

Дисциплина – ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Литература:

- 1) А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т. Трощенко «Органическая химия» (учебник).
- 2) В.Н. Заплишный «Органическая химия» (учебник для ВУЗов).
- 3) А.И. Артеменко «Органическая химия» (учебник для ВУЗов).
- 4) А.Е. Щеголев «Органическая химия» (учебное пособие для ВУЗов).
- 5) Б.А. Ивин, Л.Б. Пиотровский «Органическая химия в вопросах и ответах».



Лекция 1

АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (УГЛЕВОДОРОДЫ С ОТКРЫТОЙ ЦЕПЬЮ)

ПЛАН

1. *Предельные (метановые) углеводороды (алканы, парафины).*
2. *Непредельные (этиленовые) углеводороды (алкены, олефины).*
3. *Непредельные (диеновые) углеводороды (алкадиены).*
4. *Непредельные (ацетиленовые) углеводороды (алкины).*



1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ (МЕТАНОВЫЕ) УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ, ПАРАФИНЫ)

1.1 ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

- **Гомологический ряд** – бесконечный ряд органических соединений, молекулы которых отличаются друг от друга на любое число групп $-CH_2-$ (гомологическую разность), имеют сходное строение и химические свойства.
- **Углеводороды** – органические соединения, состоящие только из углерода и водорода.
- **Предельные углеводороды** – соединения, в молекулах которых углеродные атомы связаны между собой одинарными связями, а все их свободные валентности заняты водородом.
- **Общая формула гомологического ряда алканов** – C_nH_{2n+2}
- **Представители ряда:**

Метан – CH_4	Ундекан –	
Этан – C_2H_6	Додекан –	
Пропан – C_3H_8	Тридекан –	
Бутан – C_4H_{10}	Тетрадекан –	
Пентан – C_5H_{12}	Пентадекан –	
Гексан –	Гексадекан –	
Гептан –	Гептадекан –	
Октан –	Октадекан –	
Нонан –	Нонадекан –	
Декан –	Эйкозан –	и т.д.

- **Гибридизация атомных орбиталей углерода в молекулах алканов**

Атомы углерода в цепи соединены σ - связями (с одной областью перекрывания) и находятся в состоянии sp^3 – гибридизации.

- **Первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода**

Первичный углеродный атом связан только с одним атомом углерода в цепи, все остальные его валентности заняты водородом. *Вторичный* связан с двумя атомами углерода, *третичный* – с тремя, *четвертичный* – с четырьмя.

- **Радикалы** – это атомы или группы атомов, имеющие неспаренные электроны и поэтому обладающие высокой реакционной способностью.

Радикалы предельных углеводородов имеют одну свободную валентность (один неспаренный электрон). В названии радикала суффикс «ан» заменяется на «ил».

Метил: CH_3 - , этил: C_2H_5 - , пропил: C_3H_7 - , бутил: C_4H_9 - , пентил (амил): C_5H_{11} - .

Линейное и изостроение радикалов:

Пропил: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$;

Изопропил: $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$;

Бутил: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$;

Изобутил: $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$;

Вторичный бутил (вторбутил): $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$;

Третичный бутил (третбутил): $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_2 -$.

1.2 НОМЕНКЛАТУРА АЛКАНОВ

- **Тривиальная номенклатура** – исторически сложившиеся названия (метан, этан, пропан, бутан), а также названия, образованные от греческих и латинских числительных добавлением суффикса «ан» (пентан, гексан, гептан, октан... и т.д.).
- **Рациональная номенклатура** – все гомологи и изомеры рассматриваются как производные родоначальника ряда – метана. Для этого в углеродной цепи выбирается такой атом углерода, который соединен с наибольшим числом радикалов, и эти радикалы имеют наиболее простое строение. Данный атом углерода рассматривается как замещенный метан, а радикалы – как заместители. В названии сначала перечисляются все радикалы (в порядке усложнения), а в конце прибавляется слово «метан».

Метилметан:

Диметилметан:

Метил-этил-метан:

Диметил-диэтил-метан:

- **Систематическая номенклатура**
 - 1) Выбирается наиболее длинная углеродная цепь (главная цепь).
 - 2) Нумерация главной цепи начинается с того конца, к которому ближе наибольшее число заместителей.
 - 3) Заместители перечисляются в порядке усложнения строения с указанием номера углеродного атома главной цепи, к которому они присоединены.

3,3 – диметилгексан:

2,2,7 – триметил-5-этил-5-изопропил-октан:

1.3 ИЗОМЕРИЯ АЛКАНОВ

Изомеры – это вещества с одинаковой общей формулой, но разным строением молекул.

- **Структурная изомерия (изомерия углеродной цепи)**
Метан, этан и пропан имеют по одному изомеру. Бутан имеет 2 изомера, пентан – 3, гексан – 5, гептан – 9, октан – 18, нонан – 35 ... и т.д. в геометрической прогрессии ($C_{10}H_{22}$ – 75 изомеров, $C_{15}H_{32}$ – 4347 изомеров!).

Бутаны

- 1) н-бутан:
- 2) 2-метилпропан (изобутан):

Пентаны

- 1) н-пентан:
- 2) 2-метилбутан (изопентан):
трив.
- 3) 2,2-диметилпропан (неопентан):
трив.

- **Конформационная изомерия (пространственная изомерия)**

Конформация – это определенное, относительно устойчивое состояние молекулы, отличающееся от другого ее состояния взаимным расположением атомов или атомных групп.

В молекулах алканов атомные группы могут свободно вращаться вокруг связи С-С, благодаря тепловому движению. Наиболее энергетически выгодные положения определяют существование **конформеров** (поворотных изомеров). Например, для этана возможны две наиболее устойчивые конформации:

Заслоненная

и

Заторможенная

1.4 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАНОВ

- При н.у. $C_1 - C_4$ – газы, $C_5 - C_{15}$ – жидкости, $C_{16} - \dots$ твердые вещества.
- Чем длиннее углеродная цепь, тем выше температуры кипения и плавления алканов.
- Линейные изомеры кипят при более высоких температурах, чем разветвленные, что объясняется более сильным взаимодействием линейных молекул.
- Алканы практически нерастворимы в воде, т.к. их молекулы неполярны.

1.5 ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАНОВ

Для алканов характерны реакции **замещения** и **расщепления**. Присоединение невозможно из-за отсутствия свободных валентностей у атомов углерода.

- *Галогенирование*

- *Нитрование (реакция Коновалова)*
- *Окисление*
- *Сульфоокисление и сульфохлорирование*
- *Дегидрирование*
- *Термический крекинг*
- *Изомеризация*

- *Восстановление галогенпроизводных водородом в момент выделения*
- *Синтез из магнийорганических соединений*
- *Электролиз солей карбоновых кислот*
- *Сплавление солей карбоновых кислот со щелочами*

1.7 ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАНОВ

2. НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ (ЭТИЛЕНОВЫЕ) УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКЕНЫ, ОЛЕФИНЫ)

2.1 ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД АЛКЕНОВ

- **Непредельные углеводороды** – соединения, в молекулах которых имеются кратные (двойные или тройные) связи между атомами углерода в цепи.
- **Алкены (этиленовые углеводороды, олефины)** – это углеводороды, в молекулах имеется одна двойная связь.

- **Общая формула гомологического ряда алкенов** – C_nH_{2n}

- **Представители ряда:**

Этен (этилен) – C_2H_4 ($CH_2 = CH_2$);

Пропен (пропилен) – C_3H_6 ($CH_2 = CH - CH_3$);

Бутен – C_4H_8

Пентен – C_5H_{10}

Гексен –

Гептен –

Октен –

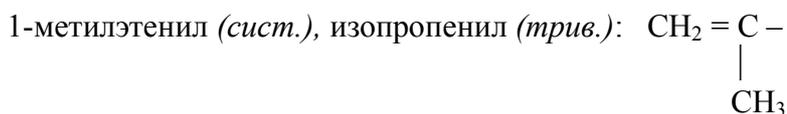
и т.д.

- **Гибридизация атомных орбиталей углерода в молекулах алкенов**
Атомы углерода, образующие двойную связь, находятся в состоянии sp^2 – гибридизации (соединены одной σ - и одной π -связью). Двойная связь прочнее одинарной, так как больше площадь перекрывания молекулярных орбиталей.
- **Радикалы алкенов** – названия образуются присоединением суффикса «ил» к названию алкена.

Этенил (*сист.*), винил (*трив.*): $CH_2 = CH -$

Пропенил-2 (*сист.*), аллил (*трив.*): $CH_2 = CH - CH_2 -$

Пропенил-1 (*сист.*): $CH_3 - CH = CH -$



2.2 НОМЕНКЛАТУРА АЛКЕНОВ

- **Тривиальная номенклатура** – исторически сложившиеся названия (этилен, пропилен, бутилен и т.д.).
- **Рациональная номенклатура** – все гомологи и изомеры рассматриваются как производные родоначальника ряда – этилена. Для этого в углеродной цепи выбираются два атома углерода, связанные двойной связью. Радикалы, присоединенные к ним, перечисляются в порядке усложнения строения, в конце названия добавляется слово «этилен». Если оба радикала присоединены к одному атому углерода, то к началу названия добавляется слово "несимметричный", если к разным атомам – "симметричный".
- **Систематическая номенклатура** – названия алкенов образуются от названий соответствующих алканов заменой суффикса «ан» на «ен». Нумерация углеродной цепи начинается с того конца, к которому ближе двойная связь. Положение двойной связи указывается цифрой, соответствующей номеру углеродного атома, у которого она находится.

Пропен (*сист.*), метилэтилен (*рац.*), пропилен (*трив.*):

1-бутен или бутен-1 (*сист.*), этилэтилен (*рац.*), бутилен (*трив.*):

2-бутен или бутен-2 (*сист.*), симм-диметил-этилен (*рац.*), псевдобутилен (*трив.*):

2-метилпропен (*сист.*), несимм-диметил-этилен (*рац.*), изобутилен (*трив.*):

1-пентен или пентен-1 (*сист.*), пропилэтилен (*рац.*), амилен (*трив.*):

2-пентен или пентен-2 (*сист.*), симм-метил-этил-этилен (*рац.*):

2.3 ИЗОМЕРИЯ АЛКЕНОВ

- **Структурная изомерия (изомерия углеродной цепи)**

н-гексен-1:

2,3-диметилбутен-1:

- **Изомерия положения кратной связи**

Пентен-1:

Пентен-2:

- **Пространственная изомерия (*цис*-, *транс*-изомерия)**

цис-бутен-2

транс-бутен-2

- **Изомерия между классами органических соединений**

Бутен-1

Алкены – циклоалканы

Циклобутан

2.4 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКЕНОВ

2.5 ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКЕНОВ

Для алкенов характерны реакции присоединения и замещения.

- *Гидрирование*

Правило Лебедева: алкены гидрируются тем легче, чем меньше заместителей у двойной связи.

- *Галогенирование*

Качественная реакция на двойную связь – обесцвечивание бромной воды.

- *Гидрогалогенирование*

Правило Марковникова: водород присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода.

- *Гипогалогенирование*

- *Гидратация*

- *Окисление*

✓ *Кислородом воздуха без катализатора*

✓ *Кислородом воздуха в присутствии серебряного катализатора*

✓ *Разбавленным раствором $KMnO_4$ (реакция Вагнера) или перекисью водорода в присутствии катализатора*

✓ *Концентрированными растворами сильных окислителей (перманганатом калия, хромовой кислотой, азотной кислотой). Реакция используется для определения исходного строения алкена.*

✓ *Реакция озонирования Гарриеса.* Используется для определения исходного строения алкена.

• *Алкилирование*

• *Полимеризация*

• *Изомеризация, циклизация*

2.6 ПОЛУЧЕНИЕ АЛКЕНОВ

- *Дегидрирование алканов*
- *Дегидратация спиртов*
Правило Зайцева: при образовании молекулы воды водород отщепляется от наименее гидрированного атома углерода спирта.
- *Дегидрогалогенирование галогензамещенных алканов*
- *Отщепление галогенов от дигалогенпроизводных алканов*
- *Гидрирование алкинов и алкадиенов*

2.7 ПРИМЕНЕНИЕ АЛКЕНОВ