

## Лекция Алкадиены

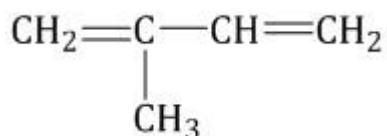
**Алкадиены** - непредельные (ненасыщенные) углеводороды, имеющие в молекуле **две двойных связи C=C**. Каждая такая связь содержит одну сигма-связь ( $\sigma$ -связь) и одну пи-связь ( $\pi$ -связь).

Алкадиены также называют диеновыми углеводородами. Первый член гомологического ряда – пропадиен(аллен) -  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ . Общая формула их гомологического ряда -  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ .

В молекуле аллена крайние атомы углерода находятся в состоянии  **$sp^2$ -гибридизации**, а центральный атом -  **$sp$ -гибридизации**.

В названиях алкадиенов для обозначения двух двойных связей используется суффикс -**диен**. Для простейших алкадиенов применяются также исторически сложившиеся (тривиальные) названия:

2-метилбутадиен-1,3 (**изопрен**)



бутадиен-1,3 (**дивинил**)



### Физические свойства:

Первый член гомологического ряда алкадиенов - **аллен** - бесцветный газ, **бутадиен** – легко сжижающийся газ с неприятным запахом.  $T_{\text{пл.}} = -108,9^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = -4,5^\circ\text{C}$ . Растворяется в эфире, бензоле, не растворяется в воде. **Изопрен** — жидкость. Высшие алкадиены — твёрдые вещества. Алкадиены не растворяются в воде, но хорошо растворяются в неполярных органических растворителях.

В зависимости от того, как чередуются двойные связи в молекуле алкадиена, они подразделяются на следующие типы:

### Кумулированные двойные связи

В случае, если две двойные связи прилежат к одному и тому же атому углерода.

**Пример** - пропадиен-1,2 (аллен) -  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$

## Сопряженные двойные связи

В случае, если две двойные связи разделены одной одинарной связью. В результате такого взаиморасположения в молекулах возникает сопряжение:

**Пример** - бутадиен-1,3 -  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

## Изолированные двойные связи

В случае, если две двойные связи разделены двумя и более одинарными связями.

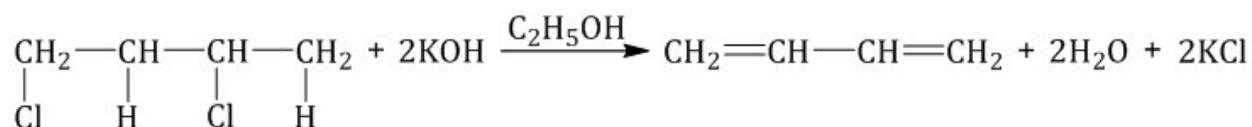
**Пример** - пентадиен-1,4 -  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$

## Получение алкадиенов

Алкадиены получают несколькими способами:

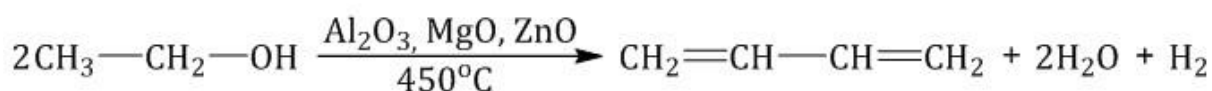
### 1. Дегидрогалогенирование дигалогеналканов

В результате реакции молекулы алкана, содержащей два атома галогена, со спиртовым (!) раствором щелочи получается алкадиен. В зависимости от положения галогенов возможны разные варианты.



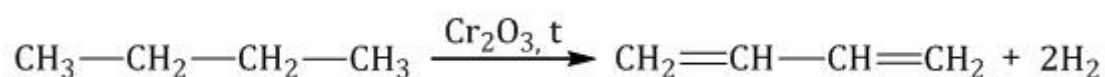
### 2. Синтез С.В. Лебедева

Нагревание этанола в присутствии катализатора (смесь оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$ ) – это промышленный способ получения дивинила из этанола (синтез Лебедева). При этом образуются бутадиен-1,3, вода и водород:

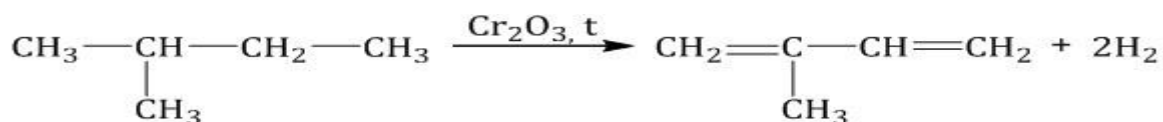


### 3. Дегидрирование алканов

Отщепление водорода от бутана — это промышленный способ получения дивинила. Реакция протекает при нагревании в присутствии оксида хрома (III):



**Изопрен** получают каталитическим дегидрированием изопентана (2-метилбутана):

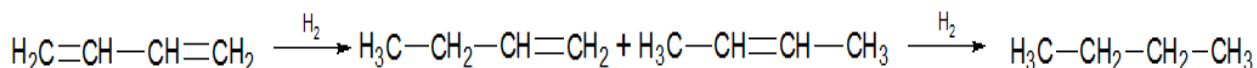


## Химические свойства алкадиенов

Алкадиены - ненасыщенные углеводороды, легко вступающие в реакции присоединения. Реакции замещения для них не характерны.

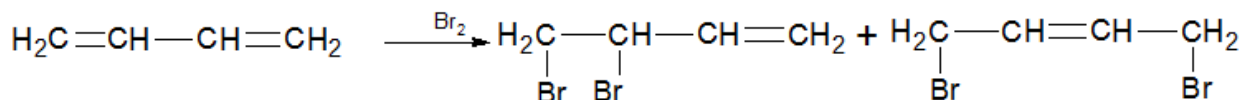
### 1. Гидрирование

Водород присоединяется к атомам углерода, образующим двойную связь. Пи-связь ( $\pi$ -связь) рвется, остается единичная сигма-связь ( $\sigma$ -связь).  
Образуются продукты 1,2- и 1,4-присоединения:



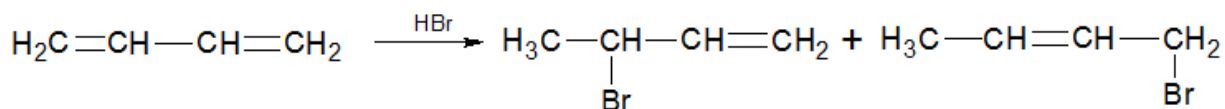
### 2. Галогенирование

Реакция с бромной водой является качественной для непредельных соединений, содержащих двойные (и тройные) связи. В ходе такой реакции бромная вода обесцвечивается, что указывает на присоединение брома по кратным связям к органическому веществу.



### 3. Гидрогалогенирование

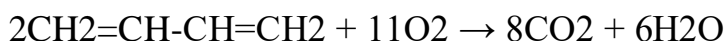
Алкадиены вступают в реакции гидрогалогенирования, протекающие по типу присоединения.



Гидрогалогенирование протекает по правилу Марковникова, в соответствии с которым атом водорода присоединяется к наиболее гидрированному, а атом галогена - к наименее гидрированному атому углерода.

### 4. Окисление

**При горении** алкадиены, как и все органические соединения, сгорают с образованием углекислого газа и воды - **полное окисление**.

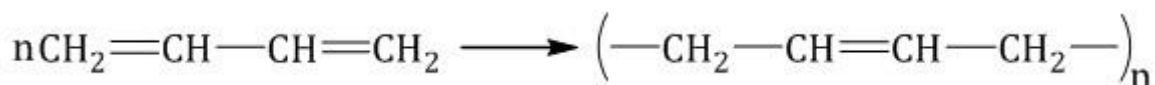


### Полимеризация

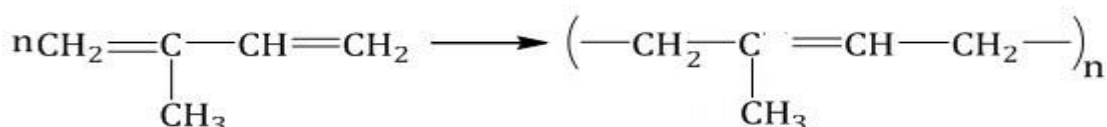
Полимеризация - цепная реакция синтеза полимеров, при котором молекула полимера образуется путем последовательного соединения молекул

мономеров. Индекс "n", степень полимеризации, обозначает число мономерных звеньев, которые входят в состав полимера.

Продукт полимеризации **дивинила** (бутадиена) называется **искусственным каучуком**:



При полимеризации **изопрена** образуется природный (**натуральный**) **каучук**:



### Применение алкадиенов

Основное применение алкадиены нашли в производстве синтетических каучуков, основная часть которых используется для получения резины, материала бензопроводов и др.

**Задание:** ответить на вопросы теста письменно. В ответе писать не только цифру, но и сам текст.

**Пример:** А 45. Продукт полимеризации дивинила (бутадиена) называется 3) искусственный каучук:

### Тест «Углеводороды: алканы, алкены, алкины, алкадиены»

**А1.** Из предложенного перечня выберите два гомологических ряда, которые описываются общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

1) алкины 2) циклоалкены 3) арены 4) алкадиены 5) алкены

**А2.** Для этана характерна(-о)

- 1)  $sp^3$ -гибридизация атомов углерода
- 2) наличие двойной связи в молекуле
- 3) взаимодействие с хлороводородом
- 4) реакция присоединения водорода

**А3.** Укажите именную реакцию взаимодействия алканов с разбавленной азотной кислотой при нагревании под давлением с образованием нитроалканов: 1) Кучерова 2) Вюрца 3) Коновалова 4) Лебедева

**А4.** Укажите продукты горения углеводородов в избытке кислорода: 1)  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  2)  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  3)  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$  4)  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{C}$

**А5.** Укажите вещество, которое образуется при гидрировании пропена;

1) пропан 2) 2-метилпропан 3) гексан 4) пропилен

**А6.** Укажите соединение, которое способно полимеризоваться:

1) этан 2) дивинил 3) пропан 4) пентан

**А7.** Из какого соединения в лаборатории можно получить этилен?

1) CaC<sub>2</sub> 2) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH 3) Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> 4) CH<sub>3</sub>COONa

**A8** Укажите соединение, которое является продуктом реакции присоединения воды к бутену-1:

1) бутин-1 2) бутанол-1 3) бутин-2 4) бутанол-2

**A9.** Электролизом ацетата калия получают

1) ацетилен 2) циклопропан 3) этан 4) этилен

**A10.** Укажите формулу 3-метилпентена-1:

1) CH<sub>3</sub>-CH = C  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \end{array}$  -CH=CH<sub>2</sub>

2) CH<sub>3</sub>=CH = C  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \end{array}$  -CH<sub>3</sub>

3) CH<sub>3</sub>-CH=C  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \end{array}$  -CH<sub>2</sub> -CH<sub>3</sub>

4) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \end{array}$  -CH = CH<sub>2</sub>

**A11.** Какое из указанных веществ при горении выделяет очень большое количество тепла? 1) ацетилен 2) циклопропан 3) этанол 4) этилен

**A.12.** Какая реакция присоединения алкина носит название реакции Кучерова?

1) HC≡CH + 2Br<sub>2</sub> → CHBr<sub>2</sub>-CHBr<sub>2</sub>

2) HC≡CH + HBr → CH<sub>2</sub>~CHBr

3) HC≡CH + H<sub>2</sub>O → CH<sub>2</sub>=CH(OH) → CH<sub>3</sub>-CHO

4) 3HC≡CH → C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

**A13.** Как называется радикал CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-?

1) изопропил 2) бензил 3) метил 4) этил

**A14.** Основным компонентом природного газа является:

1) пропан 2) бутан 3) метан 4) ацетилен

**A15.** И для этилена, и для ацетилена характерны:

1) реакция гидрирования 2) наличие только π- связей в молекулах

3) sp<sup>2</sup>-гибридизация атомов углерода в молекулах 4) высокая растворимость в воде

**A 16.** Укажите тип гибридизации атомов углерода в ацетилене

1) sp<sup>2</sup> 2) sp 3) sp<sup>3</sup> 4) sp<sup>3d</sup>

**A 17.** Метан реагирует с

1) водородом 2) водой 3) цинком 4) хлором

**A 18.** В схеме превращений C → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → X веществом «X» является:

1) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 2) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 3) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 4) CO<sub>2</sub>

**A 19.** Бутадиен может вступать в реакции с

1) азотной кислотой 2) водородом 3) цинком 4) гидроксидом натрия

**A 20.** На рисунке изображена шаростержневая модель молекулы:

1) этилена 2) метана 3) изопрена 4) ацетилена



