**Углеводороды. Гомология и изомерия. Химические свойства и способы получения**

**Алканы. Циклоалканы**

**Алканы** (*парафины*) – это соединения углерода с водородом, в молекулах которых атомы углерода соединены между собой одинарной связью (*предельные углеводороды).*Общая формула гомологического ряда алканов **СnН2n+2**. Радикал, получающийся при отрыве одного атома водорода от молекулы предельного углеводорода, называется*алкилож,*общая формула алкилов **СnН2n+1**.

*Формулы* и*названия* первых шести алканов (С1—С6) и отвечающих им радикалов:



Для радикала С5Н11 использование названия*амил* не рекомендуется. Для **составления названий** алканов с разветвленной цепью, например



выбирают самую длинную углеродную цепь (в примере – 5 атомов) и получают основу названия (5 – пентан). Нумеруют цепь (от 1 до 5) так, чтобы заместители (—СН3) получили наименьшие номера (2 и 3). В названии арабскими цифрами указывают положение заместителей, а приставками **ди** – 2, **три** – 3, **тетра** – 4 и т. д. – число одинаковых заместителей. Таким образом, в нашем примере алкан должен быть назван*2,3-диметилпентан.*

При наличии разных заместителей их названия расставляют по алфавиту, т. е., например, сначала*метил,* а затем*этил.*

Для некоторых разветвленных предельных углеводородов используются, наравне с систематическими, **традиционные** названия, например, для алканов состава С4Н10и С5Н12 с формулами:



Такие же названия используются для разветвленных радикалов:



При обычных условиях первые алканы – метан, этан, пропан и бутан (С1—С4) – представляют собой газы без цвета и запаха, малорастворимые в воде. Последующие гомологи (С5—C15) – жидкости (при 20 °C), высшие гомологи (C16 и выше) – твердые вещества.

В алканах атомные орбитали углерода имеют sр3-гибридизацию; четыре электронных облака атома углерода направлены в вершины тетраэдра под углами 109,5°. Ковалентные связи, образуемые каждым атомом углерода, в алканах малополярны.

Поэтому алканы – сравнительно инертные вещества, вступают только в реакции замещения, протекающие с симметричным (радикальным) разрывом связей С – Н. Эти реакции обычно идут в жестких условиях (высокая температура, освещение). В результате становится возможным замещение водорода на галоген (CI, Br) и нитрогруппу (NO2), например, при обработке метана хлором:



Вторая и последующие стадии реакции протекают легче, чем первая, из-за смещения электронной плотности к атому хлора:



и увеличения подвижности остающихся атомов водорода. Названия продуктов: СН3Cl – хлорметан, СН2Cl2 – дихлорметан, СНCl3 – трихлорметан (*хлороформ*), СCl4 – тетрахлорметан (тетрахлорид углерода).

В тех алканах, где кроме первичных есть также вторичные и третичные атомы углерода, замещение обычно протекает с образованием смеси однозамещенных продуктов (т. е. в каждой молекуле замещается один атом водорода), например:



**Циклоалканы** – предельные углеводороды циклического строения, общая формула гомологического ряда СnH2n(п  3), формула совпадает с таковой для алкенов. Важнейшие циклоалканы:



При комнатной температуре С5Н10 и С6Н12 – бесцветные жидкости, малорастворимые в воде. Химические свойства циклоалканов подобны свойствам алканов, например:



*Получение*: источниками алканов и циклоалканов в **промышленности** служат нефть, природный газ, каменный уголь. В **лаборатории** применяют такие способы синтеза алканов:

1) *реакция Вюрца* – действие натрия на галогенпроизводные углеводородов:



2) каталитическое гидрирование этиленовых углеводородов (катализаторы Pt, Pd, Ni):



3) сплавление солей карбоновых кислот с гидроксидом натрия:



Циклоалканы синтезируют из дигалогенпроизводных алканов:



Алканы широко используются как исходное сырье в химической промышленности, моторное топливо (бензин, керосин и др.); циклоалканы применяются в органическом синтезе.

При горении метана выделяется много теплоты:



Поэтому его (в виде природного газа) применяют в качестве топлива в быту и в промышленности.

**Алкены. Алкадиены**

Алкены (*олефины*) – это углеводороды, в молекулах которых содержатся атомы углерода, соединенные между собой **двойной** связью (*непредельные углеводороды ряда этилена).*Простейший представитель —*этилен* С2Н4, общая формула гомологического ряда этиленовых углеводородов СnН2n (при п ? 2).

Систематические*названия* олефинов производятся от корней названий алканов с заменой суффикса – **ан** > – **ен**:



Сохраняются также традиционные названия с заменой суффикса – **ан** на – **илен**: С2Н4 – этилен, С3Н6 – пропилен, С4Н8 – бутилен; использование названия*амилен* для алкена С5Н10 не рекомендуется.

Положение двойной связи С=С в изомерах строения (начиная с алкена С4) указывается цифрой **после** названия:



Радикал этилена – этенил СН2=СН – обычно называют*винил,* пропена – пропенил СН2=СН – СН2 – именуют*аллил.*

Другой вид изомерии в непредельных углеводородах, помимо структурной изомерии, осуществляется потому, что атомы углерода, образующие двойную связь, находятся в sр2-гибридном состоянии; ?-составляющая двойной связи С=С и ?-связи С – Н лежат в одной плоскости под углом 120° друг к другу, а ?-составляющая двойной связи С=С представляет собой электронное облако, вытянутое в направлении, перпендикулярном плоскости о-связей. Следствием такого строения алкенов является возможность*геометрической изомерии* (или*цис-транс-изомерии)* в зависимости от положения заместителей (атомов или радикалов):



*(цис* – от лат. «рядом, по одну сторону»,*транс* – от лат. «напротив, по разные стороны»).

Алкены С2—С4 при комнатной температуре – бесцветные газы со слабым запахом нефти, малорастворимые в воде; алкены С5—C18 – жидкости, алкены C19 и выше – твердые вещества.

Важнейшие химические свойства алкенов определяются тем, что в силу меньшей прочности ?-связи (по сравнению с ?-связью) она легко разрывается, в результате чего протекают реакции **присоединения** и образуются насыщенные органические соединения. Как правило, такие реакции идут в мягких условиях, часто на холоду и в растворителях, например воде, тетрахлорметане СCl4 и др.:



Аналогично протекает взаимодействие алкенов с бромоводородом:



Присоединение галогеноводородов к **несимметричным** алкенам теоретически может привести к **двум** продуктам:



Согласно*правилу Марковникова,* **присоединение галогеноводородов к несимметричным алкенам протекает так, что водород направляется к атому углерода, который уже содержит большее число атомов водорода.** В приведенной выше реакции продуктом будет 2-иодпропан СН3СН(I)СН3.

По правилу Марковникова протекает и*реакция гидратации,* т. е. реакция присоединения воды в присутствии серной кислоты. Она происходит в две стадии:

а) вначале образуется алкилсерная кислота, т. е. H2SO4присоединяется к алкену:



б) затем происходит ее необратимый гидролиз:



Алкены обесцвечивают раствор перманганата калия на холоду в нейтральной среде, при этом образуются*гликоли*(двухатомные спирты):



Алкены способны вступать в*реакции полимеризации:*



*Качественные реакции на алкены* – **обесцвечивание** бромной воды и раствора КMnO4(уравнения реакций см. выше).

**Алкадиены** – непредельные углеводороды, в молекулах которых содержатся две связи С=С. Общая формула алкадиенов СnН2n-2 (n ? 3), формула совпадает с таковой для алкинов.

**Примеры**:



Большое практическое значение имеют сопряженные диены, в молекулах которых связи С=С разделены одинарной связью С – С:



*Дивинил* и*изопрен* – традиционные названия.

Дивинил – бесцветный, легко сжижающийся (при -4,5 °C) газ, изопрен – низкокипящая (34,1 °C) жидкость.

Алкадиены вступают в те же реакции **присоединения**, что и алкены. Сопряженные диены имеют особые свойства, в частности, в реакциях присоединения; они образуют продукты 1,4-присоединения с одной двойной связью посредине:



(далее возможно образование 1, 2, 3, 4-тетрабромбутана).

Алкадиены способны полимеризоваться с образованием *каучуков:*



Полиметилбутадиеновый каучук – это полимер, существующий в природе (натуральный каучук), а полибутадиеновый каучук получен искусственно (С. В. Лебедев, 1932 г.) и называется*синтетическим каучуком.*

*Получение:* для алкенов в **промышленности** используют метод каталитического дегидрирования алканов:



В **лаборатории** алкены получают:

1)*дегидратацией спиртов* (отщепление воды от спиртов):



2)*дегидрогалогенированиеж* – отщеплением галогеноводорода от моногалогенопроизводного под действием спиртового раствора щелочи:



3)*дегалогенированиеж* – отщеплением галогенов от дигалогенопроизводных, в которых атомы галогена находятся у соседних атомов углерода:



**Промышленное** получение дивинила:

1) дегидрирование бутана:



2) *способ Лебедева* – одновременное отщепление воды и водорода от этанола на катализаторе (ZnO/Al2O3):



Алкены используются для органического синтеза, производства пластмасс, искусственного моторного топлива, диеновые углеводороды – исходное сырье в промышленном синтезе каучуков.

**Алкины**

Алкины – углеводороды с **тройной** связью C?C в молекулах (*непредельные углеводороды ряда ацетилена).*Простейший представитель этого ряда – ацетилен С2Н2, общая формула алкинов **CnH2n-2** (при n ? 2).

Названия простейших алкинов:

С2Н2 – этин (традиционно: ацетилен)

С3Н4 – пропин (метилацетилен)

С4Н6 – бутин

Изомеры бутина:



Ацетилен, пропин и бутин-1 – бесцветные газы при комнатной температуре, бутин-2 – легкокипящая жидкость, обладает легким «эфирным» запахом.

В алкинах атомные орбитали углерода у тройной связи имеют*sp-*гибридизацию (линейное строение). Наличие двух ?-связей обусловливает их химические свойства, в частности высокую способность к реакциям ступенчатого присоединения водорода, хлора, брома, галогеноводородов, воды:

а)



б)



в)



(присоединение НCl к хлорэтену происходит по правилу Марковникова; хлорэтен традиционно называют*хлорвинилом* или*винилхлоридом);*

г)*реакция Кучерова* (гидратация на катализаторе)



При*циклизации* ацетилена образуется бензол:



Упомянутый выше хлорвинил способен полимеризоваться:



Поливинилхлорид (ПВХ) – полимер, основа пластмассы, волокон и пленок, применяется в производстве труб, искусственной кожи, электроизоляции, пеноматериалов.

*Качественные реакции:*

1) на алкины любого строения – обесцвечивание раствора КMnO4, чаще всего происходит разрыв углеродной цепи по месту тройной связи (ср. с алкенами);

2) на алкины с концевой тройной связью – замещение концевого атома водорода на медь (I) с образованием ярко-красного осадка:



*Получение:* в **промышленности** ацетилен ранее получали гидролизом дикарбида (ацетиленида) кальция:



(неприятный «карбидный» запах газа обусловлен примесями, главным образом фосфином РН3).

Современный способ —*пиролиз* (термическое разложение) метана:



В **лаборатории** для получения ацетилена и его гомологов используют взаимодействие дигалогенопроизводных алканов со щелочами в спиртовом растворе при нагревании:



(обязательное условие – атомы галогенов должны находиться при соседних атомах углерода). Эта реакция может проходить в одну стадию (как показано выше), но чаще – в две стадии:

а)



б)



Алкины, особенно ацетилен, используются как исходное сырье в химической промышленности для многих органических синтезов. Кроме того, ацетилен благодаря высокой теплотворной способности сгорания:



применяется для автогенной сварки и резки металлов.