

Лекция №1. АЛКАНЫ. Предельные углеводороды.

Углеводороды – это соединения, молекулы которых содержат только атомы углерода и водорода. Углеводороды можно рассматривать как фундамент органической химии.

Предельные углеводороды (алканы)

Предельными углеводородами называют соединения, состоящие из атомов углерода и водорода, соединенных между собой только σ -связями, и не содержащие циклов.

Общая формула алканов C_nH_{2n+2} ,

где n – число атомов углерода.

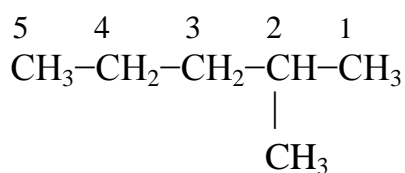
Для таких соединений характерно тетраэдрическое состояние атома углерода (sp^3 -гибридное состояние).

1.1. Номенклатура и изомерия алканов

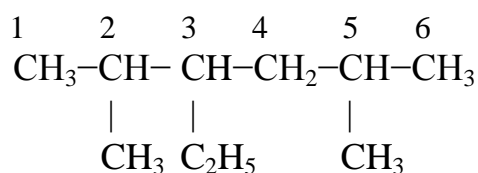
Первые четыре члена гомологического ряда предельных углеводородов имеют тривиальные названия: метан (CH_4), этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}).

За основу названий следующих гомологов берутся греческие числительные, соответствующие числу атомов углерода, и окончание *-ан*: пентан (C_5H_{12}), гексан (C_6H_{14}) и т. д.

Номенклатура разветвленных алканов связана с выбором наиболее длинной главной углеродной цепи. Нумерацию атомов углерода проводят таким образом, чтобы сумма локантов (номеров углеродных атомов) в названии была наименьшей. Алкильные группы рассматриваются как заместители.

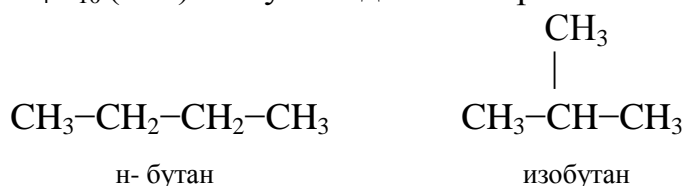


2-метилпентан



2,5-диметил-3-этилгексан

Единственным видом изомерии в ряду алканов является изомерия углеродного скелета. Возможность существования соединений с разветвленной цепью – изомеров нормальных углеводородов возникает, начиная с бутана C_4H_{10} ($n=4$). У бутана два изомера:

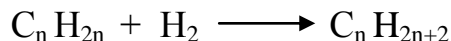


С увеличением числа углеродных атомов n число изомеров возрастает. У октана C_8H_{18} ($n=8$) 18 изомеров, у декана $C_{10}H_{22}$ ($n=10$) – 75.

1.2. Получение алканов

Алканы, как правило, получают разделением природных смесей углеводородов. Лабораторных способов получения немного:

1. Гидрирование алкенов



2. Реакция Вюрца (взаимодействие галогеналканов с активными металлами)



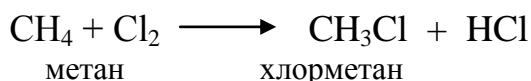
1.3. Химические свойства алканов

Предельные углеводороды при обычных условиях химически инертны. Это объясняется большой прочностью неполярных и малополярных σ -связей C—C и C—H.

Алканы не вступают в реакции присоединения, при умеренных температурах не взаимодействуют с сильными окислителями. При сравнительно низких температурах протекает лишь небольшое число реакций замещения, при которых происходит замена атомов водорода на другие атомы и группы.

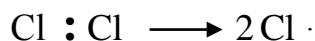
1.3.1. Реакция галогенирования

Смесь простого алкана (метана, этана, пропана) и хлора может существовать без следов взаимодействия при комнатной температуре в темноте. Однако облучение такой смеси ультрафиолетовым светом или нагревание до 300° приводит к бурной экзотермической реакции с образованием галогенозамещенных углеводородов (галогеналканов) по уравнению:

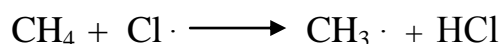


Реакция протекает по свободнорадикальному механизму, который включает следующие стадии:

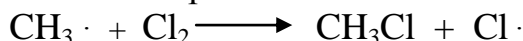
1. **Инициирование.** Процесс начинается с поглощения молекулярным хлором кванта УФ-света и распада на два радикала:



2. **Рост цепи.** Образовавшийся атом хлора может оторвать атом водорода от молекулы метана с получением метильного радикала и хлористого водорода:

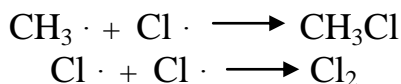


Свободный метильный радикал может дальше оторвать атом хлора от молекулы хлора и образовать хлористый метил и новый атом хлора:

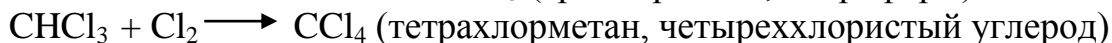
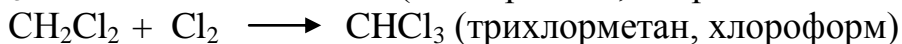
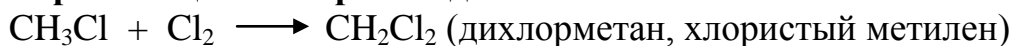


Реакции такого типа называются **цепными**, поскольку один атом хлора может инициировать хлорирование бесконечного числа молекул метана.

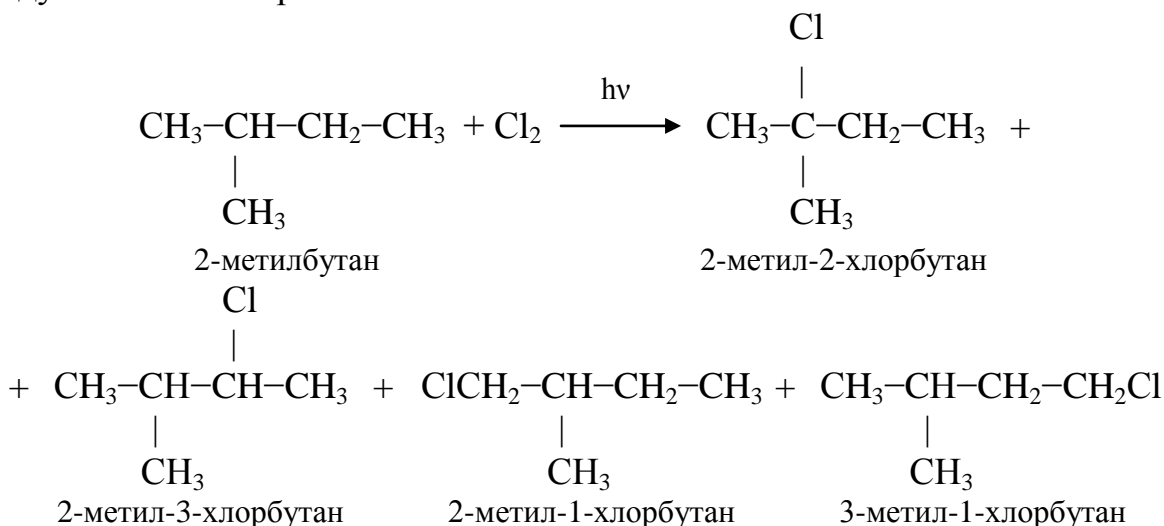
3. **Обрыв цепи.** На практике протекание процесса галогенирования ограничивается обрывом цепи, при которых два радикала реагируют друг с другом:



В этой реакции образуются не только монозамещенные, но и ди-, три- и тетразамещенные производные метана:

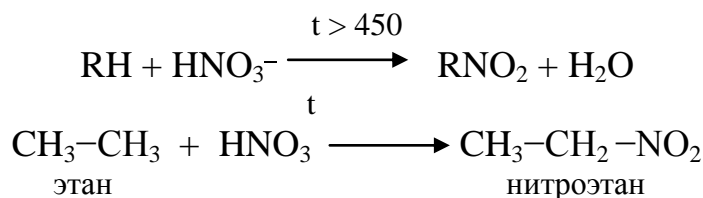


При хлорировании разветвленных алканов следует иметь в виду, что замещение атомов водорода при различных углеродных атомах протекает неодинаково. В первую очередь замещается водород при третичных атомах углерода, затем при вторичных, и в последнюю очередь замещается водород при первичных атомах углерода. В итоге, как правило, получается смесь продуктов галогенирования.



1.3.2. Нитрование алканов (реакция Коновалова)

Протекает по свободнорадикальному механизму в условиях высокой температуры, которая способствует распаду молекул азотной кислоты на активные частицы.

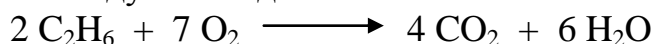


При нитровании этана и высших алканов образуются только мононитропроизводные.

При высоких температурах протекают реакции с разрывом как С–Н, так и С–С – связей: горение, дегидрирование, крекинг, изомеризация.

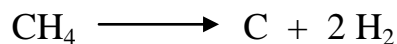
1.3.3. Горение алканов

Алканы горят на воздухе с выделением большого количества тепла:



1.3.4. Реакции дегидрирования

При сильном нагревании (выше 1000 °С) разлагаются на простые вещества:

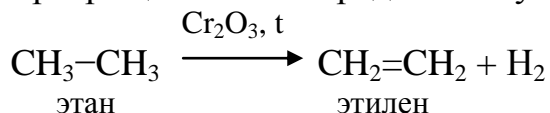


Если метан нагреть до более высокой температуры (1500 °С), то образуется ацетилен:



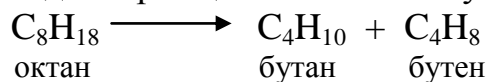
Эта реакция имеет большое практическое значение, так как открывает путь к синтезу многих органических соединений.

Под действием катализаторов и при высокой температуре алканы отщепляют водород и превращаются в непредельные углеводороды:



1.3.4. Крекинг алканов

Пиролиз или крекинг алканов при высоких температурах и давлениях без доступа воздуха приводит к расщеплению молекул:



1.4. Применение алканов

Алканы применяют в качестве топлива в быту и на производстве. Особенно широко используется метан в составе природного газа – это сырье для промышленного получения водорода, ацетилена, сажи, галогенопроизводных. Изомеры углеводородов разветвленного строения используют в производстве каучуков, высококачественных сортов бензина.