**Лекция**

**Тема: Алканы. Гомологический ряд, изомерия, физические и химические свойства**

План

1. Определение алканов. Гомологический ряд алканов.

2. Изомерия.

3. Физические свойства.

4. Химические свойства.

**1. Гомологический ряд и номенклатура алканов**

***Алканы***— *это углеводороды, содержащие только sp3-гu6ридизованные атомы углерода, соединенные между собой одинарной o-связью и имеющие общую формулу****СпН2п+2.***

Гомологический ряд предельных углеводородов и их алкильных радикалов

1

К предельным углеводородам относят *метан* СН4, *этан* С2Н6, *пропан* С3Н8 и др. Рассматривая состав углеводородов, видим, что каждый последующий член этого ряда отличается от предыдущего на группу СН2.

*Вещества, сходные по строению и химическим свойствам, но отличающиеся друг от друга по составу молекул на одну или несколько групп СН2, называются****гомологами.***

гомологи

Н3С-СН3 Н3С-СН2-СН3

этан пропан

Гомологи, расположенные в порядке возрастания их относительной молекулярной массы, образуют ***гомологический ряд.*** Группа СН2 называется ***гомологической разностью.***

Состав всех членов гомологического ряда алканов выражают **общей формулой: СпН2п+2,**где n — число атомов углерода. Например, при n = 7 алкан будет иметь состав С7Н16 — гептан. В молекулах гомологов метана, начиная с пропана, каждый атом углерода может быть связан с одним, двумя, тремя или четырьмя атомами углерода. Поэтому, в зависимости от характера их связи в молекуле различают:

* *первичные атомы углерода* — связаны только с одним углеродным атомом (обведены кружками);
* *вторичные* — связаны с двумя другими атомами углерода (подчеркнут);
* *третичные* — с тремя (показан жирным курсивом);
* *четвертичные* — с четырьмя (выделен жирным шрифтом).

Необходимо учитывать, что свойства атомов водорода, других атомов и функциональных групп зависят от того, с каким углеродным атомом они связаны: с первичным, вторичным или третичным.

Если в структуре алкана имеются только первичные и вторичные атомы углерода, то такую углеродную цепь называют *нормальной (неразветвленной).* Наличие третичных и (или) четвертичных атомов углерода обусловливает *разветвление* углеродной цепи.

СН3 — СН2 — СН2 — СН3 СН3 —СН —СН3разветвленная цепь

неразветвленная цепь СН3

**Номенклатура.** Отличительной особенностью органической химии является огромное число соединений, которые может образовывать углерод. Во избежание путаницы, возникающей из-за неточных названий, в настоящее время пользуются***систематической (международной)* номенклатурой ИЮПАК** (IUPAC — Международный союз теоретической и прикладной химии). С ее помощью можно отобразить в названии структуру соединения и, наоборот, по названию однозначно представить структуру. Особенно важна номенклатура предельных углеводородов, поскольку многие органические соединения представляют собой продукты замещения водорода в алканах и обычно называются сходным образом. Номенклатура алканов — основа для названия многих органических соединений.

По систематической номенклатуре все предельные углеводороды называют *алканами.*Название любого алкана оканчивается на *-ан.*

Первые четыре члена гомологического ряда имеют исторически сложившиеся названия:*метан, этан, пропан, бутан.* Далее названия углеводородов с нормальной (неразветвленной) углеродной цепью составляют от соответствующих греческих числительных с добавлением окончания *-ан.* Так, греческое название числительного 5 — «пента», отсюда углеводород С5Н12 называется пентан и т. д. Чтобы подчеркнуть, что алкан имеет нормальную (неразветвленную) цепь, используют приставку **к-.**Однако, как правило, и в отсутствии этой приставки углеводород рассматривается как нормальный. Например: СН3-СН2-СН2-СН2-СН3

пентан или н-пентан

При названии углеводорода с разветвленной цепью углеводород рассматривают как продукт замещения атомов водорода в алкане с самой длинной неразветвленной углеродной цепью. *Заместитель* — это атом или группа атомов, замещающих атом водорода в родоначальной структуре. В алканах замещающие группы называют углеводородными радикалами.

**2. Изомерия**

Для алканов возможна структурная изомерия — ***изомерия цепи (углеродного скелета).***Первые три члена гомологического ряда алканов изомеров не имеют. В молекулах метана, этана и пропана может быть только единственный порядок соединения углеродных атомов:

Н ННННН

Н – С – Н Н – С – С – Н Н – С - С – С – Н

Н ННННН

Иной взаимосвязи между атомами углерода и водорода в их молекулах быть не может. Но, *начиная с бутана* С4Н10, углеродные цепи могут быть нормальными (неразветвленными) и разветвленными.

СН3

СН3 - СН2 - СН2 - СН3**C4H10** СНз - СН - СН3

н-бутан изобутан (2-метилпропан)

*Вещества, имеющие одинаковый состав, но разное строение, называют****структурными изомерами.***

*Изобутан и н-бутан* — *структурные изомеры.* Свойства этих изомеров различны.

***Физические свойства изомерных бутанов:***

Если у бутана только два изомера, то у пентана С5Н12 их три, а у гептана С7Н16 — девять. Углеводород С10Н22 (декан) имеет 75 изомеров, а эйкозан С20Н42 — 366319. Следовательно, число изомеров быстро растет по мере увеличения числа атомов углерода в молекуле углеводорода.

**3. Физические свойства алканов**

*Повторите:* типы кристаллических решеток

Физические свойства предельных углеводородов, как и других органических соединений, определяются их составом и строением. Алканы, как и многие органические вещества, имеют молекулярное строение. Естественно в твердом состоянии у них молекулярная кристаллическая решетка.

В гомологическом ряду углеводородов четыре первых члена (С1—С4) при обычных условиях — газы, не обладающие цветом и запахом. Нормальные (неразветвленные) алканы от *н*-пентана до гептадекана (С5—С17) — легколетучие, бесцветные жидкости, имеющие запах бензина; начиная с С18 и выше — твердые вещества белого цвета, жирные на ощупь; вследствие малой летучести они не вызывают никакого ощущения запаха. По мере увеличения числа атомов углерода в цепи увеличивается их взаимное притяжение, что ведет к повышению температуры кипения и плавления алканов.

Алканы с разветвленной цепью кипят при более низкой температуре, чем аналогичные им по составу алканы с нормальным строением. Это объясняется меньшим взаимодействием между молекулами с разветвленной цепью. Ответвления от главной цепи создают пространственные препятствия для сближения молекул (они неплотно «упакованы»), поэтому нужно меньше энергии на отделение молекул друг от друга.

Предельные углеводороды — неполярные соединения. Вследствие этого они практически не растворяются в воде (полярный растворитель). Так, если прилить к воде бензин или керосин (оба представляют собой смесь жидких углеводородов), то образуется два слоя: верхний — углеводородный, нижний — водный. Но алканы хорошо растворяются в неполярных органических растворителях, таких, как бензол, тетрахлорметан и др.

Жидкие углеводороды легко смешиваются друг с другом, они также хорошо растворяют и твердые парафины. Это их свойство используют для очистки поверхности предметов от загрязнений. Например, с помощью керосина или бензина с поверхности удаляют минеральное масло (смесь жидких алканов и некоторых других соединений) или битум (смесь твердых алканов и других углеводородов).

**4. Химические свойства алканов**

Известно, что свойства органических соединений зависят от состава и строения их молекул, от природы имеющихся связей. В молекулах алканов все атомы связаны друг с другом о-связями. Валентности атома углерода, не затраченные на связь друг с другом, полностью насыщены атомами водорода, поэтому алканы называют *предельными или насыщенными* углеводородами. Это прочные соединения, в обычных условиях они*малоактивны.*Алканы за это назвали *парафинами* (от лат. parum affinis — мало сродства).

Полярность связи С-Н и С—С очень мала или равна нулю, поэтому для алканов более характерны радикальные реакции, протекающие под действием энергии света, температуры или катализаторов. Эти реакции могут сопровождаться разрывом связей С—Н или разрывом цепи углеродных атомов (С—С связей). *Наиболее характерны для алканов реакции радикального замещения атомов водорода (разрыв связи С-Н).*

**I. Реакции радикального замещения**

**1. *Галогенирование*** — реакция замещения атомов водорода в молекуле алкана на атомы галогенов с образованием галогенопроизводных.

*Галогенопроизводные углеводородов* — *это соединения, содержащие атомы, галогенов, связанные с углеводородным радикалом.*

Фтор реагирует с алканами очень энергично (как правило, со взрывом), при этом рвутся все С—Н и С—С связи, и в результате образуются соединения CF4 и HF.Практического значения реакция не имеет. Иод с алканами практически не взаимодействует ни при каких условиях. Реакции с хлором или бромом протекают под действием света или высокой температуры. Например, если сосуд со смесью метана и хлора выставить на рассеянный солнечный свет (при сильном освещении может произойти взрыв), то можно наблюдать постепенное ослабление желто-зеленой окраски хлора вследствие взаимодействия его с метаном:

H Н

Н – С – Н + Cl2 hv Н — С — Cl + НС1

H Н хлорметан (хлористый метил)

***2. Нитрование.***

**II. Термические превращения алканов**

При температуре выше 500°Салканы становятся нестабильными и распадаются с выделением водорода и образованием углеводородов с более низкой молекулярной массой. В этих реакциях происходит гомолитический разрыв связей С — Н и С — С.

***1. Разложение - пиролиз.*** Предельные углеводороды при сильном нагревании (выше 1000°С) без доступа воздуха полностью разлагаются на углерод и водород, т. е. происходит разрыв связей С — Н и С — С.Эта реакция *называется пиролизом.*Ее используют для получения водорода и сажи:

СН4t, 1000С + 2Н2 С2Н6t, 1000 2С + ЗН2

***2. Крекинг****(англ. cracking* — *расщепление)* — протекает преимущественно с разрывом связей С — С, как менее прочных, и образованием смеси алканов и алкенов с меньшим числом углеродных атомов. При крекинге более вероятным является разрыв С – С связи, находящейся ближе к центру молекулы, например:

С9Н20 600 С4Н10 + С5Н10

алканалкен

***3. Дегидрирование*** – отщепление молекулярного водорода.

Реакция дегидрирования алканов протекает при 300-5000 С (при этой температуре крекинг еще не идет) в присутствии катализаторов (чаще всего (Cr2O3) и сопровождается образованием преимущественно алкенов:

H H

H – C - C - H t, Cr2O3H2C = CH + H2

H H этан этен

**III.** **Реакции окисления**

**1. *Горение (полное и неполное).*** Наиболее важной реакцией алканов является горение. Их сжигание дает тепло и свет, а также приводит в движение многие машины.

При обычной температуре углеводороды не вступают в реакцию с кислородом воздуха, ее можно инициировать либо поджиганием, либо действием электрического разряда. Из повседневной жизни вам известно, что для сгорания метана (главная составная часть бытового газа) необходимым условием является поджигание. В избытке кислорода метан горит почти бесцветным пламенем с образованием безвредных веществ — оксида углерода (IV) и воды и выделением энергии.

СН4 (Г) + 2О2(Г) изб. ---» СО2 (Г) + 2 Н2О + 880 кДж

Если приготовить смесь из одного объема метана и двух объемов кислорода (см. уравнение), то при ее поджигании или пропускании электрической искры происходит сильный взрыв. Поэтому опасны смеси метана с воздухом в угольных шахтах, в заводских котельных, в жилых домах, что нередко является причиной аварий и несчастных случаев.

Аналогично протекает реакция горения и других газообразных, жидких, а также твердых углеводородов. Вследствие этого нужно весьма осторожно обращаться с такими жидкостями, как бензин, керосин и т. п., поскольку уже при обычной температуре в воздухе находится достаточно паров углеводородов, которые легко воспламеняются от спички, искры и могут вызвать пожар, сопровождающийся взрывом. Поэтому не следует хранить подобные жидкости в открытых сосудах.

**2. *Каталитическое окисление кислородом воздуха.***

При каталитическом окислении метана в зависимости от природы катализатора и условий проведения реакции образуются или спирт, или альдегид, или кислота:

кат, t1СН3ОН метиловый спирт

СН4 + О2кат, t2 Н2С = О + Н2О формальдегид

кат, t3 НСООН + Н2О муравьиная кислота

Гомологи метана с числом углеродных атомов больше двух окисляются в присутствии соединений марганца или при нагревании под давлением с разрывом углеродной цепи (С - С) и образованием преимущественно кислот. Например, окислением бутана в промышленности получают уксусную кислоту:

2 СН3—СН2- СН2- СН3 + 5О2 MnO2 4СН3СООН + 2Н2O

**IV.** **Конверсия метана.**

При высокой температуре (800 – 9000С) и в присутствии никелевых катализаторов метан реагирует с водой:

СН4 + Н2О t, Ni СО + 3Н2

образуя смесь оксида углерода () и водород, которую называют синтез-газом.

Синтез-газ очень ценное химическое сырье, его используют для синтеза многих органических соединений, а выделяемый из смеси водород – для получения аммиака.

При обычных условиях алканы не обесцвечивают бромную воду(Br2) и растворKMnO4.

**Вопросы для самоконтроля**

1.Определение, общая формула, гомологический ряд алканов.

2.Природный газ, его состав.

3.Среди перечисленных формул найдите гомологи метана, назовите их, для одного из них напишите изомеры: СН4; С6Н11; С6Н6; С3Н8; С5Н10; С7Н15; С6Н14.

4.Составьте сокращённые структурные формулы и подпишите названия всех изомеров гептана.

5.Сколько литров и килограммов оксида углерода (IV) получится при сгорании 5 моль октана?

**Литература**

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Алканы

2. Дерябина Г.И., Кантария Г.В. 2.4.2. Правила построения названий алканов по систематической международной номенклатуре ИЮПАК

3. Шабаров Ю.С. Органическая химия.

4. К.В. Вацуро, Мищенко "Именные реакции в органической химии", М.: Химия, 1976

5. Рудаков Е.С. Реакции алканов с окислителями, металлокомплексами и радикалами в растворах

6. Пэрэушану В. Производство и использование углеводородов. -- М.: Химия, 1987.