

# ViTa



# Алкадиены

**Алкадиены (диены)** – непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат две двойные связи.

## Классификация

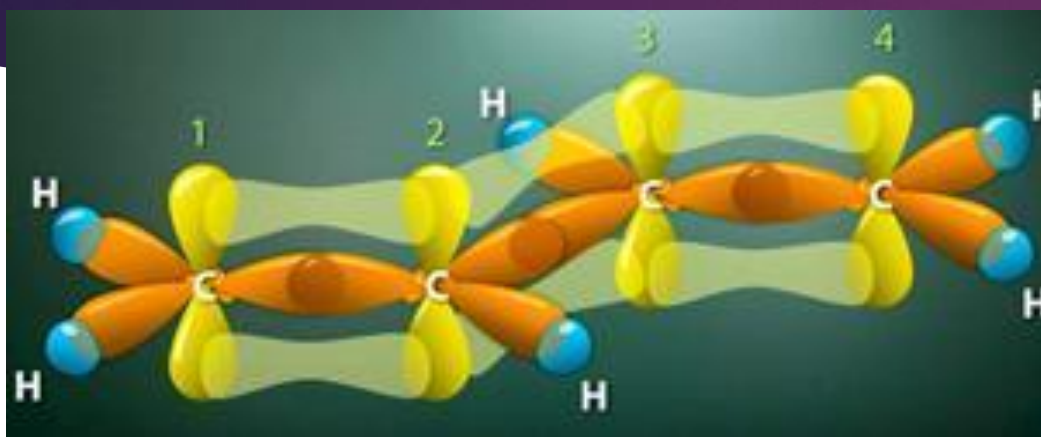
### □ *Взаимное расположение двойных связей в молекулах*

*Диены с кумулированными связями – две двойные связи находятся у одного атома углерода:  
 $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$  (пропадиен (аллен)).*

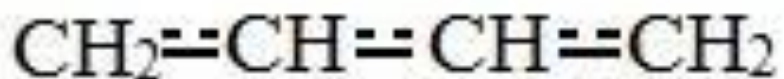
*Диены с сопряженными связями – двойные связи разделены в цепи одной  $\sigma$ -связью:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (бутадиен-1,3).*

*Диены с изолированными связями – двойные связи разделены в углеродной цепи двумя или более  $\sigma$ -связями:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$  (пентадиен-1,4)*

# Строение молекулы БУТАДИЕНА-1,3

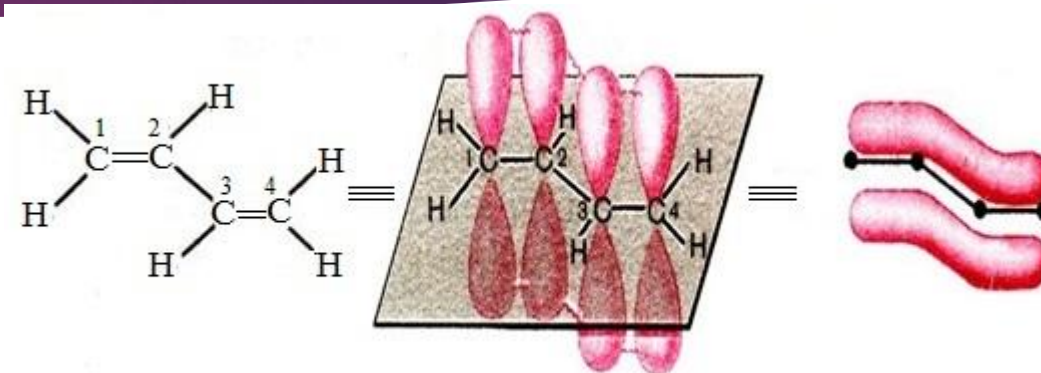


$\pi$ -Электроны образуют общее  $\pi$ -электронное облако



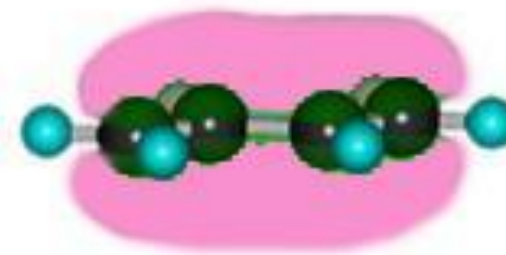
Пунктирные линии показывают область делокализации электронов.

Эта особенность строения называется **эффектом сопряжения** двойных связей и определяет реакционную способность диенов.



Образование единого  $\pi$ -электронного облака, охватывающего 4 атома углерода:

**$\pi$ -Электронное облако  
в молекуле диена**



# Изомерия алкадиенов

► Структурная изомерия

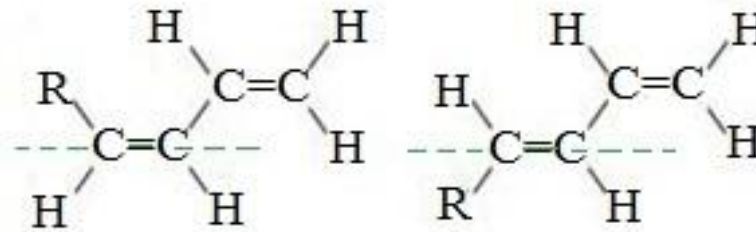
1. Изомерия положения сопряженных двойных связей	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <i>гексадиен-1,3</i> $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ <i>гексадиен-2,4</i>				
2. Изомерия углеродного скелета	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ <i>пентадиен-1,3</i> $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <i>2-метилбутадиен-1,3 (изопрен)</i>				
3. Межклассовая изомерия с алкинами и циклоалкенами  Например, формуле $\text{C}_4\text{H}_6$ соответствуют следующие соединения:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><math>\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2</math> <i>бутадиен-1,3</i></td> <td style="width: 50%; border: none;"><math>\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}</math> <i>циклобутен</i></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><math>\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3</math> <i>бутин-1</i></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </tbody> </table>	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ <i>бутадиен-1,3</i>	$\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ <i>циклобутен</i>	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <i>бутин-1</i>	
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ <i>бутадиен-1,3</i>	$\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ <i>циклобутен</i>				
$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <i>бутин-1</i>					

# Изомерия алкадиенов

## ► Пространственная изомерия

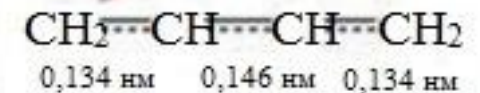
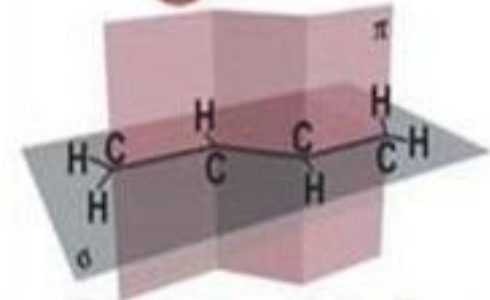
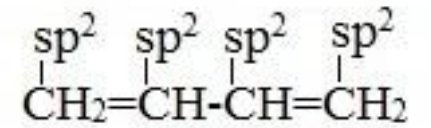
*Цис-транс-изомерия, обусловленная различным взаимным расположением в пространстве заместителей относительно плоскости пи-связи, вокруг которой невозможно внутримолекулярное вращение*

### Пространственные изомеры диенов

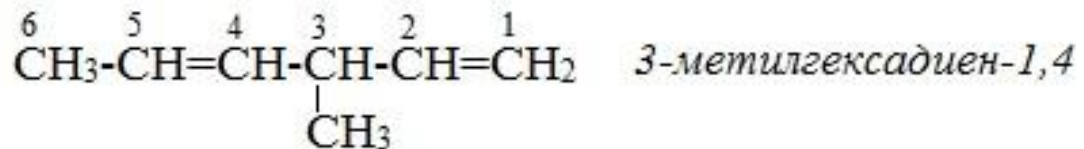
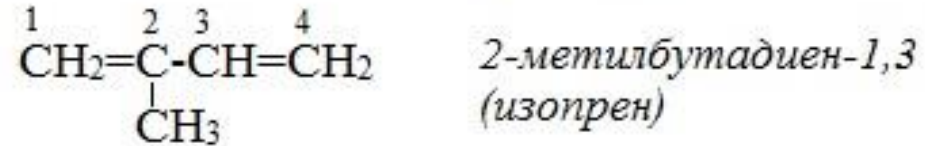
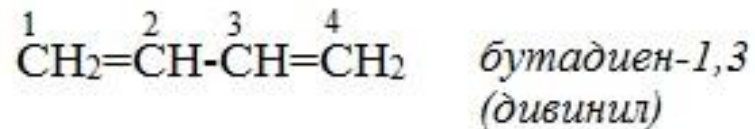


цис-изомер

транс-изомер

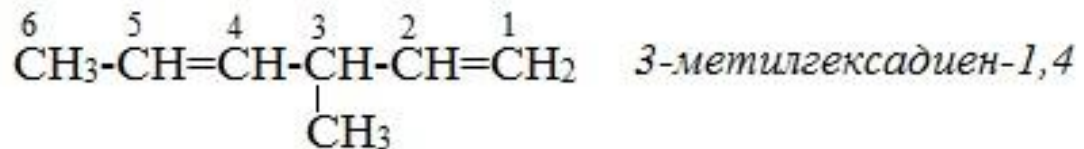
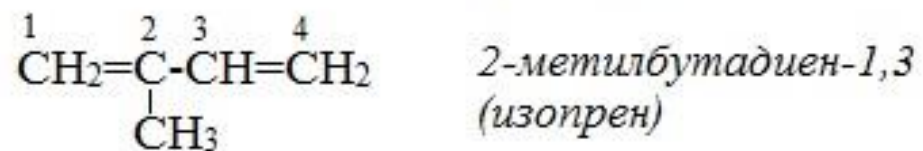
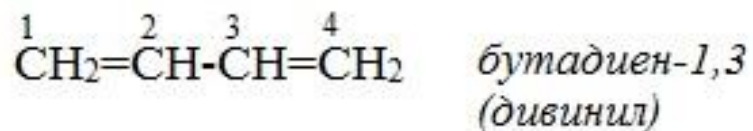


# Номенклатура



Названия алкадиенов производят от названий соответствующих алканов, заменяя окончание *-ан* на *-диен*.

# Номенклатура



Названия алкадиенов производят от названий соответствующих алканов, заменяя окончание *-ан* на *-диен*.

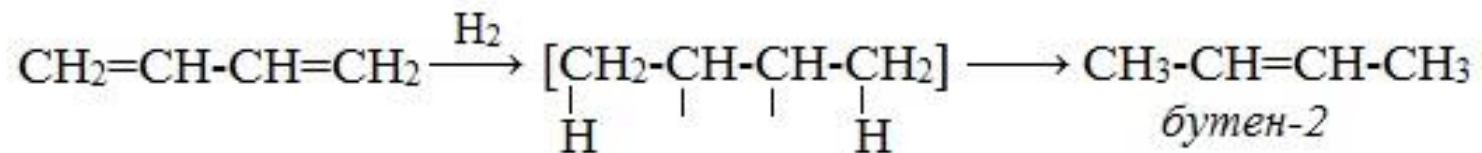


# Интересно!

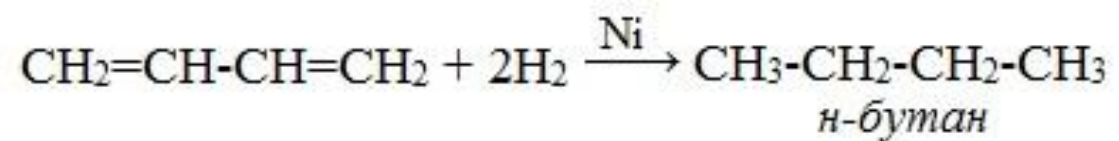
- ▶ Наибольшее значение имеют **диены с сопряженными связями**, так как они являются сырьем для получения каучуков. В химическом поведении этих диенов есть особенности, обусловленные наличием в их молекулах сопряжения. Для них характерны реакции присоединения по концам системы сопряжённых связей и образование двойной связи между срединными атомами углерода (1,4-присоединение) или к одной из двойных связей (1,2-присоединение).

# Реакции присоединения

## 1. Гидрирование

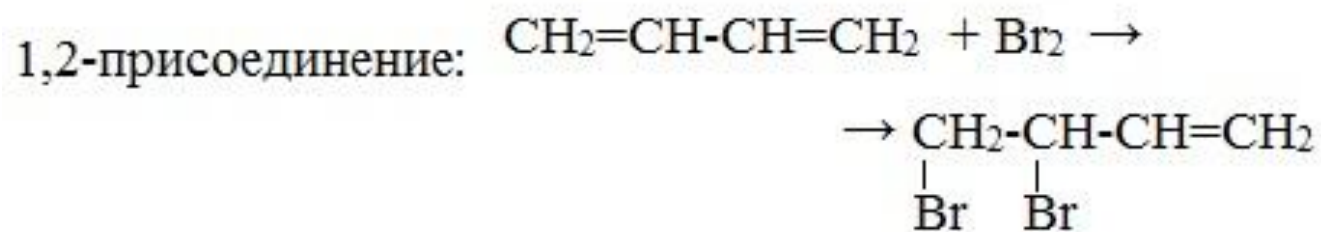
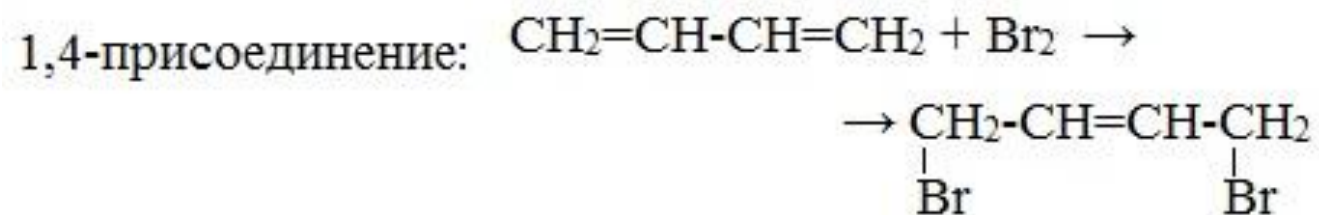


*В присутствии катализатора Ni получается продукт полного гидрирования:*



# Реакции присоединения

## 2. Галогенирование

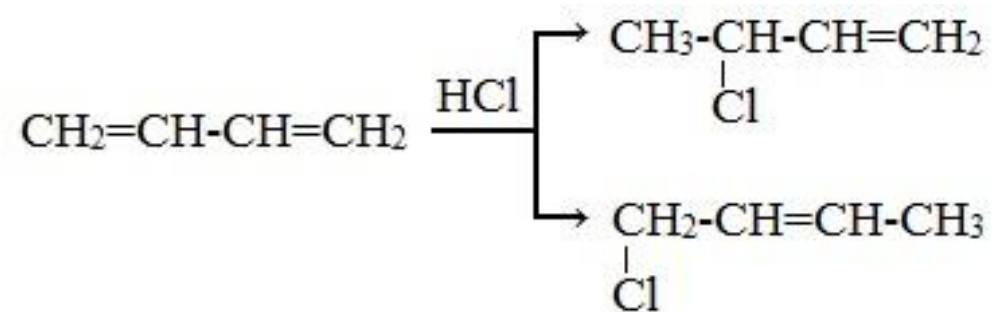


При избытке брома присоединяется еще одна его молекула по месту оставшейся двойной связи с образованием 1,2,3,4-тетрабромбутана.

*Обесцвечивание бромной воды является качественной реакцией на кратную связь.*

# Реакции присоединения

## 3. Гидрогалогенирование



*по электрофильному механизму (как в алкенах)*

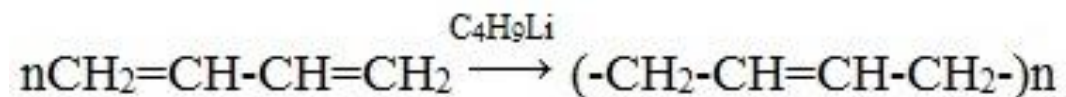
# Реакции присоединения

## 4. Реакции полимеризации

*Важнейшее свойство диенов – их способность к полимеризации, которая используется для получения синтетических каучуков.*

При полимеризации бутадиена-1,3, которая протекает как 1,4-присоединение, получают бутадиеновый каучук (полибутадиен).

*Избирательное 1,4-присоединение происходит при использовании металлоорганических катализаторов (например, бутиллития  $C_4H_9Li$ , который не только инициирует полимеризацию, но и определенным образом координирует в пространстве присоединяющиеся молекулы диена):*



# Реакции

## 5. Горение (полное окисление)



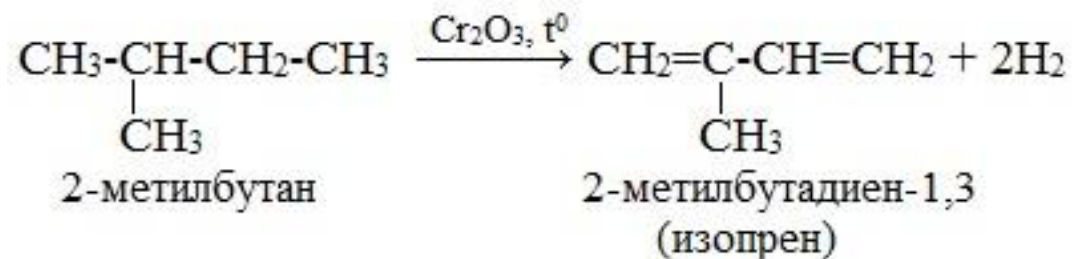
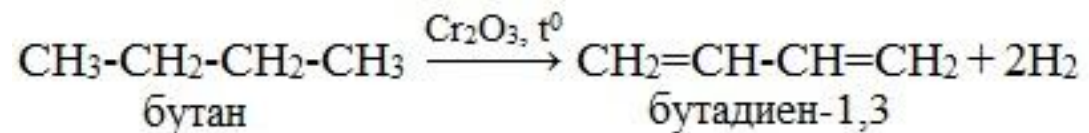
## 6. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера)



# Способы получения

## 1. Дегидрирование алканов

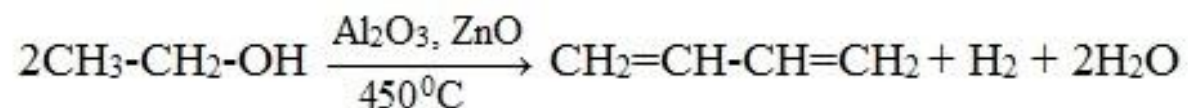
в промышленности получают бутадиена-1,3 (дивинил) из бутана и изопрен из изопентана (2-метилбутана), содержащихся в газах нефтепереработки и в попутных газах



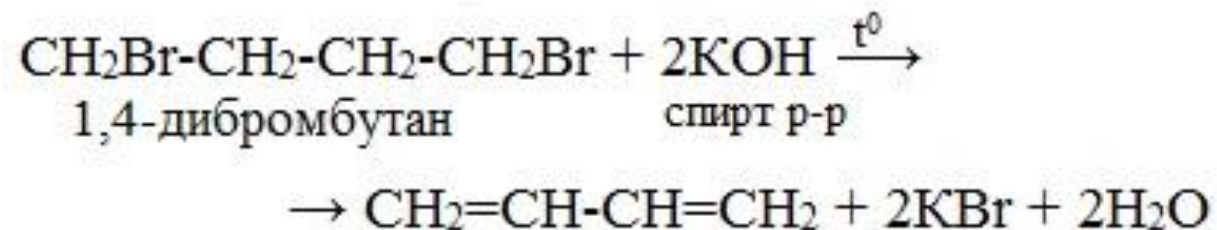
# Способы получения

## 2. Дегидрирование и дегидратация этанола (реакция Лебедева)

Диеновые углеводороды получают в основном по способу Лебедева: из этанола на катализаторе (происходит отщепление молекул воды и водорода – образуется бутадиен-1,3)



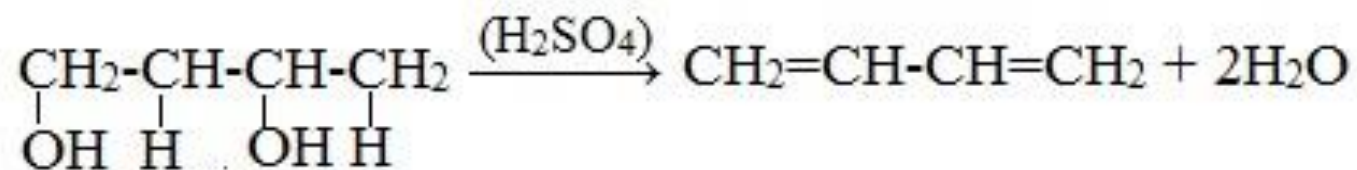
## 3. Дегидрогалогенирование дигалогеналканов спиртовым раствором щелочи





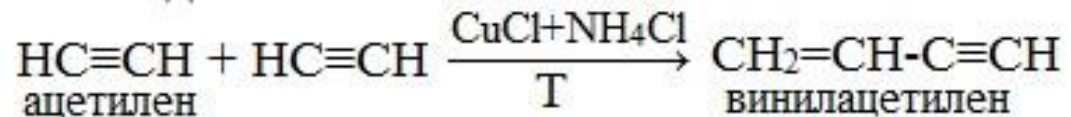
# Способы получения

## 4. Дегидратация гликолей (двухатомных спиртов, или алкандиолов)

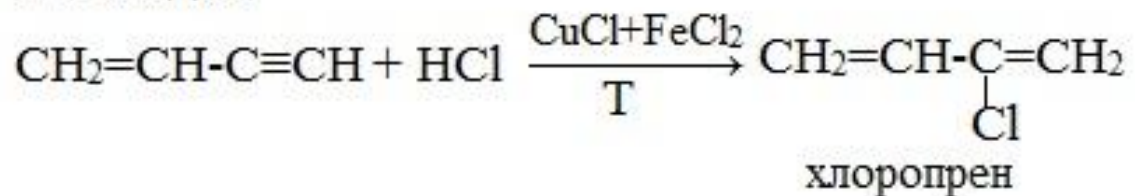


Димеризацией ацетилена и гидрохлорированием образующегося винилацетилена получают хлоропрен (2-хлорбутадиен-1,3).

1-я стадия

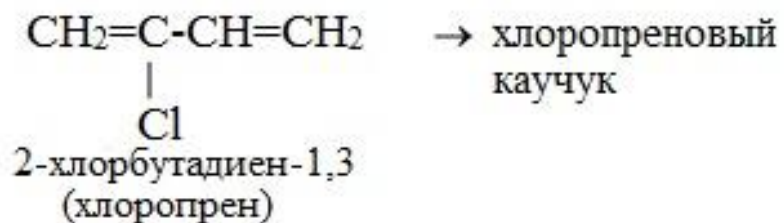
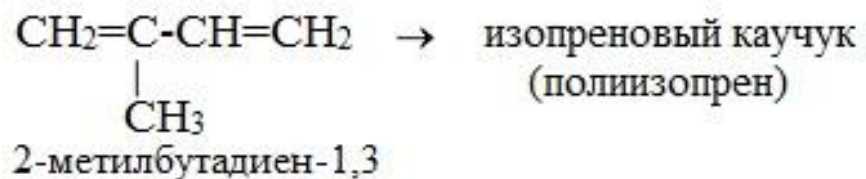
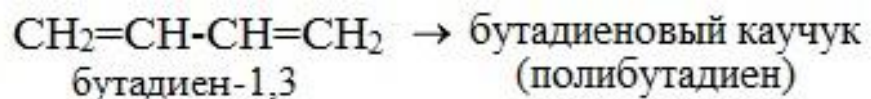


2-я стадия



# Применение

Основная область применения алкадиенов – это синтез каучуков

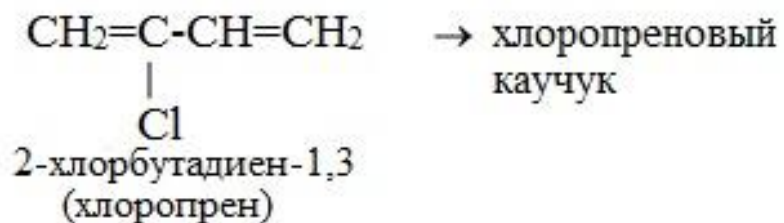
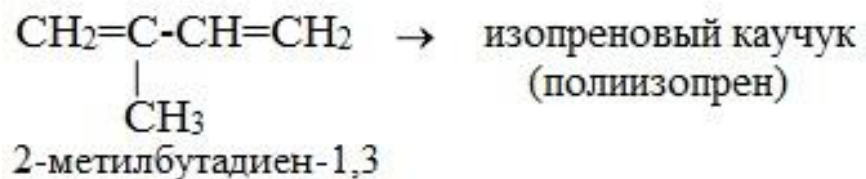
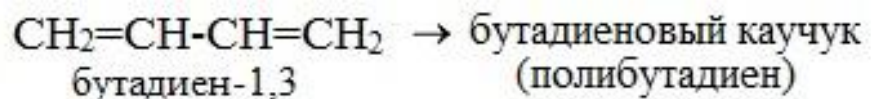


Углеводороды, содержащие две и более двойные связи в молекуле – **терпены** – широко распространены в растительных организмах, часто обладают приятным запахом. Смеси терпенов используются в производстве духов и ароматических отдушек, а также в медицине.

Жизненно важен для человека **β-каротин**, который превращается в организме в витамин А, он содержится в красных и желтых плодах. **Красный цвет β-каротина** обусловлен длинной цепочкой сопряженных двойных связей.

# Применение

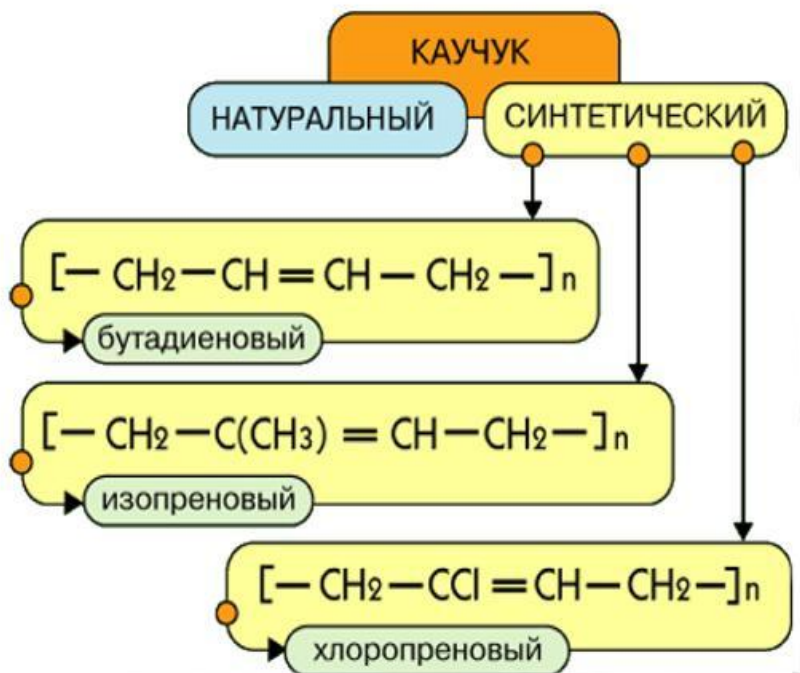
Основная область применения алкадиенов – это синтез каучуков



Углеводороды, содержащие две и более двойные связи в молекуле – **терпены** – широко распространены в растительных организмах, часто обладают приятным запахом. Смеси терпенов используются в производстве духов и ароматических отдушек, а также в медицине.

Жизненно важен для человека **β-каротин**, который превращается в организме в витамин А, он содержится в красных и желтых плодах. **Красный цвет β-каротина** обусловлен длинной цепочкой сопряженных двойных связей.

# Применение



**Каучуки** – это эластичные высокомолекулярные материалы (эластомеры), из которых методом вулканизации (нагреванием с серой) получают резину.

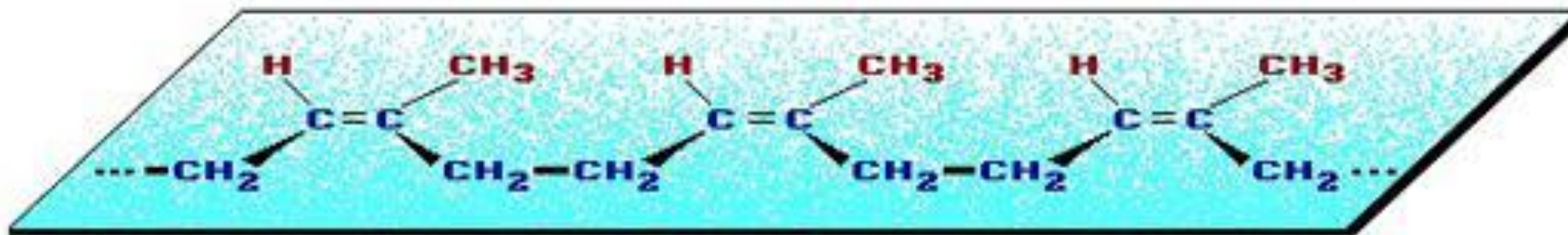
## Натуральный каучук или гуттаперча

Натуральный каучук получают из латекса – млечного сока гевеи. Чтобы заставить его вытекать, на коре дерева делают V-образные надрезы. Со здорового дерева латекс можно собирать в течение 30 лет. Индейцы называли его «кау чу», т.е. «слезы дерева».

Каучук, в котором все элементарные звенья находятся или в **цис-**, или в **транс-конфигурации**, называется **стереорегулярным**.

# Применение

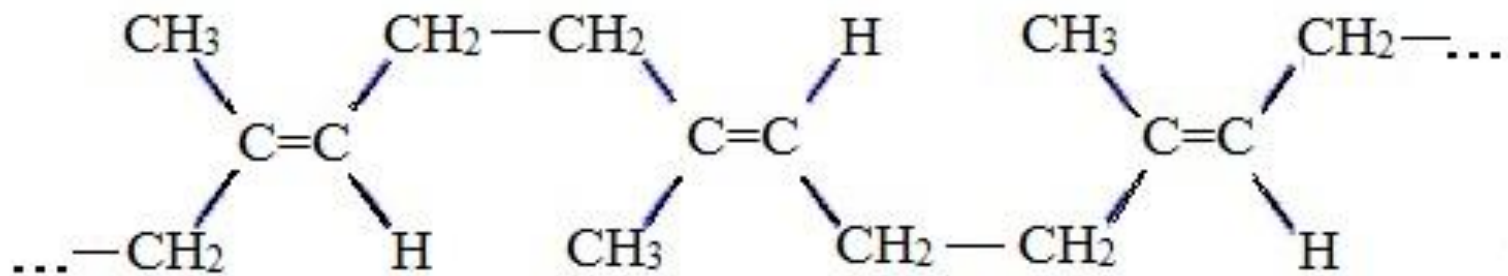
*Натуральный каучук – это стереорегулярный полимер, в котором молекулы изопрена соединены друг с другом по схеме 1,4- присоединения с цис-конфигурацией полимерной цепи:*



**цис-полиизопрен (каучук)**

# Применение

*Транс-полимер* изопрена также встречается в природе в виде гуттаперчи:



**транс-полиизопрен (гуттаперча)**

*Цис-форма* более эластична, т.к. легко скручивается в клубок.

*Транс-форма* менее эластична, т.к. макромолекулы более вытянуты.

# Вулканизация каучуков

*Резина – это вулканизированный каучук с наполнителем (сажа). Суть процесса вулканизации состоит в том, что атомы серы присоединяются к линейным (нитевидным) молекулам каучука по месту двойных связей и как бы сшивают эти молекулы друг с другом дисульфидными мостиками, образуя трехмерный сетчатый полимер:*

