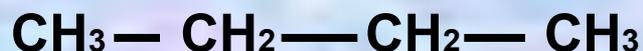
$\text{H}^{+}_2\text{O}^{-2}$

Вал-ть O=2

Вал-ть H=1

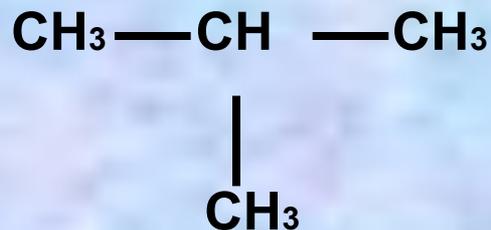


Вещества, которые имеют один и тот же качественный и количественный составы, но отличаются по своему строению и свойствам, называются *изомерами*, а явление существования таких веществ носит название *изомерии*



БУТАН (C₄H₁₀)

(t кип. = - 0,5 C)



ИЗОБУТАН (C₄H₁₀)

(t кип. = -11,7 C)



Зависимость свойств органических веществ от качественного и количественного состава

Состав и свойства		Метан	Метанол
Молекулярная формула		CH₄	CH₃OH
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



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





Бутлеров Александр Михайлович (1828-86), российский химик-органик, академик Петербургской АН (1874). Создал (1861) и обосновал теорию химического строения, согласно которой свойства веществ определяются порядком связей атомов в молекулах и их взаимным влиянием. Первым объяснил (1864) явление изомерии. Открыл полимеризацию изобутилена. Синтезировал ряд органических соединений (уротропин, полимер формальдегида и др.). Труды по сельскому хозяйству, пчеловодству. Поборник высшего образования для женщин.



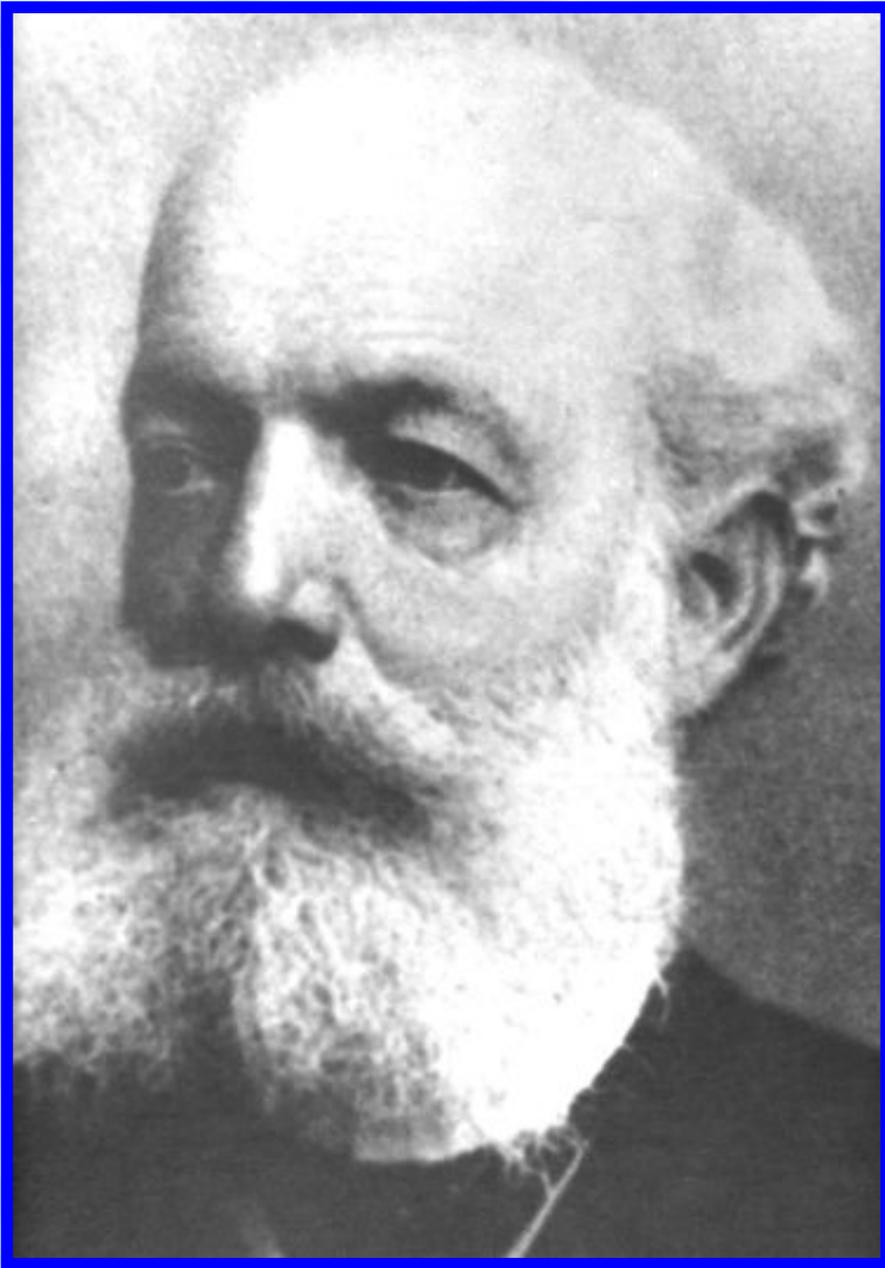
Кстати...

Создатель теории химического строения Александр Бутлеров стал виновником пожара в Казанском университете, студентом которого он являлся в те годы. В наказание незадачливого экспериментатора заставили повесить на себя табличку «великий химик» и пройти в таком виде перед всеми учениками. Это унижение не отвратило молодого человека от его любимого предмета, и через некоторое время Бутлерову действительно удалось стать великим химиком.



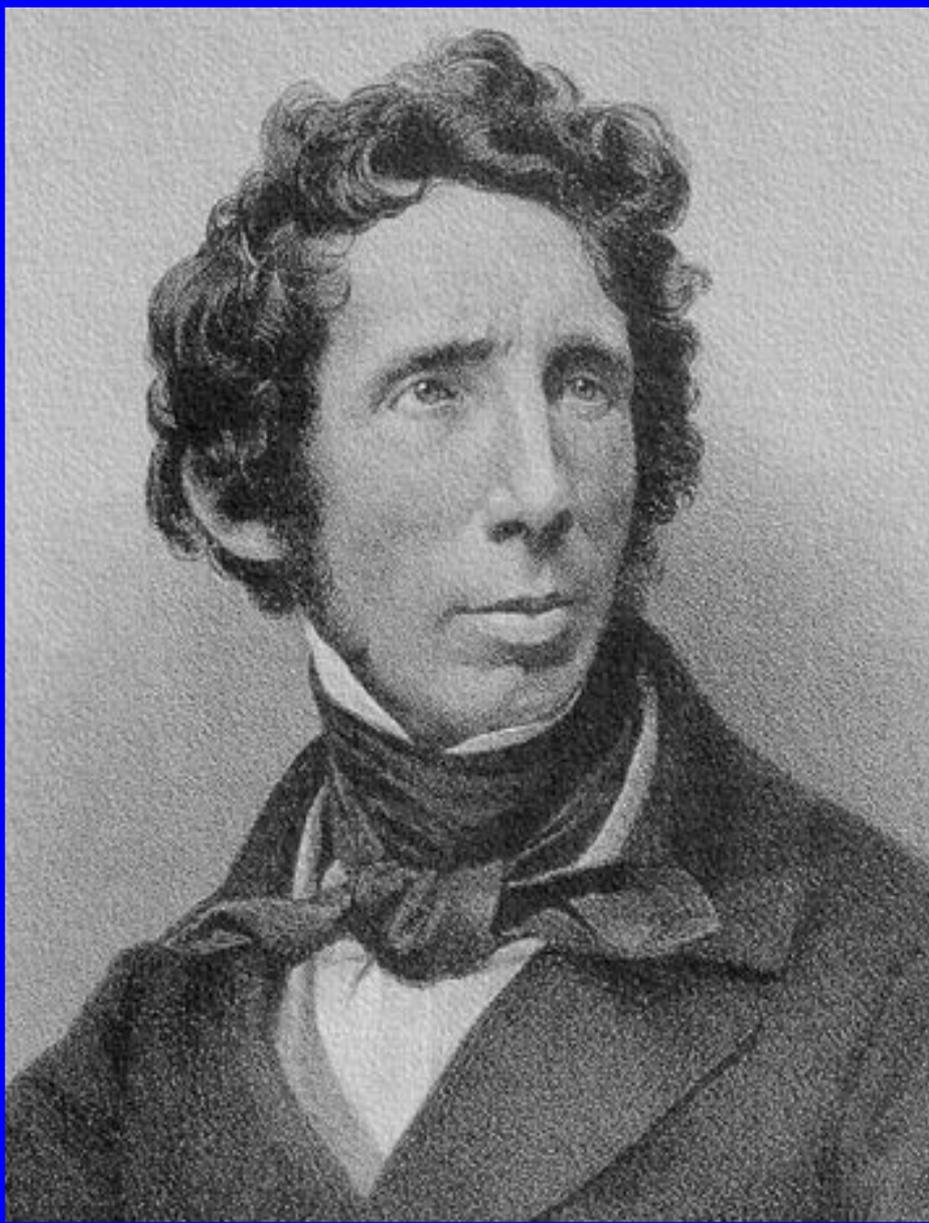
Берцелиус (Berzelius) Йенс Якоб (1779-1848), шведский химик и минералог, иностранный почетный член Петербургской АН (1820). Открыл церий (1803), селен (1817), торий (1828). Создал (1812-19) электрохимическую теорию химического сродства, на ее основе построил классификацию элементов, соединений и минералов.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



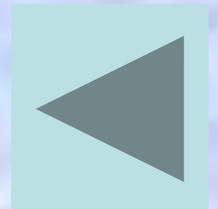


Кекуле (Kekule) Фридрих Август (1829-96), немецкий химик-органик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1887). Труды по теории строения органических соединений. Показал, что углерод четырехвалентен (1857) и его атомы могут соединяться друг с другом в цепи (1858). Предложил (1865) циклическую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

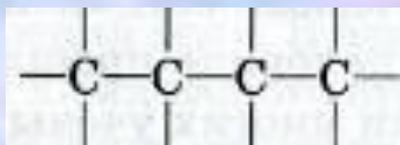




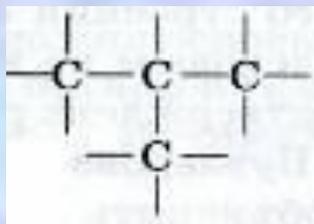
Велер Фридрих (1800-82), немецкий химик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1853). Впервые синтезировал из неорганических веществ органическое соединение (1824) и установил его тождество с мочевиной (1828). Исследования Велера поставили под сомнение правоту витализма.



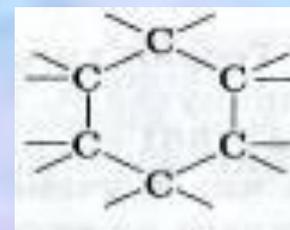
Атомы четырехвалентного углерода могут соединяться друг с другом, образуя **различные цепи** (*в органике приняты структурные формулы*):



открытые
неразветвленные

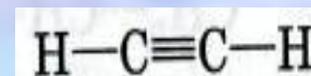
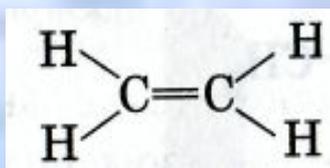
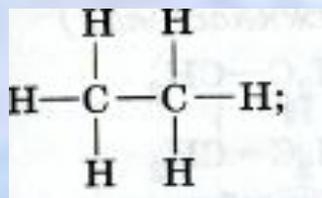


открытые
разветвленные



замкнутые

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



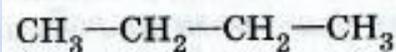
См.также эл.приложение (проф.) 3.14



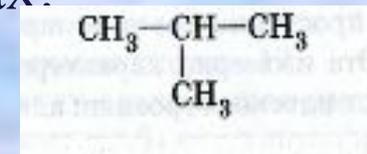
ВИДЫ ИЗОМЕРИИ

1. Структурная изомерия – молекулы веществ различаются порядком связи атомов в молекулах:

1) изомерия углеродной цепи (скелета)



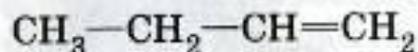
н - бутан



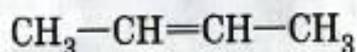
изобутан (2-метилпропан)

2) изомерия положения

а) кратных связей:

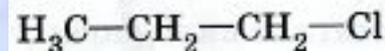


бутен-1

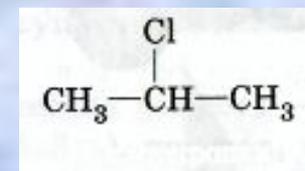


бутен-2

б) заместителей

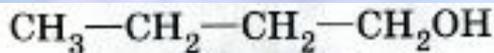


1-хлорпропан

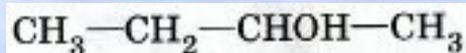


2-хлорпропан

в) изомерия положения функциональных групп

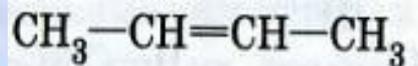


бутанол-1

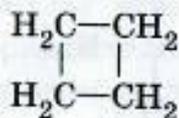


бутанол-2

3) изомерия гомологических рядов (межклассовая)



бутен-2



циклобутан



ВИДЫ ИЗОМЕРИИ

2. Пространственная (стереоизомерия) – молекулы веществ различаются не порядком связи атомов в молекулах, а положением атомов в пространстве (*цис-транс-изомерия* или *геометрическая*).

