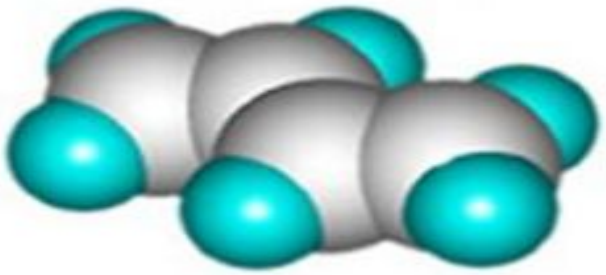
# Диеновые углеводороды. Алкадиены.



# План урока

1. Гомологический ряд алкадиенов.
2. Изомерия алкадиенов.
3. Строение алкадиенов.
4. Физические свойства алкадиенов.
5. Химические свойства алкадиенов.
6. Получение алкадиенов.
7. Применение алкадиенов.

# Алкадиены

Алкадиены – непредельные углеводороды, молекулы которых помимо одинарных связей содержат две двойные C=C связи.

$$C_nH_{2n-2}$$

# Гомологический ряд алкадиенов

## -диен

1 2 3 4

$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$

бутадиен-1,3

(дивинил)

1 2 3 4

$CH_2{=}C(CH_3){-}CH{=}CH_2$

2-метилбутадиен-1,3

(изопрен)

$CH_2{=}C{=}CH_2$

пропадиен (аллен)

# Изомерия алкадиенов

1. Структурная:

   а) изомерия углеродного скелета

   б) изомерия положения двойных связей.

2. Пространственная:

   а)цис-транс изомерия

3. Межклассовая изомерия

   (алкины)

# Изомерия алкадиенов

## *I. Структурная изомерия*

**1. Изомерия углеродного скелета (начиная с $C_5H_8$):**

1 2 3 4 5

$$CH_2{=}CH\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_3$$

пентадиен-1,3

1 2 3 4

$$CH_2{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}\text{-}CH{=}CH_2$$

2-метилбутадиен-1,3

(изопрен)

# Изомерия алкадиенов

**2. Изомерия положения кратных связей (начиная с $C_4H_6$):**

1 2 3 4 5

$$CH_2{=}CH\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_3$$

пентадиен-1,3

1 2 3 4 5

$$CH_2{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2$$

пентадиен-1,4

# Изомерия алкадиенов

**3. Межклассовая (с алкинами):**

1 2 3 4 5

$CH_2{=}CH\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_3$

пентадиен-1,3

1 2 3 4 5

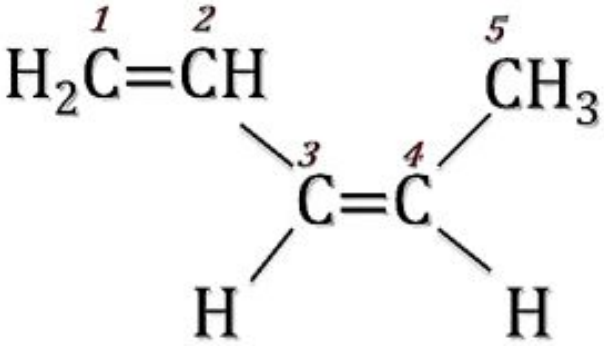
$CH{\equiv}C\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$

пентин-1

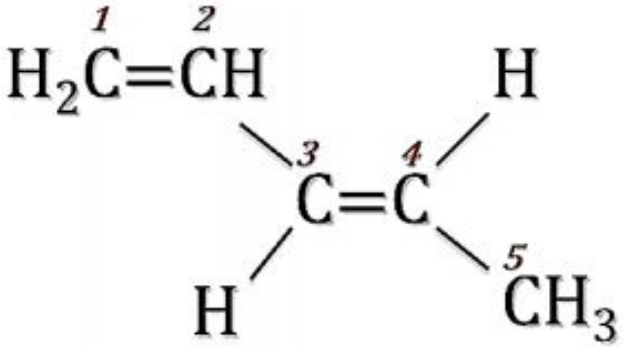
# Изомерия алкадиенов

## *II. Пространственная изомерия*

**1. Геометрическая (цис-транс-изомерия) (= связь в середине молекулы):**

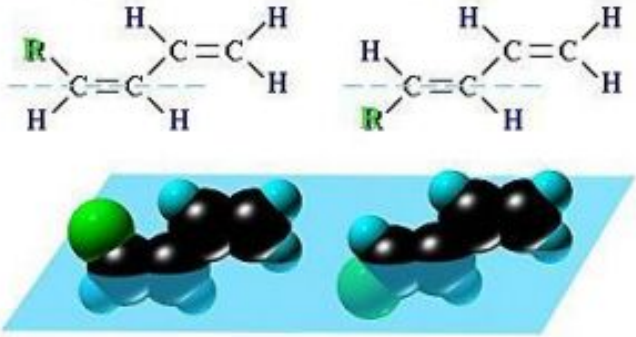


цис-пентадиен-1,3



транс-пентадиен-1,3

Пространственные изомеры диенов



цис-изомер транс-изомер

# Изомерия алкадиенов

Изомерия: 1. структурная
2. пространственная
3. положение кратной связи

$H_2C = CH – CH_2 – CH = CH_2$ пентадиен-1,4

$H_3C – CH_2 – CH = C = CH_2$ пентадиен-1,2

$H_2C = C – CH = CH_2$ 2-метилбутадиен-1,3 (изопрен)
$CH_3$

$H_3C – CH = CH – CH = CH_2$ пентадиен-1,3

$H_2C = CH$ $CH_3$
$C = C$ цис-пентадиен-1,3
$H$ $H$

$H_2C = CH$ $H$
$C = C$ транс-пентадиен-1,3
$H$ $CH_3$

# Строение алкадиенов

**Сопряжение** – образование в молекуле единого делокализованного электронного облака в результате перекрывания негибридных p-орбиталей.

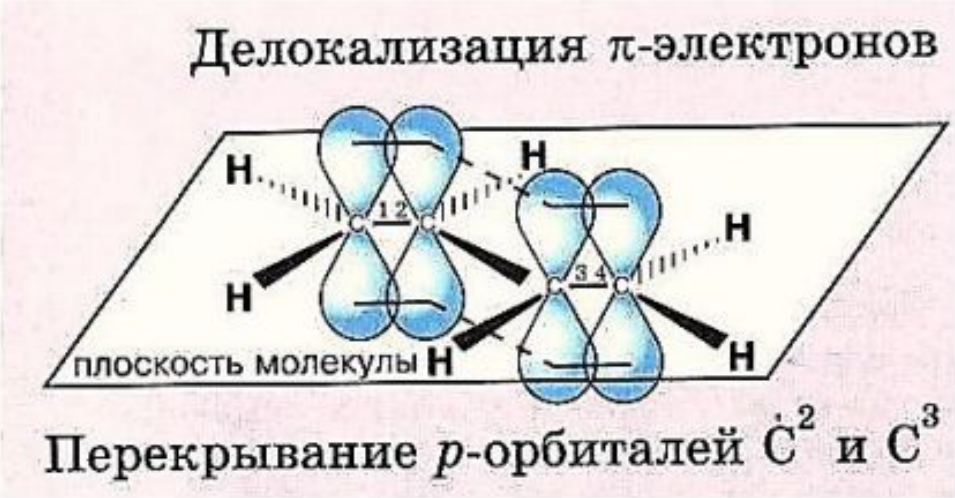
Тип гибридизации **$sp^2$**

Валентный угол **$120^0$**

Длина С-С **0,146 нм**

С=С **0,137 нм**

Строение – **плоскостное**




1 2 3 4

$H_2C$ - - - $CH$ - - - $CH$ - - - $CH_2$

Эффект сопряжения или мезомерный эффект

# Строение алкадиенов

1. **Изолированные** двойные связи разделены двумя или более σ-связями:

$$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH{=}CH_2$$

2. **Кумулированные** двойные связи расположены у одного атома углерода:

$$CH_2{=}C{=}CH_2 \text{ (}\textit{аллен}\text{)}$$

3. **Сопряженные** двойные связи разделены одной σ-связью:

$$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$$

# Физические свойства алкадиенов

*Дивинил* или *бутадиен-1,3* - легко сжижающийся газ, $t_{кип} = -5$ °C

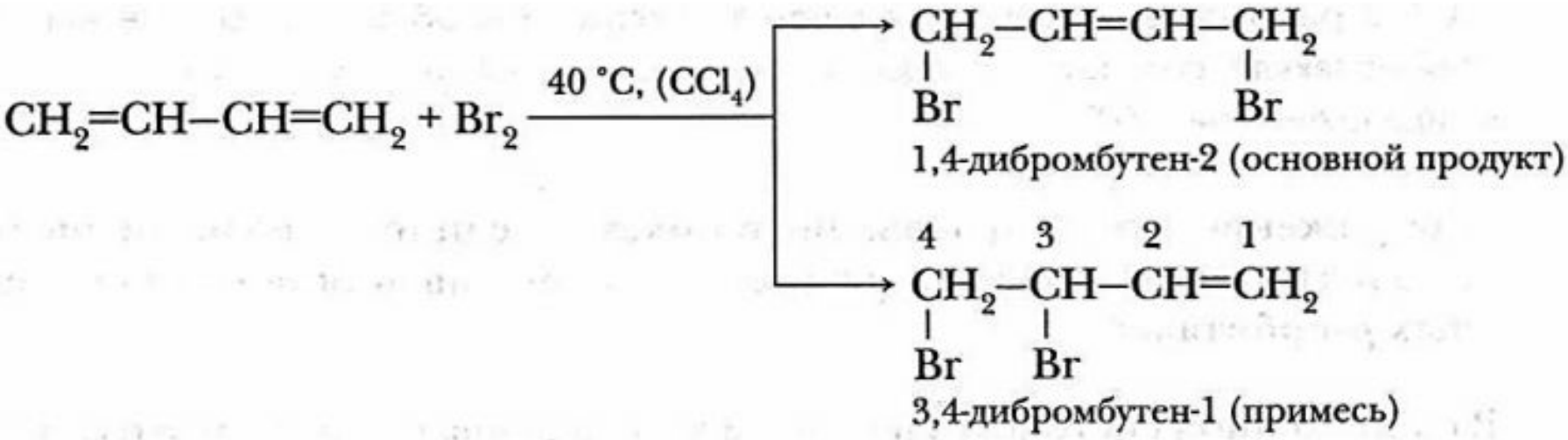
*Изопрен* или *2-метилбутадиен-1,3* - жидкость с $t_{кип} = 34$ °C

# Химические свойства алкадиенов

## 1. Реакции присоединения.

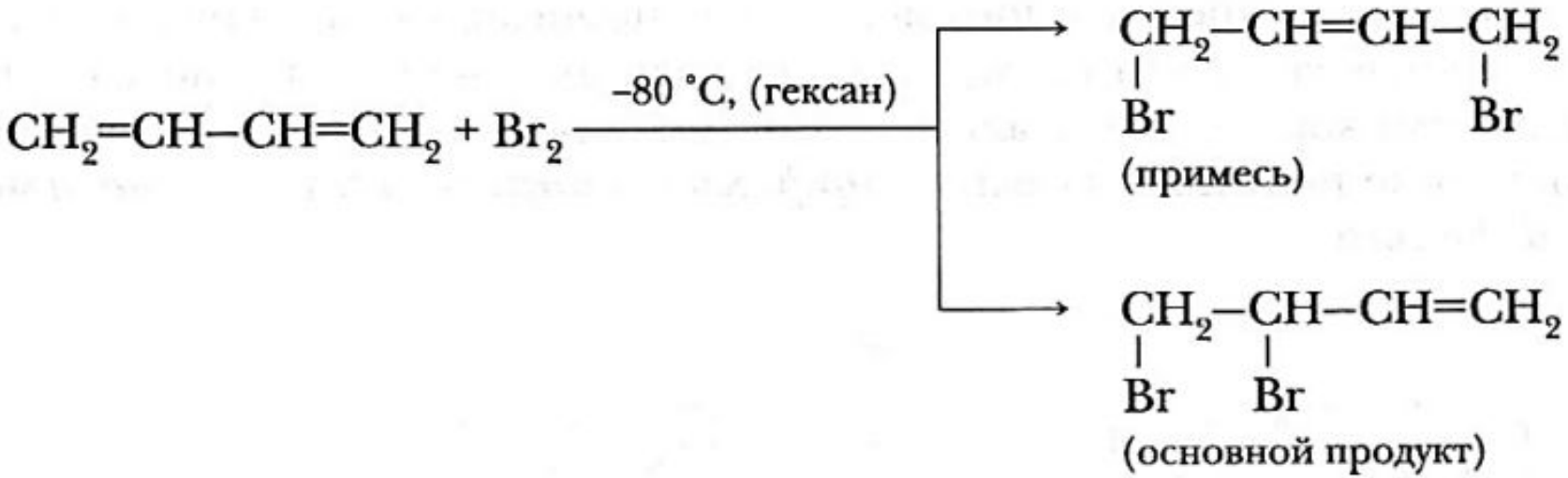
**а) Галогенирование** (зависит от температуры и от природы растворителя).

**1,4-присоединение: $40^0C$, $CCl_4$**



# Химические свойства алкадиенов

**1,2-присоединение: -80$^0$С, гексан**




При избытке брома образуется 1,2,3,4-тетрабромбутана (бромная вода обесцвечивается).

# Химические свойства алкадиенов

## б) Полимеризация

$$nCH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{p,\ t,\ Na} (-CH_2-CH{=}CH-CH_2-)_n$$

полибутадиен
бутадиеновый каучук

$$nCH_2{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{t,\ P,\ Na} (-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}{=}CH-CH_2-)_n$$

изопреновый каучук

Полимеризация диеновых углеводородов приводит к образованию ***каучуков*** – полимеров, обладающих высокой эластичностью.

# Химические свойства алкадиенов

## Горение

$$2CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 11O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 6H_2O$$

***или***

$$2C_4H_6 + 11O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 6H_2O$$

# Получение алкадиенов

1. Дегидрирование алканов и алкенов (промышленный способ).

$$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{Cr_2O_3,\ Al_2O_3} CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2$$

$$CH_3{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{Cr_2O_3,\ Al_2O_3} CH_2{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}{-}CH{=}CH_2 + 2H_2$$

$$\left.\begin{array}{l} CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \\ CH_2=CH-CH_2-CH_3 \\ CH_3-CH=CH-CH_3 \end{array}\right\} \xrightarrow[Cr_2O_3]{650^oC} CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2$$

# Получение алкадиенов

## 2. Синтез дивинила по методу С. В. Лебедева

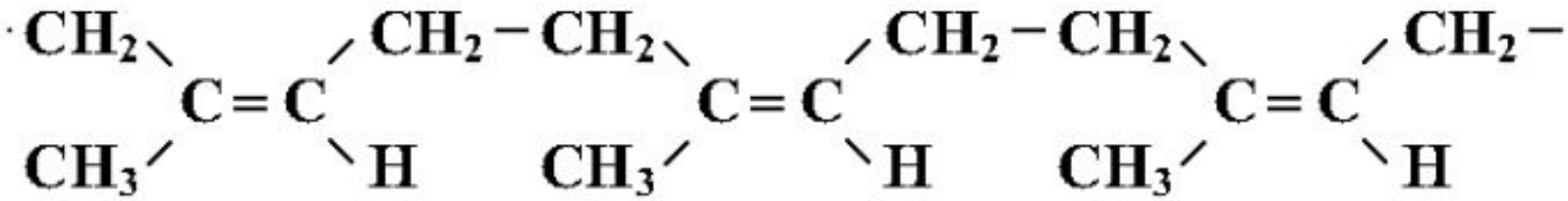
$$2C_2H_5OH \xrightarrow[400\text{-}500^\circ C]{MnO,\ ZnO,} CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2O + H_2$$

# Сбор латекса из гевеи бразильской

# Каучук

Натуральный каучук – твёрдое вещество, обладает водо- и газонепроницаемостью. Эластичен, имеет большую молекулярную массу (150000 – 500000).

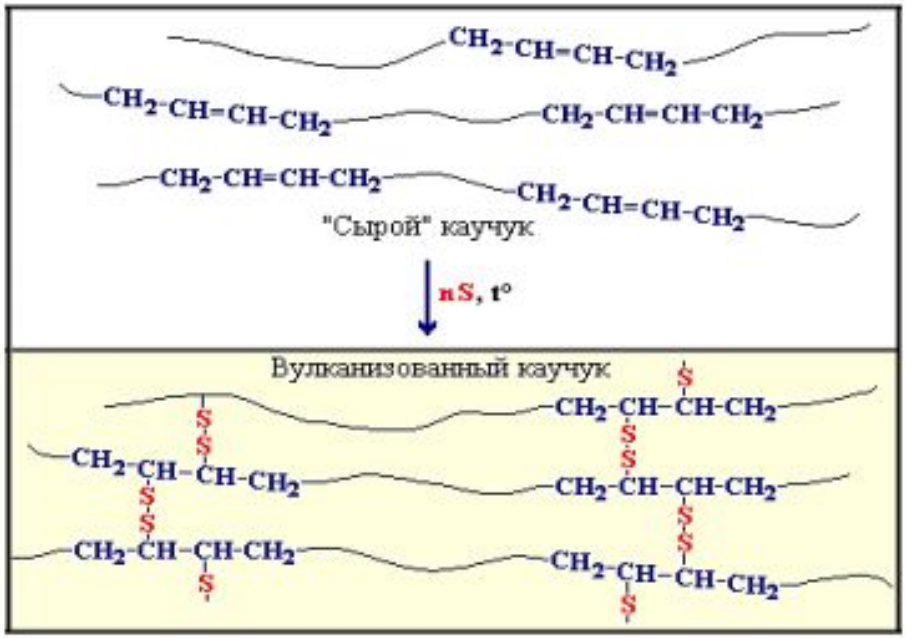
Полимер состоит из повторяющихся звеньев ($-C_5H_8-$) 1,4-*цис*-изопрена и имеет стереорегулярное строение:

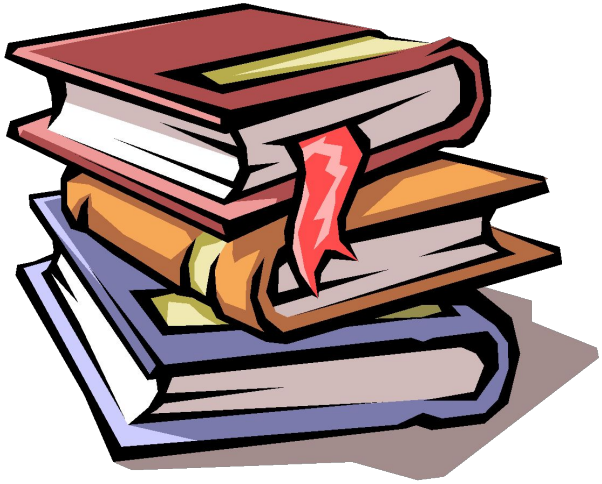


# Чарльз Гудьир

в 1834 г. открыл процесс вулканизации резины.

**Вулканизация каучука** - процесс получения резины из каучука (нагревание каучука и 2-3% серы). Резина более эластична (сетчатая структура).




**Эбонит** – содержание серы более 30%, не обладает эластичностью и представляет собой твердый материал.