Номенклатура органических веществ

Как называть вещества?

УГЛЕВОДОРОДЫ

- Предельные углеводороды (АЛКАНЫ) – атомы углерода соединены простыми σ связями (-C-C-C-);

- Непредельные углеводороды – содержат двойные или тройные связи.

Так, этиленовые углеводороды (алкены) содержат одну двойную связь (-C=C-C-);

в ацетиленовых углеводородах (алкинах) имеется 1 тройная связь ;

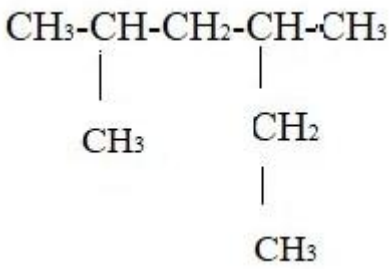
диеновые углеводороды (алкадиены) и триеновые (алкатриены) и т.д. содержат 2, 3 или более двойных связей.

- Ароматические углеводороды (арены, бензолы) состоят, как минимум, из шести атомов углерода и содержат особый вид связи – ароматическую π связь (бензольное кольцо).

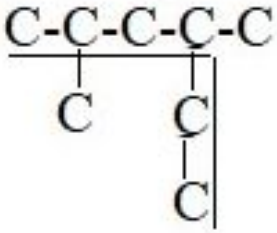
Номенклатура углеводородов

В настоящее время наиболее распространена международная (систематическая, ИЮПАК) номенклатура.

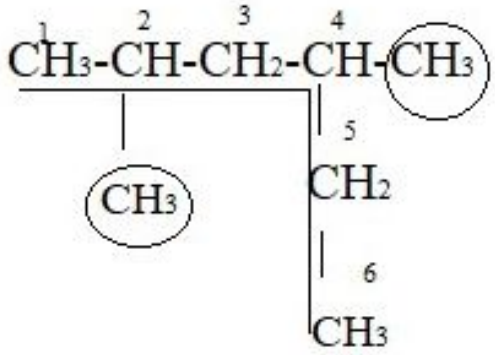
Разберем ее на примере алканов. Попробуем назвать:



1. Установить самую длинную цепь углеродных атомов в соединении (она может быть искривлена).



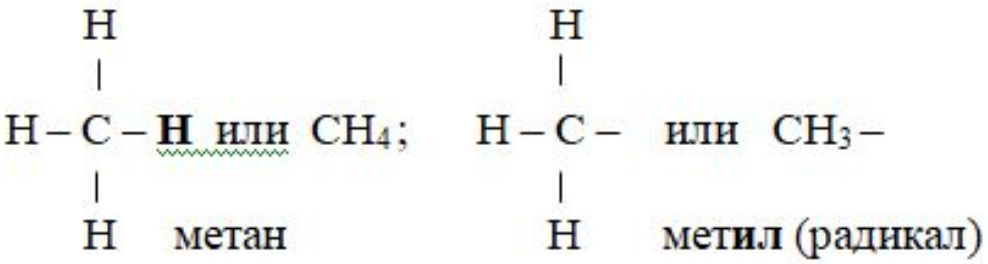
2. Пронумеровать углеродные атомы самой длинной цепи. Всё, что не вошло в основную цепочку и есть радикалы (обведены в кружочки). Нумерацию начинают с того конца цепи, где ближе радикал.



3.Называют радикалы: метил, этил и т.д. (от простых к сложным, от менее разветвленным к более разветвленным).

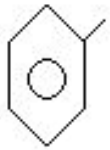
Радикал

Если от углеводорода отнять один атом водорода, то останется одновалентный радикал.



Каждому углеводороду соответствуют одновалентные радикалы, представленные ниже.

Названия радикалов (записать на видном месте и знать обязательно!!!)

CH_3-	метил	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	бутил
CH_3-CH_2-	этил	$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-$	изобутил
$CH_3-CH_2-CH_2-$	пропил	$CH_3-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-$	вторбутил
$CH_3-\underset{\underset{\vert}{}}{CH}-CH_3$	изопропил	$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}-$	третбутил
$-HC=CH_2$	винил		фенил

4. Перед названием радикала ставится цифра, означающая, от какого углеродного атома цепи ответвляется радикал.

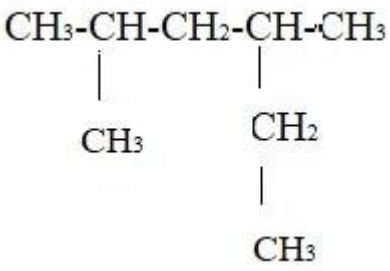
5. Если углеводород содержит несколько одинаковых радикалов, перед названием радикала прописью указывается количество.

Например, при наличии двух метильных групп после двух цифр, обозначающих их места, называют «диметил» (**ди**- по-гречески «два»), при наличии трех метильных групп – «**три**метил» и т.д., используя приставки **тетра, пента, гекса**).

6. После названий радикалов называют углеводород, соответствующий главной цепи углеродных атомов (см. гомологический ряд).

Гомологический ряд нужно знать обязательно или записать на видном месте!!!

Молекулярная формула	Структурная формула	Название
CH_4	CH_4	метан
C_2H_6	CH_3-CH_3	этан
C_3H_8	CH_3-CH_2-CH_3	пропан
C_4H_{10}	CH_3-CH_2-CH_2-CH_3	бутан
C_5H_{12}	CH_3-CH_2-CH_2- CH_2-CH_3	пентан
C_6H_{14}	CH_3-$(CH_2)_4$-CH_3	гексан
C_7H_{16}	CH_3-$(CH_2)_5$-CH_3	гептан
C_8H_{18}	CH_3-$(CH_2)_6$-CH_3	октан
C_9H_{20}	CH_3-$(CH_2)_7$-CH_3	нонан
$C_{10}H_{22}$	CH_3-$(CH_2)_8$-CH_3	декан



Таким образом, данное вещество имеет название 2,4-диметилгексан.

Номенклатура алкенов

1. При названии этиленовых углеводородов (алкенов) по номенклатуре ИЮПАК в качестве главной выбирают самую длинную углеродную цепь, **содержащую двойную связь.**

2. Нумеруют углеродную цепь с того конца, **где ближе связь**. Если связь находится посередине, то при нумерации обращают внимание на расположение радикалов.

Номенклатура алкенов

3. Обозначают местоположения радикалов цифрой (цифрами), не забывая использовать приставки ди, три, тетра... и перечислять радикалы по старшинству (сначала простые, затем сложные, сначала менее разветвленные, затем более разветвленные) при условии нескольких радикалов.

4. Названия дают так же, как и предельным углеводородам, но вместо окончания – **ан** пишут окончание **-ен с указанием местоположения двойной связи цифрой**.

Гомологический ряд алкенов

Молекулярная формула	Структурная формула	Название
C_2H_4	$CH_2=CH_2$	Этен (этилен)
C_3H_6	$CH_2=CH\text{-}CH_3$	Пропен (пропилен)
C_4H_8	$CH_2=CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3$	Бутен -1 и т.д.

Пример

$$\overset{1}{CH_2} = \overset{2}{CH} - \overset{3}{CH_2} - \overset{4}{CH_3}$$

бутен-1

$$\overset{1}{CH_3} - \overset{2}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} = \overset{3}{CH} - \overset{4}{CH_3}$$

2-метилбутен-2

Номенклатура алкинов

Называют ацетиленовые углеводороды так же, как и этиленовые, но вместо окончания –ен пишут **–ин**.

После окончания –ин пишется цифра, пока трой

$$\overset{1}{H}\overset{}{C}\overset{2}{\equiv}\overset{3}{C}-\overset{4}{C}H_2-CH_3$$

бутин-1

$$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{C}\overset{3}{\equiv}\overset{4}{C}-CH_3$$

бутин-2

Номенклатура аренов

- Систематическое название всех ароматических углеводородов – арены, а бензола – бензен. Гомологи бензола рассматривают, как замещённые бензола и цифрами указывают положение заместителей.

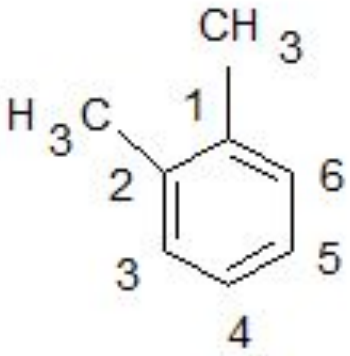
- По номенклатуре ИЮПАК нумеруют атомы углерода в бензойном кольце по правилу: от любого наименьшего радикала в направлении следующего так, чтобы сумма цифр положения заместителей была наименьшей.

- Цифрами обозначают положение радикалов, одинаковые радикалы обозначают приставками ди-, три-, тетра-.

- Принадлежность к аренам обозначают корнем бензол.

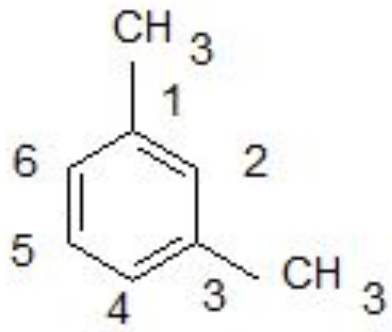
- Часто для обозначения положения радикалов используют приставки орто- (рядом), мета- (через один), пара- (напротив).

Разберите названия



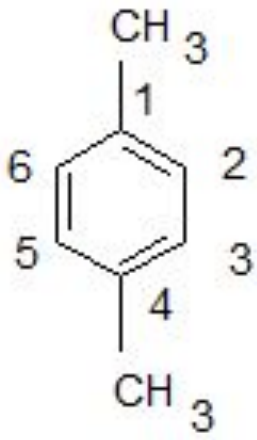
орто-ксилол

(1,2-диметилбензол)



мета-ксилол

(1,3- диметилбензол)



пара-ксилол

(1,4-диметилбензол)

Изомерия

- явление существования веществ, имеющих одинаковый состав (одинаковую молекулярную формулу), но разное строение (разные структурные формулы) и различные свойства.

- Разберем явление изомерии на примере углеводоворoдов (алканов, алкенов, алкинов и аренов).

Изомерия алканов

- Для алканов характерна изомерия углеродного скелета.

- Для примера ниже приведены изомеры для вещества состава C_4H_{10} - данное вещество соответствует формуле CnH2n+2, то есть это алкан.
- Пишем в цепочку 4 атома углерода (С), соединяя их одинарными связями С-С-С-С. Доставляем водороды, помня, что С имеет валентность 4. Это н-бутан, неразветвленный бутан.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$$

н-бутан

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

изобутан

- Для написания изомера мы должны искривить углеродную цепочку так, чтобы общее количество атомов в ней не изменилось, однако в основной цепочке стало меньше на 1, который и уходит в радикал. Доставляем водороды. Перед нами изобутан или 2-метилпропан.
- По мере возрастания числа углеродных атомов в молекуле резко возрастает число изомеров. Так, для декана с формулой $C_{10}H_{22}$ можно написать уже 85 изомеров.

Задание

- Попробуйте написать и назвать изомеры для алканов состава C_5H_{10} и C_6H_{14}.

Изомерия алкенов

- Изомерия строения углеродной цепи.
- Положения двойной связи.
- Пространственная (цис- и транс-изомерия).
- Межклассовая изомерия.

1. Изомерия углеродного скелета

- Разберем на примере C4H8 (соответствует формуле CnH2n – это алкен)
- Пишем цепочку из 4 атомов С и ставим = связь и только потом расставляем водороды.

$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ и $CH_2=C(CH_3)-CH_3$

бутен-1 2-метилпропен-1

2.Изомеры положения двойной связи

- = связь может находится у любого атома углерода.

$H_3C-CH=CH-CH_3$

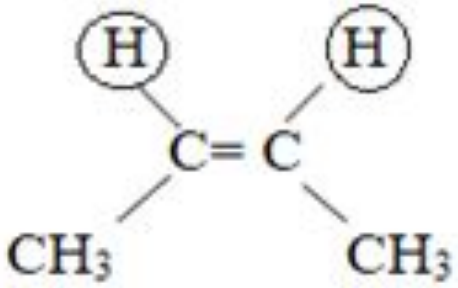
бутен-2

$H_2C=CH-CH_2-CH_3$

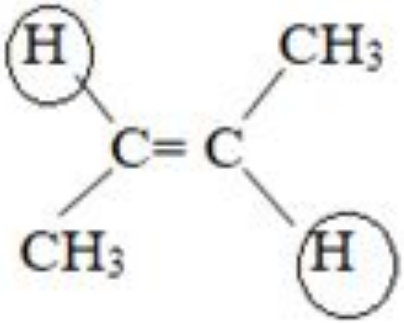
бутен-1

3.Пространственные изомеры (цис- и транс- изомеры)

- Цис-изомер – 2 одинаковых заместителя находятся по одну сторону от плоскости, через которую проходит двойная связь.
- Транс-изомер – 2 одинаковых заместителя находятся по разные стороны от плоскости, через которую проходит двойная связь.
- Транс- значит перенос, переброс.

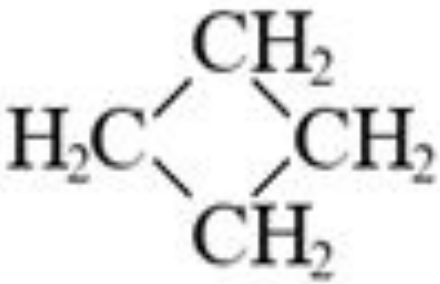


цис-бутен-2



транс-бутен-2

4. Межклассовые изомеры (алкены изомерны циклоалканам)



циклобутан

Задание

- Напишите 6 изомеров, относящихся к разным видам изомерии для C5H10 и назовите их.

Изомерия алкинов

- Изомерия строения углеродной цепи.
- Положения тройной связи.
- Межклассовая изомерия

1. Изомерия углеродного скелета

- Разберем на примере C5H8 (соответствует формуле CnH2n-2 – это алкин)
- Пишем цепочку из 5 атомов С и ставим тройную связь и только потом расставляем водороды.

$CH \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$ и $CH \equiv C - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CH_3$

пентин -1

3-метил бутин-1

2. Положения тройной связи

$CH \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$

пентин -1

$CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_3$

пентин -2

3. Межклассовая изомерия

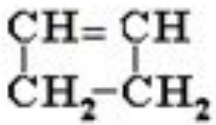
алкины изомерны циклоалкенам и алкадиенам (2 двойные связи)

$CH{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$

бутин-1

$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$

бутадиен-1,3



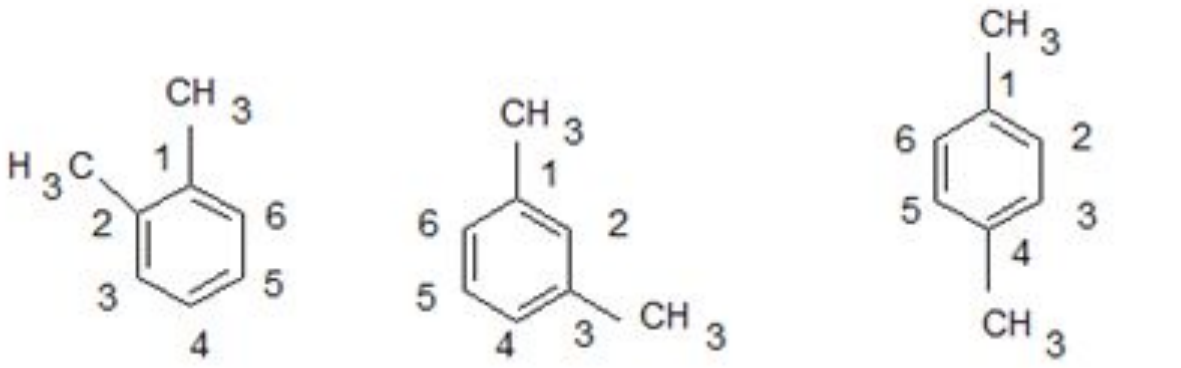
циклобутен

Задание

- Напишите 5 изомеров для C6H10 и назовите их.

Изомерия аренов

- Характерна изомерия положения заместителей в бензольном кольце (орто-, мета- и пара-).
- Орто- положение – заместители находятся рядом.
- Мета- положение – через один
- Пара- положение – напротив.
- Важно помнить, что в основном кольце присутствуют уже 6 атомов углерода!!!



орто-ксилол (1,2-диметилбензол) мета-ксилол (1,3- диметилбензол) пара-ксилол (1,4-диметилбензол)

Задание

- Напишите изомеры аренов для C9H12 и назовите их. Подсказка: C9-C6(в основном кольце), получается, что в радикал уходят 3 атома углерода, то есть это могут быть 3 радикала CH3, радикал пропил, радикал изопропил, радикалы этил и метил.

Химические свойства углеводородов

Алканы

- Алканы имеют старинное название парафины, что означает, что они малоинертны.
- Дело в том, что атомы углерода соединены простыми прочными (σ-сигма) связями, поэтому алканы вступают в реакции только в жестких условиях.

Реакции замещения

- Более подробно разберем реакции замещения, хотя характерны и реакции горения, пиролиза, изомеризации, отщепления.
- Предельные углеводороды при обычных условиях химически инертны. На них не действуют даже сильные кислоты, едкие щелочи и сильные окислители. Предельные углеводороды не способны к реакциям присоединения в силу насыщенности всех связей углерода в молекуле.
- Только при высоких температурах, под влиянием катализаторов или других инициаторов они вступают в химические **реакции замещения**, например, взаимодействуют с галогенами (реакции галогенирования), с азотной кислотой (реакции нитрования). В этом случае атомы водорода в насыщенных углеводородах замещаются, соответственно, на галогены или нитрогруппу, отсюда и названия реакций: галогенирования, нитрования, сульфирования.

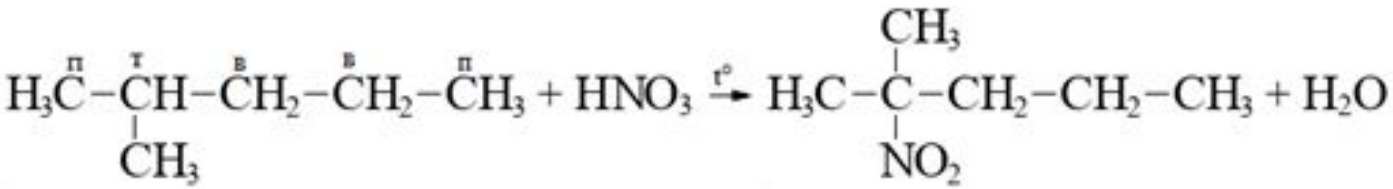
Правило

- Реакции замещения протекают по радикальному механизму в соответствии с нижеизложенным правилом.

- *Замещение атомов водорода на галоген (Cl, Br), нитрогруппу (NO_2) или сульфогруппу (SO_3H) легче всего происходит у третичного, хуже – у вторичного и в последнюю очередь – у первичного углеродного атома. Не возможно замещение по четвертичному атому углерода.*

- Третичный атом углерода (т) имеет трёх заместителей (соседей, связи), вторичный (в) – двух, первичный (п) – одного, четвертичный (ч) – четырёх.

Реакция нитрования (Коновалова)



2-метилпентан

2-метил-2-нитропентан

Реакция хлорирования

$$H_3\overset{п}{C}-\overset{п}{C}H_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} H_3C-CH_2-Cl + HCl$$

этан 1-хлорэтан

Химические свойства алкенов

- Двойная связь представляет собой сочетание σ- (прочной сигма) и π-(непрочной пи) связей.

- Поэтому они легче, чем алканы вступают в реакции с разрывом данной связи.

Реакции присоединения

Присоединение водорода (гидрирования) или галогенов (галогенирования) всегда идёт по месту разрыва двойной связи.

1) гидрирование:

$$H_2C{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} H_3C{-}CH_3$$

этен этан

2) галогенирование:

$$H_2C{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow Cl{-}CH_2{-}CH_2{-}Cl$$

этен 1,2-дихлорэтан

Аналогичным образом протекает реакция бромирования ($+Br_2$), сопровождающаяся разрывом двойной связи и являющаяся качественной на алкены.

Реакция гидрогалогенирования и гидратации

- Несимметричные алкены присоединяют галогеноводороды (HBr,HCl) – гидрогалогенирование или воду (HOH) - гидратация) по правилу Марковникова.

- *Атом водорода присоединяется к наиболее гидрогенизированному углеродному атому (больше водорода), а атом галогена (или группа –OH) – к наименее гидрогенизированному углеродному атому (меньше водорода) по месту разрыва π-связи.*

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + HCl \rightarrow H_3C{-}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}{-}CH_3$$

пропен 2-хлорпропан

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} H_3C{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}{-}CH_3$$

пропен пропанол-2

Реакции полимеризации

- *Под действием температуры, давления и в присутствии катализатора происходит разрыв π-связи и образование длинных цепочек – мономеров.*

$$nH_2C{=}CH_2 \xrightarrow{кат} (-CH_2-CH_2-)_n$$

этилен полиэтилен

$$nH_2C{=}CH-CH_3 \xrightarrow{кат} (-CH_2-\underset{|}{C}H-CH_3)_n$$

пропилен полипропилен

Реакции окисления

- Протекают в зависимости от условий.
- При мягком окислении водным раствором перманганата калия образуется двухатомный спирт (реакция Вагнера).
- Это реакция считается качественной на алкены.

$$3H_2C{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \xrightarrow{0^\circ C} 3\begin{array}{l} CH_2{-}OH \\ | \\ CH_2{-}OH \end{array} + 2MnO_2 + 2KOH$$

этилен этиленгликоль

Реакция окисления

- При горении (полном окислении) образуются углекислый газ, вода и тепло.

$$2C_nH_{2n} + 3nO_2 \longrightarrow 2nCO_2 + 2nH_2O + Q$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O + Q$$

Химические свойства алкинов

- Тройная связь между атомами углерода включает одну σ-связь и две π-связи. Наличие π-связи в молекулах алкинов обеспечивает им возможность вступать в реакции присоединения и окисления, однако в реакции присоединения алкины вступают труднее, чем алкены.

- **Х**арактерными реакциями для ацетилена и его гомологов являются реакции присоединения.

- Реакции присоединения водорода и галогенов идут ступенчато, сначала с образованием двойной, а затем и простой связи.

Реакции гидрогалогенирования и гидратации

Данные реакции идут как с алкенами по правилу Марковникова

$$HC{\equiv}CH + HCl \longrightarrow CH_2{=}CHCl$$

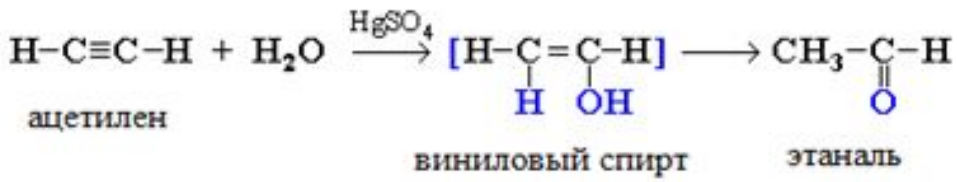
винилхлорид

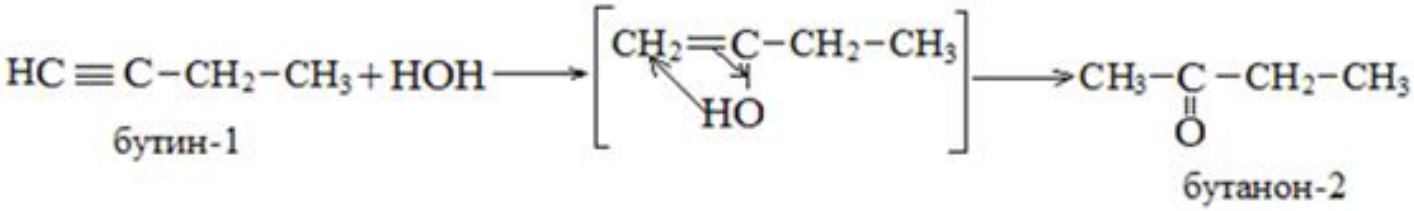
$$H{-}C{\equiv}C{-}H \xrightarrow{HCl} CH_2{=}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH} \xrightarrow{HCl} CH_3{-}\overset{\overset{Cl}{|}}{\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}}$$

хлорэтилен 1,1-дихлорэтан

Особенность реакции гидратации

- Гидратация ацетиленовых углеводородов приводит к образованию карбонильных соединений.
- Гидратация ацетилена приводит к образованию уксусного альдегида (**реакция Кучерова**), гомологи ацетилена образуют кетоны.


H−C≡C−H + H2O
HgSO4
[H−C=C−H]
H OH
CH3−C−H
O
ацетилен
виниловый спирт
этаналь


HC≡C−CH2−CH3 + HOH
CH2=C−CH2−CH3
HO
CH3−C−CH2−CH3
O
бутин-1
бутанон-2

Реакция замещения!!!! (отличает алкены от алкинов)

- *Соединённый с атомом углерода атом водорода может замещаться на металл, что обусловливает слабые кислотные свойства алкинов.*
- Эти свойства проявляются в реакциях образования ацетиленидов. Например, при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра:

$$CH_3\text{-}C{\equiv}C\text{-}H + [Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_3\text{-}C{\equiv}C\text{-}Ag\downarrow + 2NH_3\uparrow + H_2O$$

метилацетилен метилацетиленид серебра

Реакции окисления

Алкины очень чувствительны к действию окислителей. При окислении чаще всего происходит разрыв углеродной цепи по тройной связи:

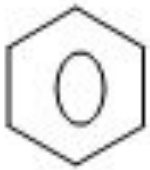
$$3HC{\equiv}CH + 10\,KMnO_4 + 2H_2O \longrightarrow 6CO_2\uparrow + 10KOH + 10MnO_2\downarrow$$

При полном сгорании ацетилена на воздухе образуются окись углерода (IV) и вода:

$$2HC{\equiv}CH + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2\uparrow + 2H_2O$$

Химические свойства аренов

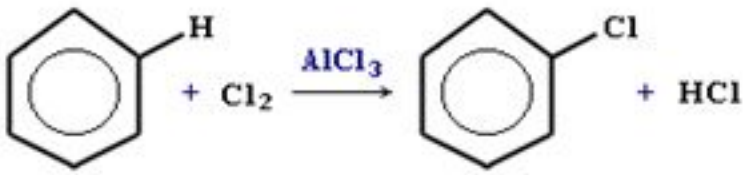
- Арены имеют особый вид связи – ароматическую П-связь, состоящую из 6-Пи-электронов, она равномерно распределяет электронную плотность и придает бензолу особую устойчивост



- Для аренов характерны реакции электрофильного замещения, реакции присоединения идут в жёстких условиях, также арены обладают высокой устойчивостью к окислителям.

Реакции замещения

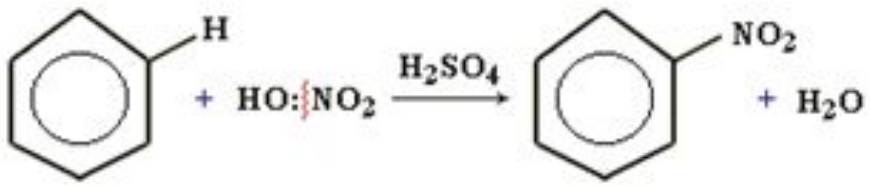
- Аналогично алканам арены вступают в реакции нитрования и галогенирования.
- Реакция галогенирования (H→Cl):



бензол хлорбензол

Реакции замещения

- Реакция нитрования ($H \rightarrow NO_2$):



бензол нитробензол

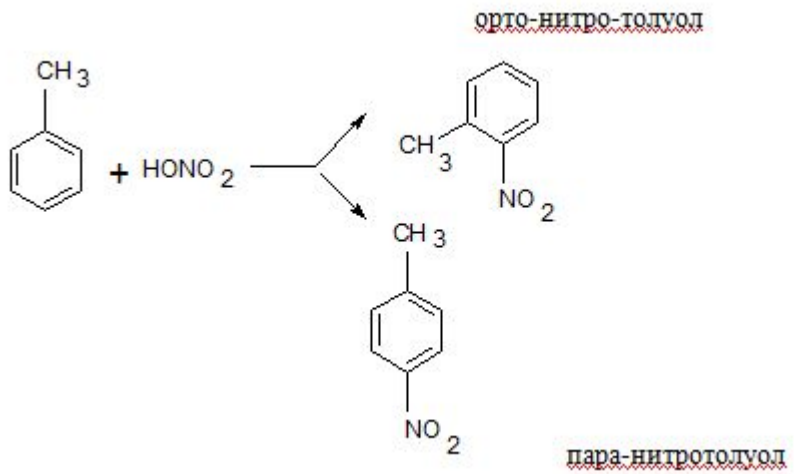
Реакции замещения

- Реакции замещения у гомологов и изомеров аренов проходят согласно правилам ориентации в бензольном ядре.
- Каждый заместитель в бензольном ядре обладает определенным направляющим (ориентирующим) действием.
- По характеру направляющего действия заместители делят на две группы: первого рода и второго рода.

Правила ориентации в бензольном кольце

- *Заместители первого рода направляют последующие группы в орто-(рядом) и/или пара- (напротив) положение.*
- *К ним относят:*

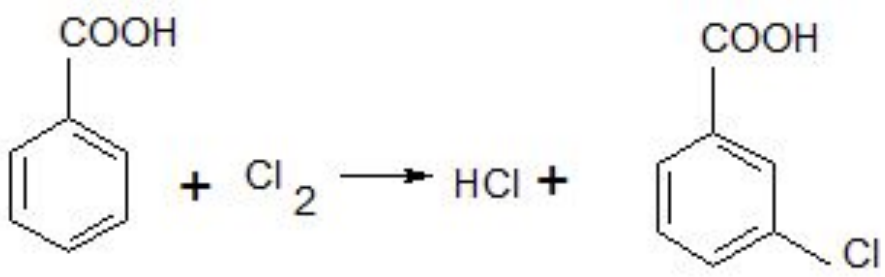
– NH_2, – OH, – CH_3, – Cl, – Br, – I.



Правила ориентации в бензольном кольце

- *Заместители второго рода направляют последующие вводимые группы в мета- (через один) положение.*
- *К ним относят:*

– NO_2, – SO_3H, – C=O, – COOH

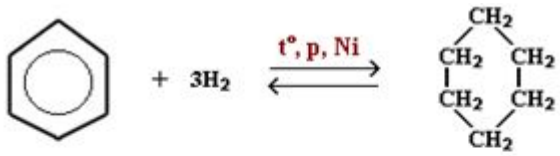


бензойная кислота

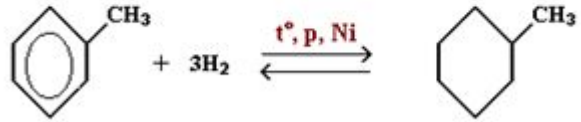
мета-хлорбензойная кислота

Реакции присоединения

- Данные реакции идут с разрывом бензольного кольца в жёстких условиях.
- К данным реакциям относятся реакции гидрирования (+H2)и галогенирования (+галогены).



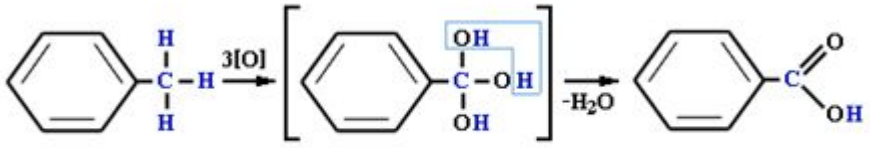
бензол циклогексан



толуол метилциклогексан

Реакции окисления

- Бензол окисляется с трудом, только под действием сильных окислителей.
- Гомологи бензолов окисляются легко до карбоновых кислот.
- Легче окисляется атом углерода непосредственно связанный с бензольным кольцом.



метилбензол бензойная кислота

Благодарю за внимание!!!