

# ИЗОМЕРИЯ

Чтобы начать работу,  
нажмите «Показ слайдов»

# ИЗОМЕРЫ

- Это вещества одинакового состава и молекулярной массы, но имеющие различное строение молекул и разные свойства.

# ИЗОМЕРИЯ

- Это явление существования изомеров.

**Главное:**

изомеры имеют ***одинаковые эмпирические формулы***, но разные структурные формулы.

# ВИДЫ ИЗОМЕРИИ

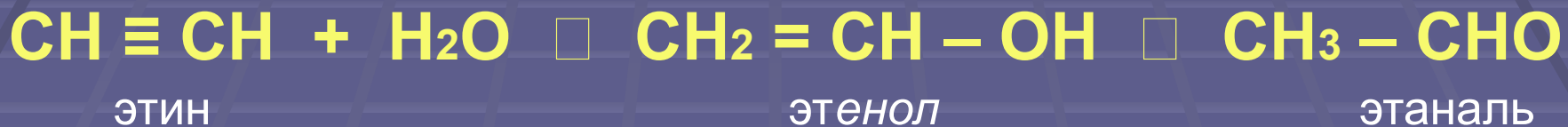
# Динамическая изомерия (таутомерия)

- Таутомерия – достаточно распространенный вид изомерии в органической химии. Динамическая изомерия возможна в случае переноса подвижного атома водорода, при валентных превращениях, внутримолекулярных взаимодействиях и т.д.
- Для таутомеров характерно довольно легкое, иногда самопроизвольное, превращение друг в друга.

Рассмотрим некоторые примеры таутомерии.

# Кето – енольные превращения

- То есть превращение неперехлещного спирта в кетон или альдегид.
- Например, такое превращение наблюдается в реакции Кучерова (гидратация алкинов в присутствии катализатора):



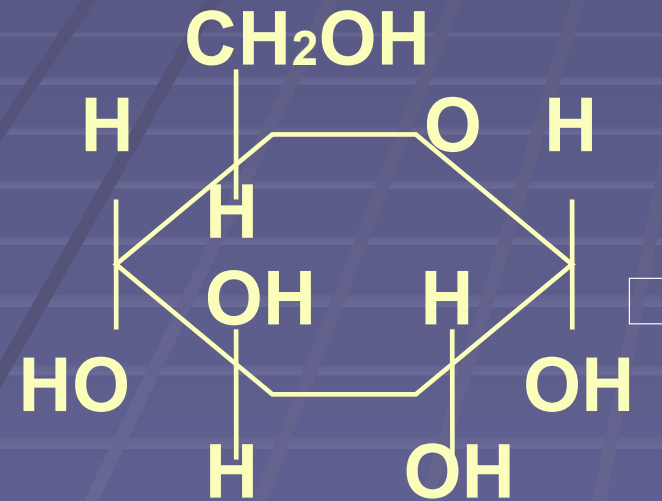
- В данном случае наблюдается перенос подвижного атома водорода от кислорода к соседнему атому углерода.



Другие виды  
изомерии

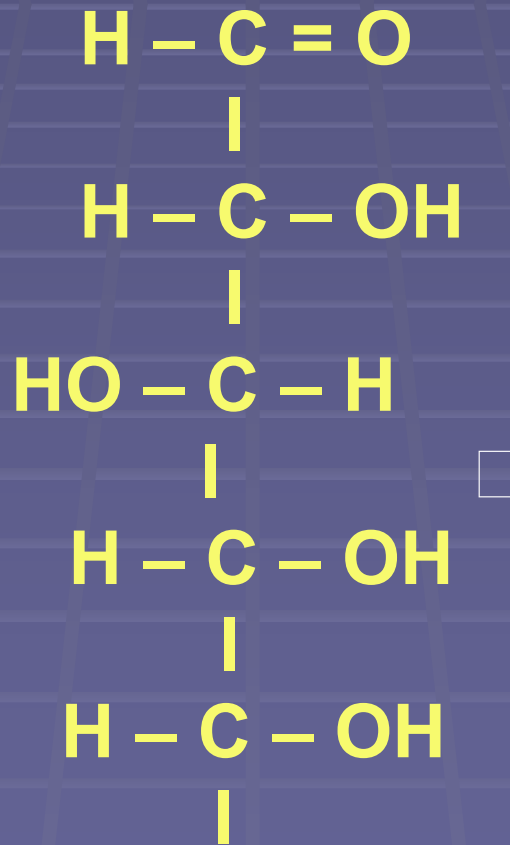
# Таутомеры ГЛЮКОЗЫ

Конец  
работы

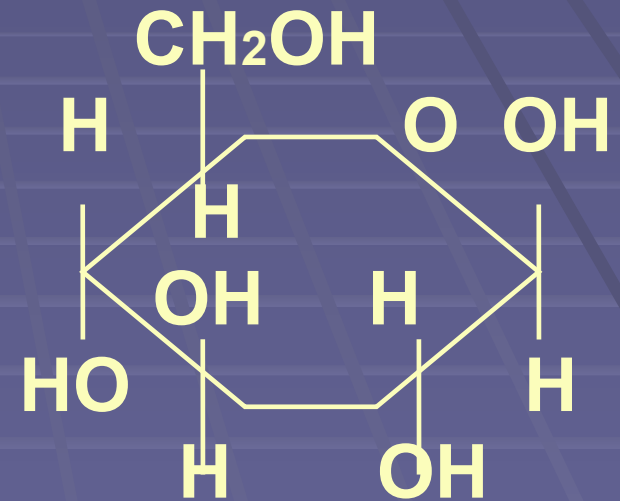


$\alpha$  - глюкоза

(циклическая форма)



открытая (линейная) форма



$\beta$  - глюкоза

(циклическая форма)

# Геометрическая изомерия

- Этот вид изомерии предполагает наличие двух изомеров: *цис-* и *транс-*.
- Геометрическая изомерия характерна для соединений, в которых :
  - невозможно свободное вращение вокруг углерод – углеродной связи (например, алкены)
  - эти атомы углерода связан с двумя различными группами.

Рассмотрим геометрическую изомерию на примере бутена  $C_4H_8$ .

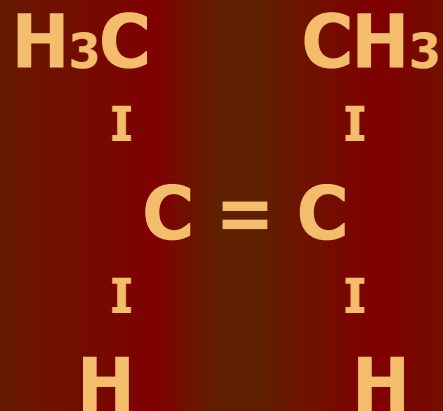
- Напишем структурную формулу бутена – 2:



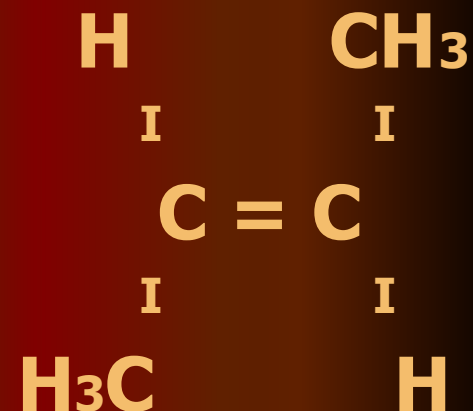
- Вокруг двойной связи  $-\text{C} = \text{C}-$  свободное вращение невозможно, оба атома углерода связаны с различными группами: метилом  $\text{CH}_3-$  и водородом  $\text{H}-$ .



- Существуют два способа расположить эти радикалы в пространстве:



Это *цис* – изомер:  
 одинаковые радикалы  
 расположены  
 по одну сторону  
 двойной связи.

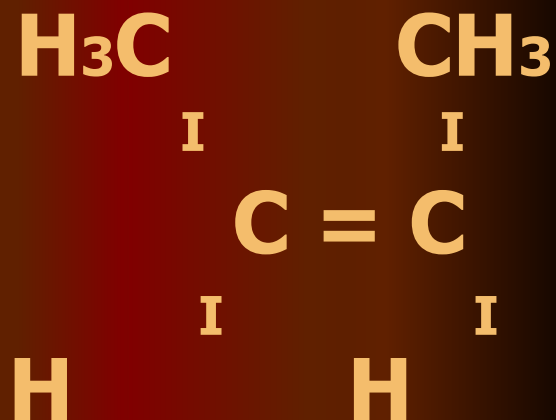


Это *транс* – изомер:  
 одинаковые радикалы  
 расположены  
 по разные стороны  
 двойной связи.

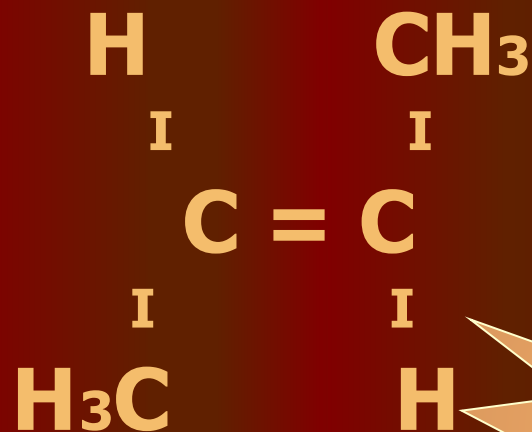
А у бутена -1 есть  
 геометрические  
 изомеры?

# Итак, мы получили два геометрических изомера бутена–2:

- *цис* – бутен–2



- *транс* – бутен–2



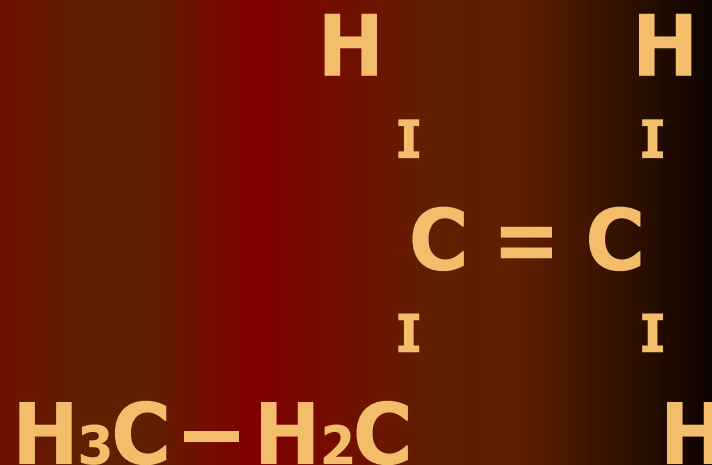
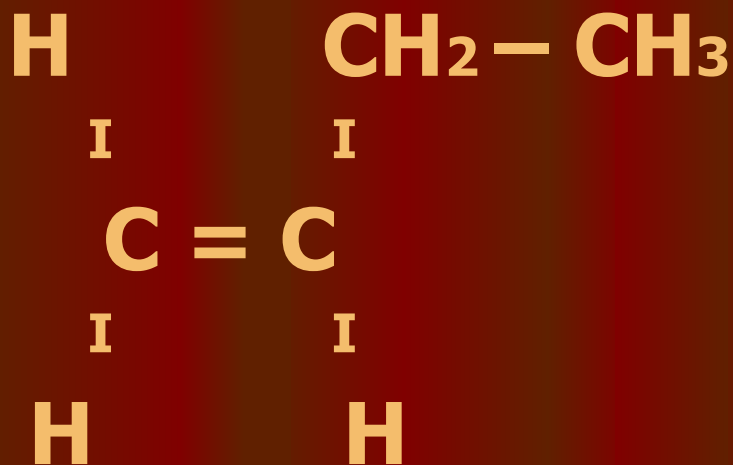
Другие виды  
изомерии

Конец  
работы

**Нет.**  
**Геометрических изомеров**  
***бутена -1***  
**не существует.**

Но почему?  
Ведь для бутена -1  
вращение вокруг двойной связи  
также невозможно,  
как для бутена -2.

## Попробуем составить геометрические изомеры бутена -1:

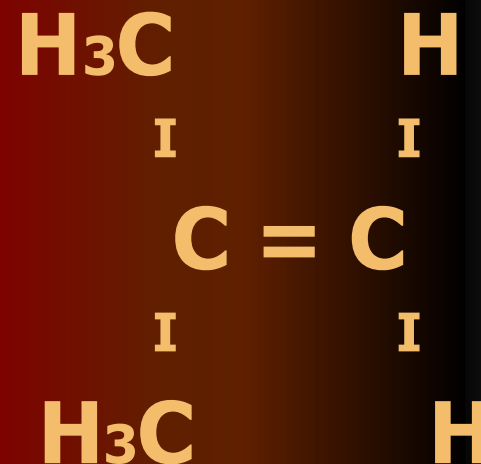
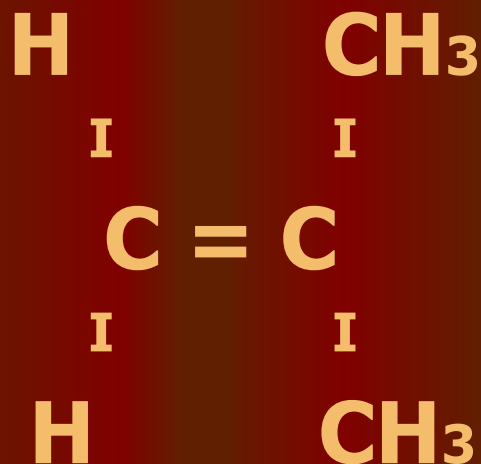


- Как видите, эти структурные формулы изображают одно и то же вещество. (При наложении они совпадают, достаточно лишь повернуть вторую формулу).
- Итак, геометрических изомеров бутена -1 не существует.

Вернемся  
к объяснению.

А для других алкенов  
 $\text{C}_4\text{H}_8$ ,  
геометрические  
изомеры  
возможны?

Существует еще один изомер  $C_4H_8$  – 2-метилпропен. Попробуем составить формулы его геометрических изомеров:



- Как видите, эти структурные формулы так же изображают одно и то же вещество.
- Итак, геометрических изомеров 2 – метилпропена – 1 не существует.

Вернемся  
к объяснению.

# Изомерия углеродного скелета

- Этот вид изомерии характерен для всех классов органических соединений.
- Изомерия углеродного скелета – единственно возможный вид изомерии алканов.

Рассмотрим изомерию углеродного скелета на примере пентана  $C_5H_{12}$

Составим структурную формулу простейшего изомера  $C_5H_{12}$ , имеющего линейное строение.

- Для этого изобразим его углеродный скелет, расположив в ряд все пять атомов углерода:



- А теперь расставим атомы водорода, не забывая при этом, что валентность углерода равна IV, а водорода - I:



Мы написали структурную формулу простейшего изомера *ПЕНТАНА*. А можно ли составить формулу другого изомера?

Для этого сделаем основную цепочку *короче*.

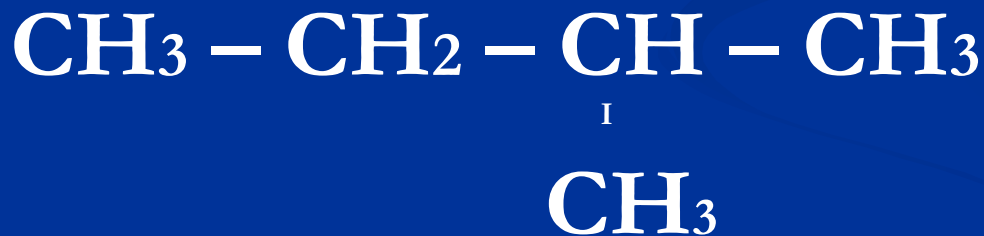
- Расположим в ряд четыре атома углерода:



- А пятый атом присоединим к одному из *средних* углеродных атомов:



- Теперь расставим атомы водорода, не забывая про валентность:



Мы получили формулу  
*2 – МЕТИЛБУТАНА.*

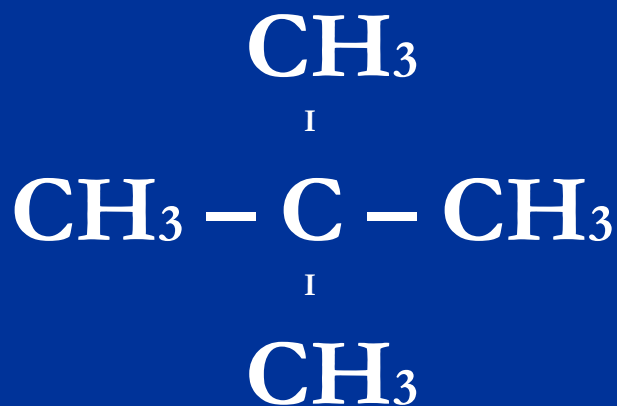
Подумайте, можно ли  
расположить радикал  
у соседнего атома  
«С»?



- Попробуем написать формулу изомера, содержащего в основной цепи три атома углерода:



- Теперь присоединим оставшиеся атомы углерода ко второму атому цепочки в виде метил-радикалов и расставим атомы водорода:



Мы получили формулу еще одного изомера – *2,2 – ДИМЕТИЛПРОПАНА.*

А можно вместо  
двух метил-  
радикалов  
использовать  
один  
этил-радикал?

# Итак, мы получили три изомера с эмпирической формулой $C_5H_{12}$ :



Другие виды  
изомерии

Конец  
работы

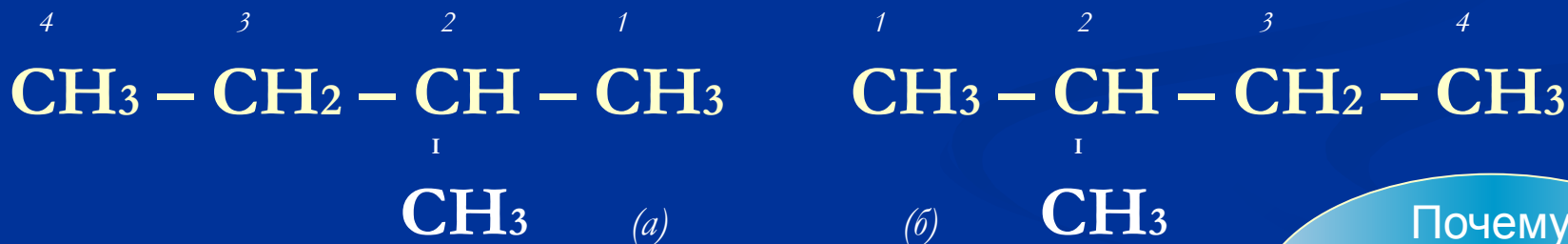


Вернемся  
к объяснению.

- Разместим радикал у соседнего атома углерода:



- Пронумеруем атомы углерода в обоих соединениях в соответствии с правилами систематической номенклатуры:



Мы видим, что обе формулы – (а) и (б) изображают одно и то же вещество **2-МЕТИЛБУТАН**.

Почему изменился порядок нумерации?

А можно поставить радикал у крайнего атома «С»?

- Сделаем это и посмотрим, что у нас получится:



I



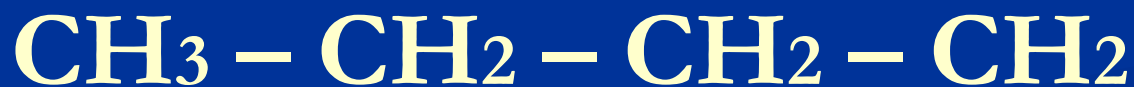
- Пронумеруем атомы углерода:

5

4

3

2



1

I

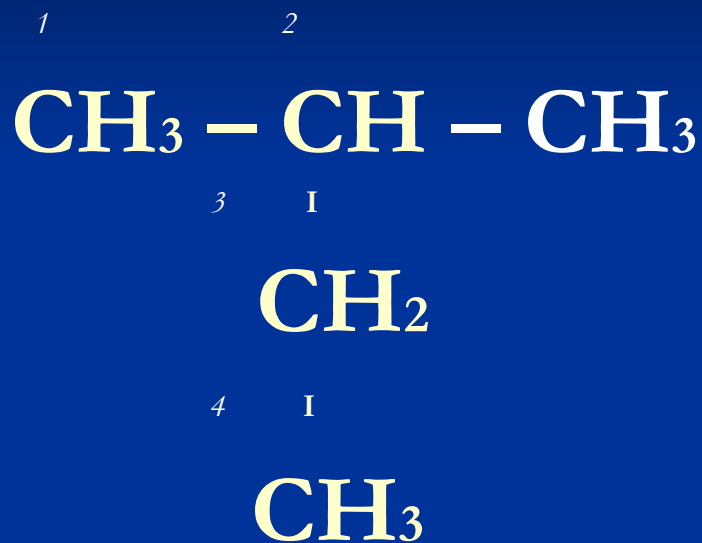


Пытаем  
ся  
располо  
жить  
радикал  
у  
крайнего  
атома  
«С».

Как видите, мы вновь получили *ПЕНТАН*.  
Такой изомер у нас уже есть.


Вернемся  
к объяснению.

- Давайте попробуем использовать этил–радикал,
- а за одним пронумеруем атомы углерода основной (т.е. *самой длинной*) цепочки:



Как видите, такой изомер у нас уже был.

Это 2-МЕТИЛБУТАН.

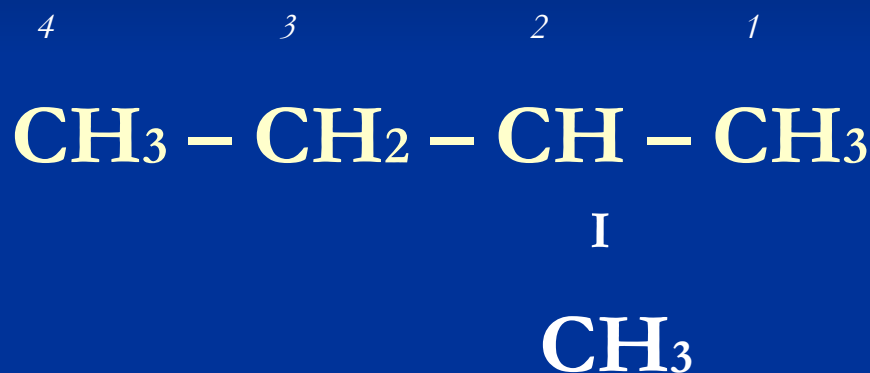


Вернемся  
к объяснению.

# Порядок нумерации

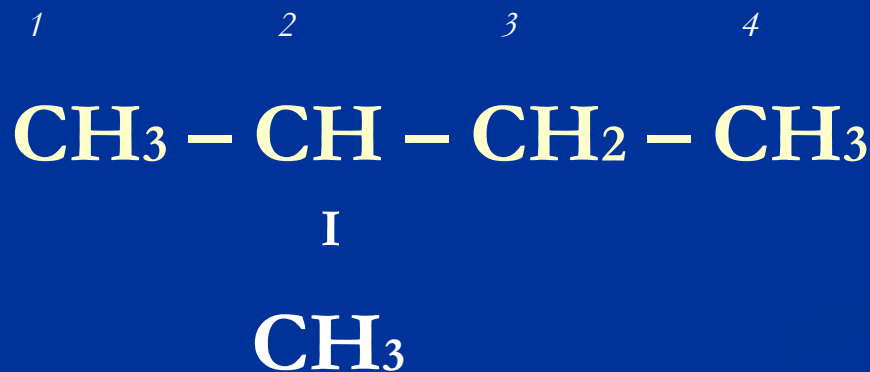
Вернемся  
к объяснению.

- Порядок нумерации определяется в соответствии с правилами систематической номенклатуры.
- Нумеровать цепочку начинаем с того края, где ближе разветвление:



нумерацию ведем слева

направо, т.к. радикал расположен ближе к левому краю



нумерацию ведем справа

налево, т.к. радикал расположен ближе к правому краю

# Изомерия положения кратной связи

- Кратной связью называют
- двойную связь  $-C=C-$
- тройную связь  $-C\equiv C-$

Рассмотрим изомерию положения кратной связи на примере пентена



Напишем структурную формулу простейшего линейного изомера  $C_5H_{10}$ , у которого двойная связь расположена возле первого атома углерода.

- Для этого расположим все атомы углерода в одну цепочку, после первого атома углерода расположим двойную связь, :



- Теперь расставим атомы водорода:



**Итак, мы написали формулу первого изомера  $C_5H_{10}$  пентена-1.**



Само название этого вида изомерии предполагает, что положение двойной связи должно меняться.

- Разместим двойную связь после второго атома углерода:



Этот изомер называется  
пентен –2

Подумайте,  
существуют ли другие  
изомеры этого вида?

# Итак, мы составили формулы двух изомеров пентена:

- пентен – 1



- пентен – 2



Другие виды  
изомерии

Конец  
работы

Нет.

Других *изомеров положения*  
*двойной связи*  
для пентена не существует.

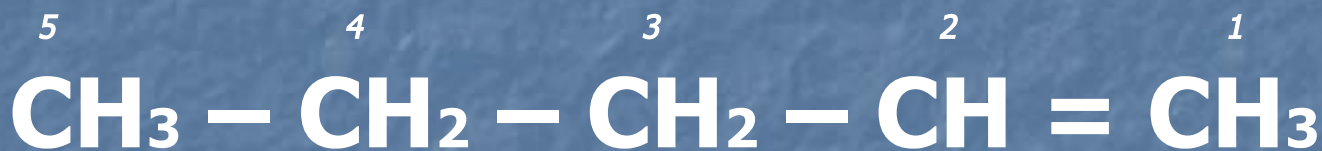
А как же  
пентен – 3  
и пентен – 4?

# Вспомните правила номенклатуры и порядок нумерации:

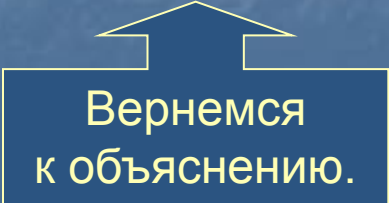
- В соответствии с правилами систематической номенклатуры нумерация начинается с того края, где ближе находится кратная связь:



Этот изомер называется  
пентен – 2



Этот изомер называется  
пентен – 1



Вернемся  
к объяснению.

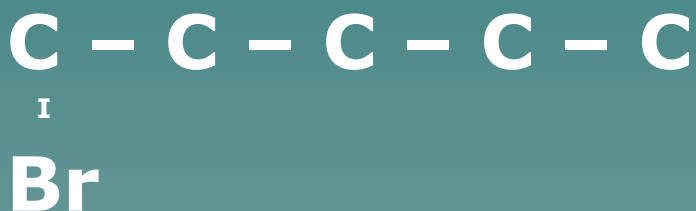
# Изомерия положения функциональной группы

- ◆ Функциональная группа – это атом или группа атомов, которая определяет основные свойства соединения.
- ◆ К функциональным группам относятся гидроксогруппа  $-\text{OH}$ , сульфогруппа  $-\text{SO}_3\text{H}$ , карбоксильная  $-\text{COOH}$ , нитрогруппа  $-\text{NO}_2$  и другие.
- ◆ К функциональным группам можно так же отнести галогены:  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{F}$ ,  $-\text{I}$ .

Рассмотрим изомерию положения функциональной группы на примере бромпентана  **$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$**

Напишем формулу простейшего линейного изомера  $C_5H_{11}Br$ , у которого атом брома расположен возле первого атома углерода.

- ◆ Для этого расположим все атомы углерода в одну цепочку, к первому атому углерода присоединим атом брома, вспомнив при этом, что валентность брома равна I:



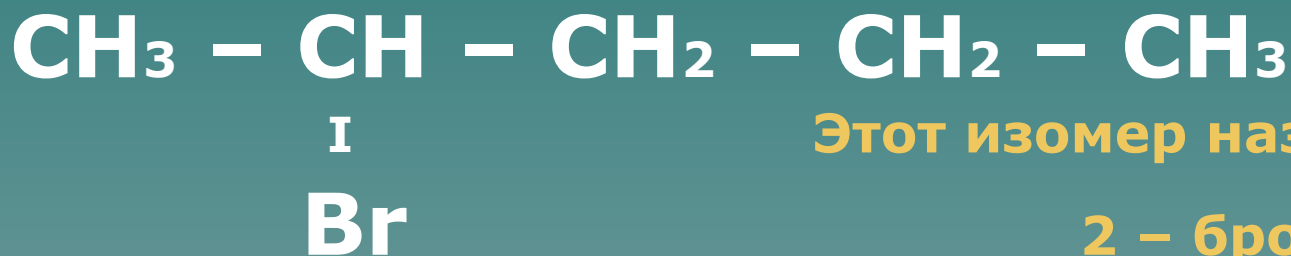
- ◆ Теперь расставим атомы водорода:



**Итак, мы написали формулу первого изомера  $C_5H_{11}Br$  – 1-бромпентана.**

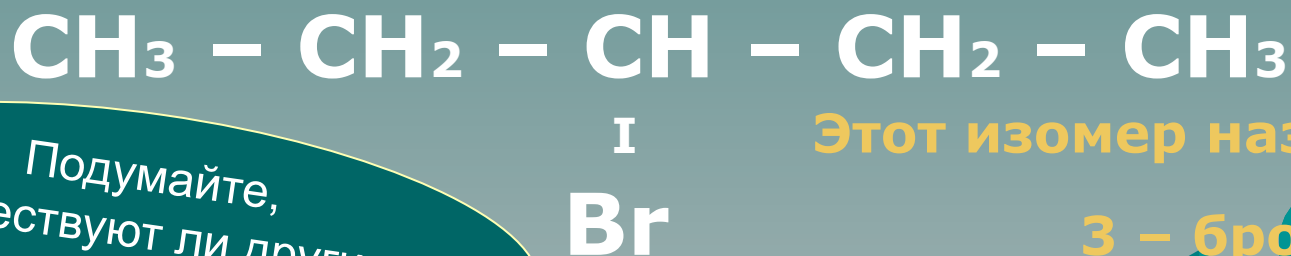
Само название этого вида изомерии предполагает, что положение функциональной группы должно меняться.

- ◆ Разместим атом брома возле второго атома углерода:



Этот изомер называется  
2 – бромпентан

- ◆ Вы легко догадаетесь как будет выглядеть третий изомер:



Этот изомер называется  
3 – бромпентан

Подумайте,  
существуют ли другие  
изомеры этого вида?

Итак, мы получили формулы  
трех изомеров бромпентана:

- ◆ 1-бромпентан



- ◆ 2-бромпентан



- ◆ 3-бромпентан



Другие виды  
изомерии

Конец  
работы



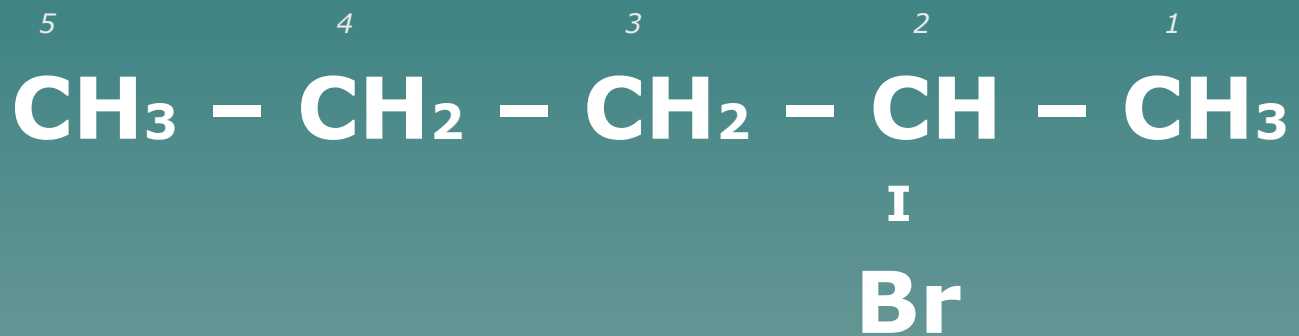
Нет.

Других *изомеров положения функциональной группы* для бромпентана не существует.

А как же  
4 – бромпентан и  
5 – бромпентан?

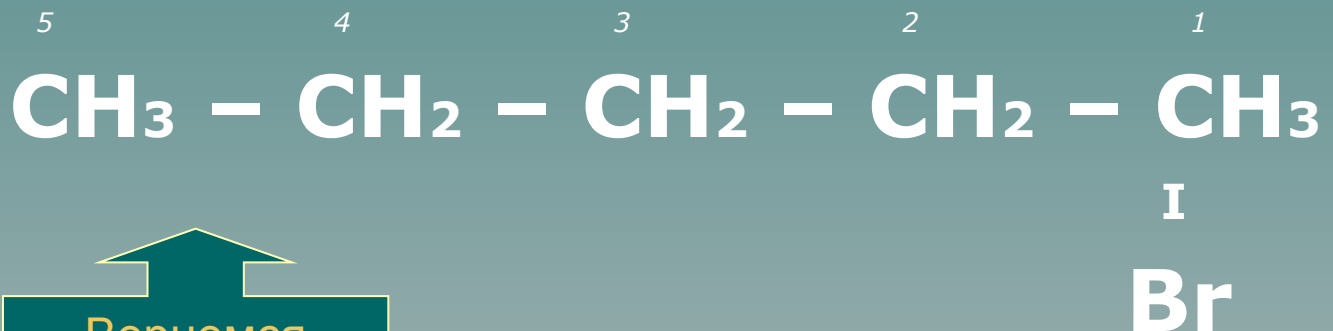
# Вспомните правила номенклатуры и *порядок нумерации:*

- ♦ В соответствии с правилами систематической номенклатуры нумерация начинается с того края, где ближе расположена функциональная группа:




Этот изомер  
называется

2-бромпентан



Этот изомер  
называется

1-бромпентан



Вернемся  
к объяснению.

# Межклассовая изомерия

- Эти изомеры относятся к разным классам органических соединений.
- Остается просто запомнить какие классы соединений изомерны друг другу.

Рассмотрим некоторые примеры межклассовой изомерии.

■ **C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>**

алкен



*бутен - 1*

циклоалкан



*циклобутан*

■ **C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>**

алкин



*бутин - 1*

диен



*бутадиен - 1,3*

Кислородсодержащие соединения.



спирт



этанол

простой эфир



диметиловый эфир



кислота



пропановая кислота

сложный эфир



метилацетат



альдегид



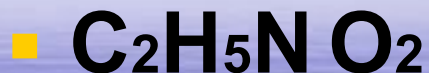
пропаналь

кетон



пропанон – 2

Азотсодержащие  
соединения.



аминокислота



*2 – аминоктановая кислота*

нитросоединения



*нитроэтан*

Можно найти межклассовые изомеры и для других соединений. Подумайте сами, для каких.

Другие виды  
изомерии

Конец  
работы

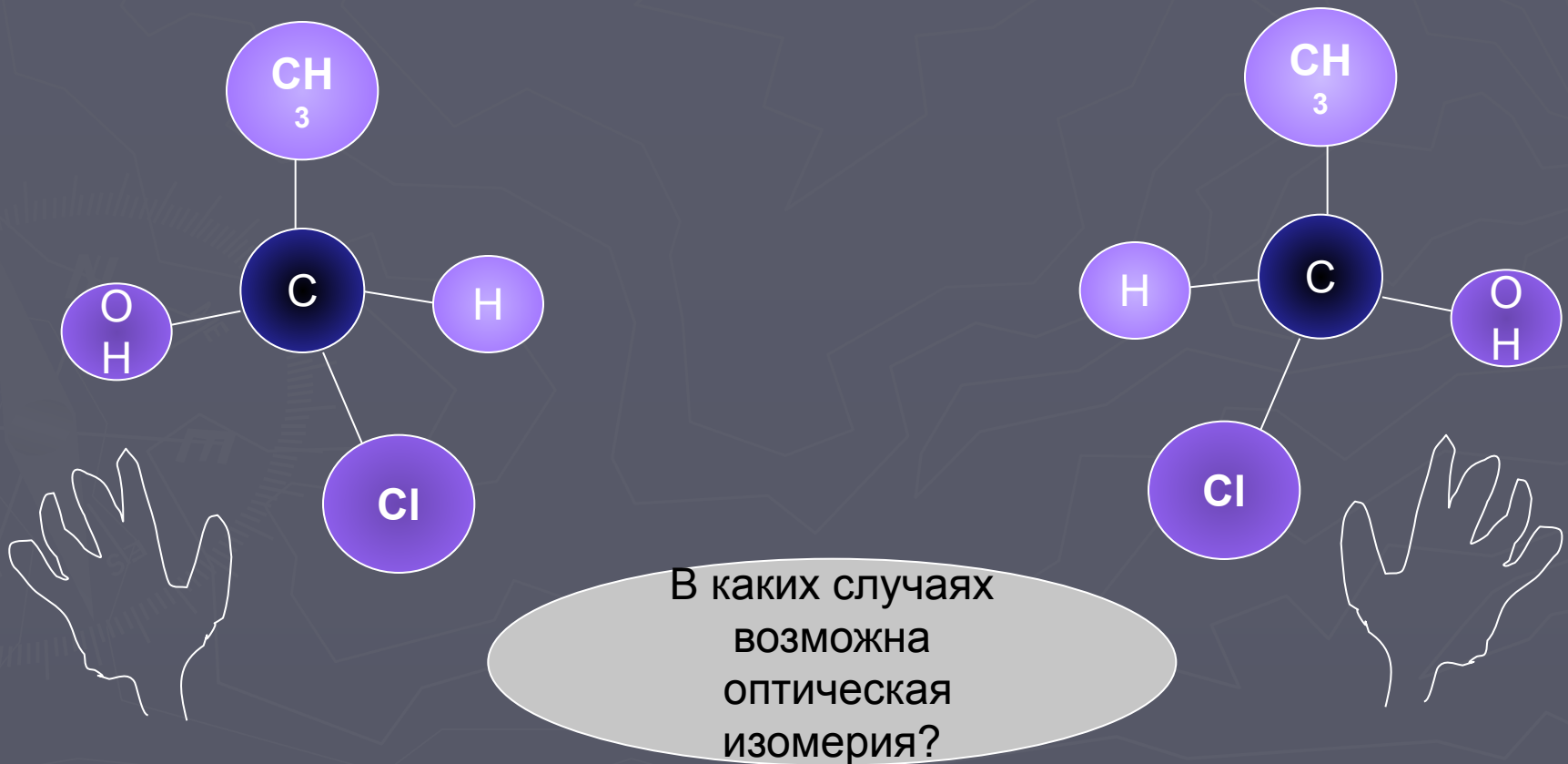
# Оптическая изомерия

- ▶ Оптическая изомерия характерна для многих природных соединений. Особенно большое значение она имеет для углеводов и белков.
- ▶ Оптические изомеры обладают одинаковыми химическими свойствами. Большинство их физических свойств ( $t_{\text{пл}}$ ,  $t_{\text{кип}}$ , цвет, запах и т.д.) совпадают. Отличаются они лишь способностью отклонять на некоторый угол плоскость поляризации поляризованного света, а в твердом состоянии их кристаллы выглядят зеркальным отражением друг друга.

Что такое поляризованный свет и как он вращается?



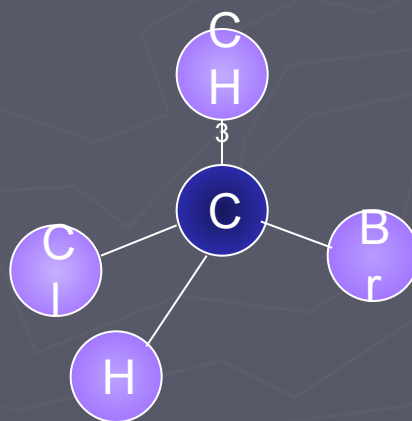
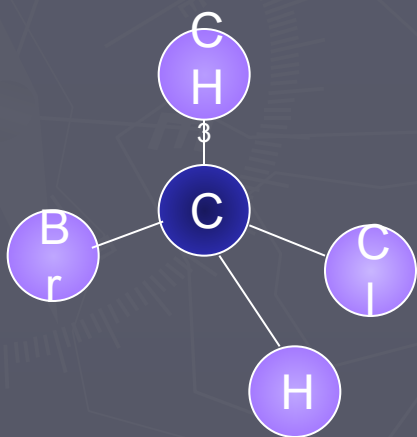
- По своему строению оптические изомеры столько же похожи и столько же отличаются друг от друга, как правая и левая руки, которые являются зеркальным отображением друг друга.





# Для существования оптических изомеров необходим *асимметрический* атом углерода

- ▶ Асимметрическим называют атом углерода, соединенный с четырьмя различными атомами или группами атомов.
- ▶ Например, у 1-бром-1-хлорэтана первый атом углерода связан с четырьмя разными атомами:  $-H$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-CH_3$ .
- ▶ В этом случае возможны два различных расположения молекулы в пространстве:



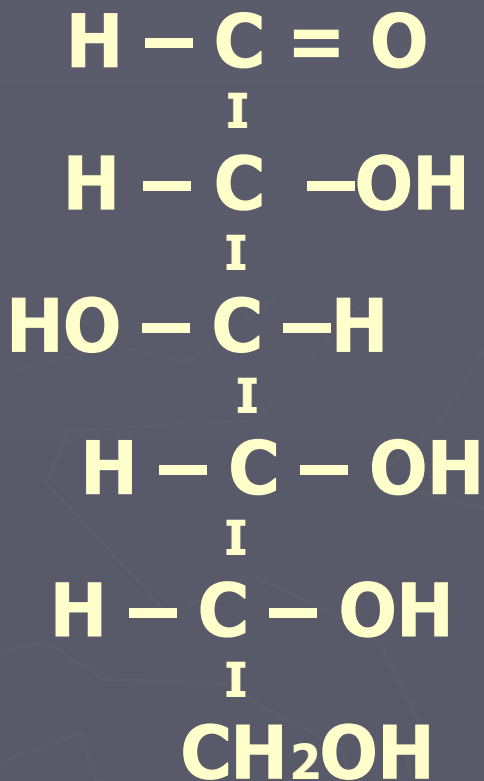
А в природе встречается оптическая изомерия?

# В природе наибольшее значение имеет оптическая изомерия углеводов и аминокислот

Интересно, что практически все  
«природные» углеводы имеют  
D-конфигурацию,  
а вот аминокислоты  
встречаются только в L-форме.

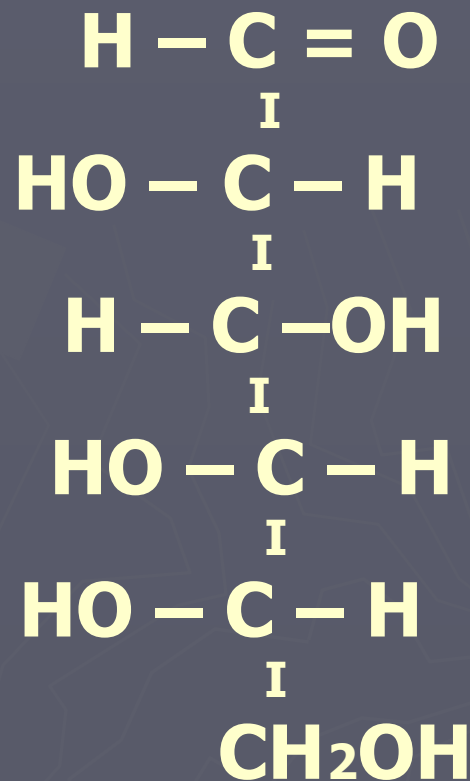
D-глюкоза

распространен  
а  
в природе



L-глюкоза

в природе  
не  
встречается

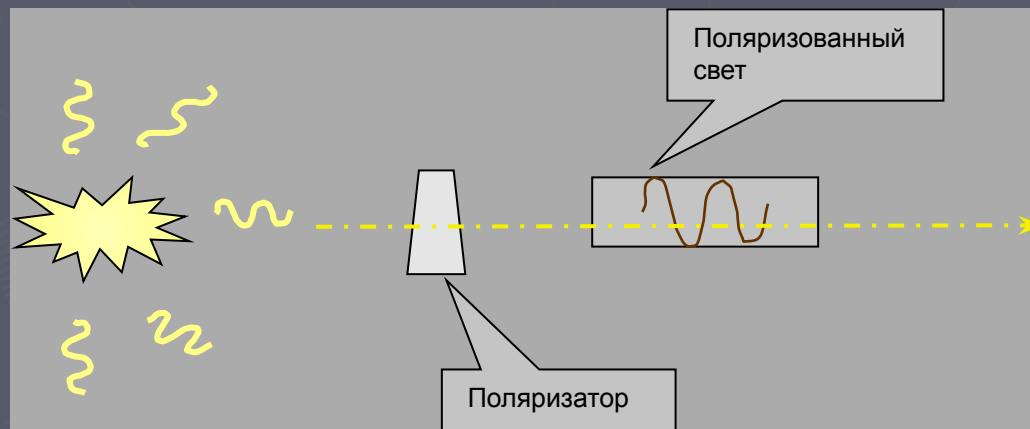


Некоторые термины,  
принятые  
в оптической изомерии.

# Некоторые термины

- ▶ Оптическая изомерия – иначе **зеркальная изомерия** или **энантиомерия**.
- ▶ Оптические изомеры – иначе называются **зеркальными изомерами** или **энантиомерами**.
- ▶ **Хиральность** – способность соединений существовать в виде пары зеркальных изомеров.
- ▶ **Хиральный центр** или **хиральный атом** углерода – асимметрический атом углерода, связанный с четырьмя различными атомами или группами атомов.
- ▶ **Рацемат** – смесь оптических изомеров, не обладающая оптической активностью. В рацемате изомеры погашают оптическую активность друг друга.

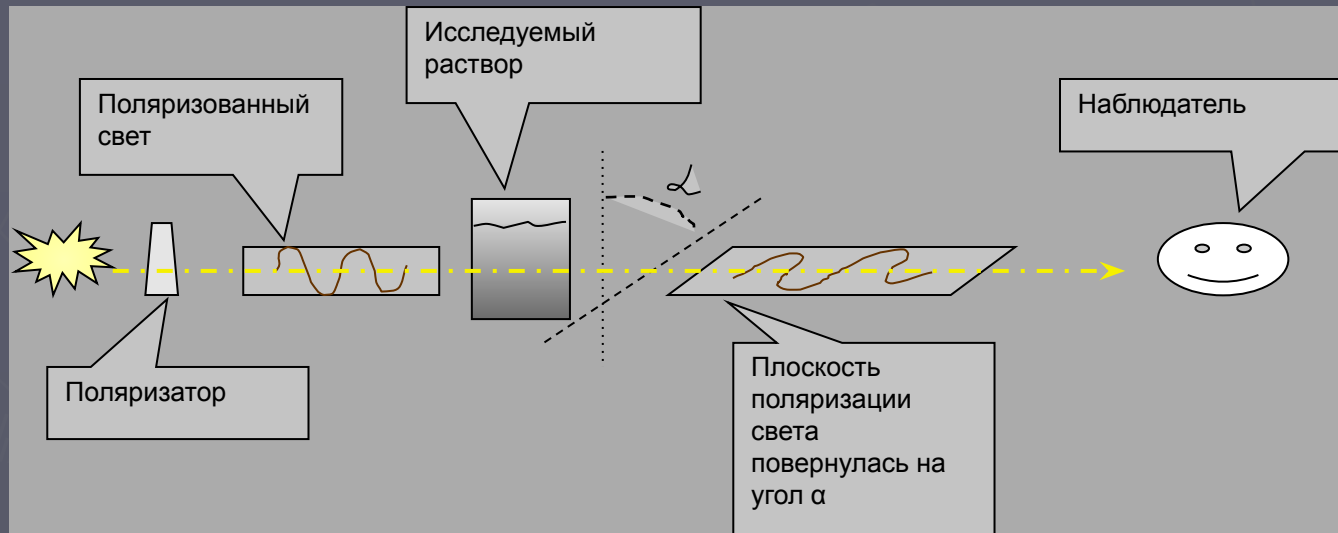
- ▶ Обычный свет представляет собой электромагнитные колебания. Как правило световые волны колеблются во множестве плоскостей.
- ▶ Если свет пропустить через специальный *поляризатор*, то все световые волны будут колебаться в одной плоскости.



- ▶ Такой свет называется *плоскополяризованным* или *поляризованным*.

В 1815г Жан Батист Био открыл явление **оптической активности** – способности жидкости изменять (отклонять на некоторый угол) плоскость поляризации поляризованного света.

- ▶ После прохождения через *раствор оптически активного вещества* плоскость, в которой колеблются световые волны, поворачивается на некоторый угол  $\alpha$ .



- ▶ Если плоскость поляризации света смещается по часовой стрелке, такое вещество называют **правовращающим (+)**, если против часовой стрелки, то вещество называют **левовращающим (-)**.

Вернемся  
к объяснению.

# КОНЕЦ РАБОТЫ

**Вы поняли что такое изомерия?**

**Научились строить изомеры?**

**Значит самое время приступить к выполнению Домашнего Задания.**

**Желаю успеха.**