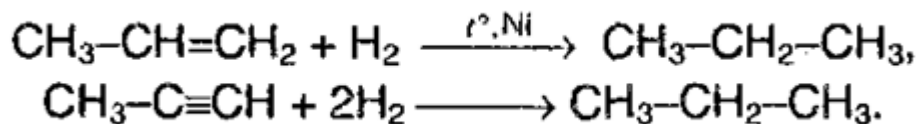


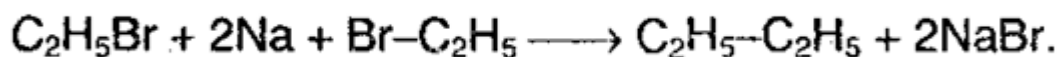
## Получение алканов.

Синтетические методы получения алканов:

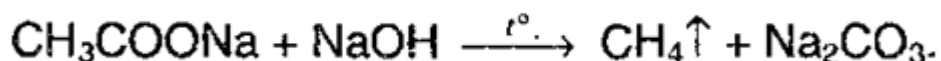
1. Из ненасыщенных углеводородов - реакция «гидрирования» протекает под воздействием катализатора (никель, платина) и при температуре:



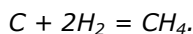
2. Из галогенпроизводных – **реакция Вюрца**: взаимодействие моногалогеналканов с металлическим натрием, в результате чего получаются алканы с удвоенным числом углеродных атомов в цепи:



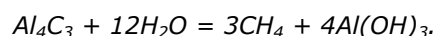
3. Из солей карбоновых кислот. При взаимодействии соли с щелочью, получаются алканы, которые содержат на 1 атом углерод меньше по сравнению с исходной карбоновой кислотой:



4. Получение метана. В электрической дуге в атмосфере водорода:



В лаборатории метан получают так:



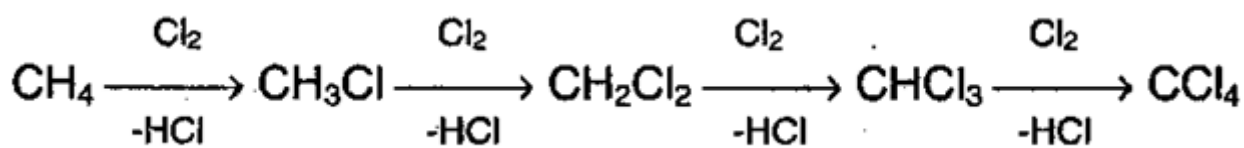
## Химические свойства алканов.

В нормальных условиях алканы – химически инертные соединения, они не реагируют с концентрированной серной и азотной кислотой, с концентрированной щелочью, с перманганатом калия.

Устойчивость объясняется прочностью связей и их неполярностью.

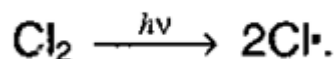
Соединения не склонны к реакциям разрыва связи (реакция присоединения), для них свойственно замещение.

1. **Галогенирование** алканов. Под воздействием кванта света начинается радикальное замещение (хлорирование) алкана. Общая схема:

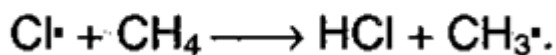


Реакция идет по цепному механизму, в которой различают:

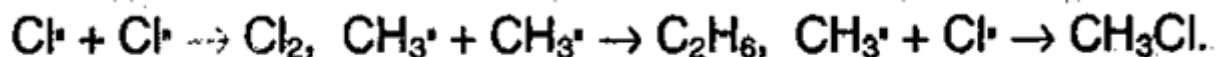
А) Инициирование цепи:



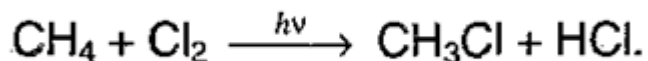
Б) Рост цепи:



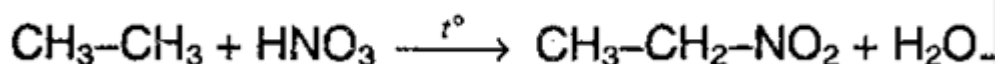
В) Обрыв цепи:



Суммарно можно представить в виде:

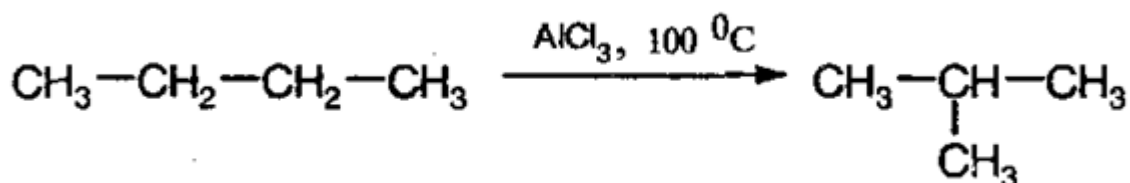


2. Нитрование (реакция Коновалова) алканов. Реакция протекает при 140 °С:

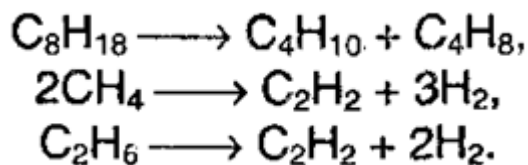


Легче всего реакция протекает с третичным атомом углерода, чем с первичным и вторичным.

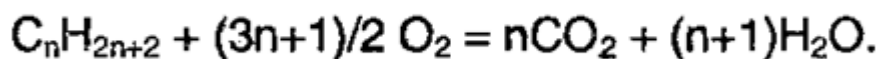
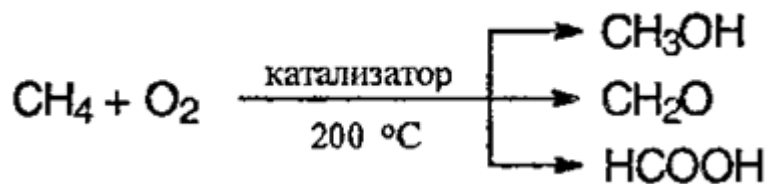
3. Изомризация алканов. При конкретных условиях алканы нормального строения могут превращаться в разветвленные:



4. Крекинг алканов. При действии высоких температур и катализаторов высшие алканы могут рвать свои связи, образуя алкены и алканы более низшие:



5. Окисление алканов. В различных условиях и при разных катализаторах окисление алкана может привести к образованию спирта, альдегида (кетона) и уксусной кислоты. В условиях полного окисления реакция протекает до конца – до образования воды и углекислого газа:

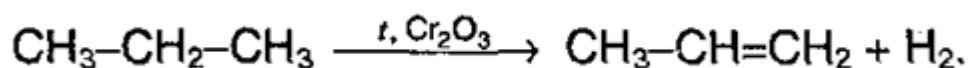


## Методы получения алкенов.

1. Крекинг алканов при 400-700°C. Реакция идет по свободнорадикальному механизму:

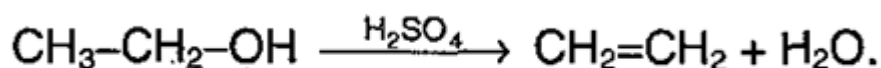


2. Дегидрирование алканов:

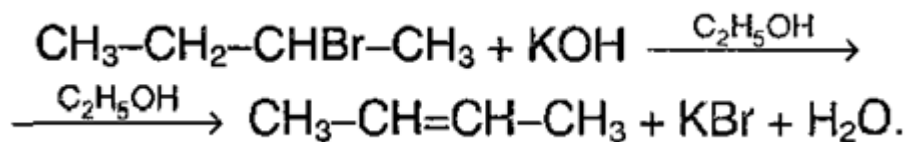


3. Реакция элиминирования (отщепление): от соседних [атомов](#) углерода отщепляются 2 атома или 2 группы атомов, и образуется двойная связь. К таким реакциям относят:

А) Дегидратацию спиртов (нагрев свыше 150°C, при участии [серной кислоты](#), как водоотнимающего реагента):

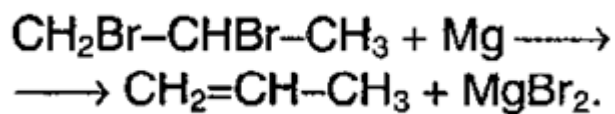


Б) Отщепление галогенводородов при воздействии спиртового раствора щелочи:



Атом водорода отщепляется преимущественно от того атома углерода, который связан с меньшим числом атомов [водорода](#) (наименее гидрогенизированного атома) – **правило Зайцева**.

В) Дегалогенирование:



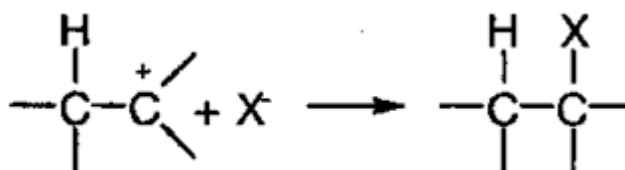
## Химические свойства алкенов.

Свойства алкенов обуславливаются наличием кратной связи, поэтому алкены вступают в реакции электрофильного присоединения, которое протекает в несколько стадий (H-X – реагент):

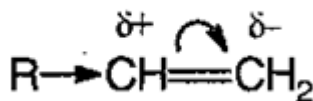
1-я стадия:



2-я стадия:



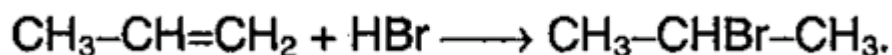
Ион водорода в такого типа реакциях принадлежит тому атому углерода, который имеет более отрицательный заряд. Распределение плотности такое:



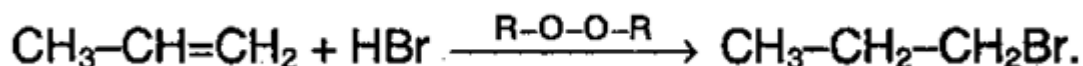
Если в качестве заместителя стоит донор, который проявляется +I- эффект, то электронная плотность смещается в сторону наиболее гидрогенизированного атома углерода, создавая на нем частично отрицательный заряд. Реакции идут по **правилу Марковникова**: при присоединении полярных молекул типа  $HX$  ( $HCl$ ,  $HCN$ ,  $HOH$  и т.д.) к несимметричным алкенам водород присоединяется преимущественно к более гидрогенизированному атому углерода при двойной связи.

А) Реакции присоединения:

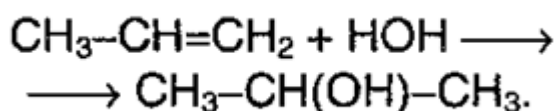
1) Гидрогалогенирование:



Реакция идет по правилу Марковникова. Но если в реакции присутствует [пероксид](#), то правило не учитывается:



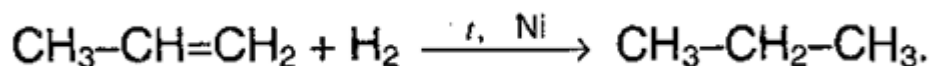
2) Гидратация. Реакция идет по правилу Марковникова в присутствии фосфорной или [серной кислоты](#):



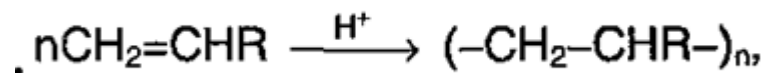
3) Галогенирование. В результате происходит обесцвечивание бромной воды – это качественная реакция на кратную связь:



4) Гидрирование. Реакция протекает в присутствии катализаторов:



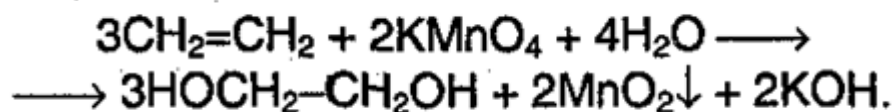
5) Полимеризация:



$n$  – степень полимеризации.

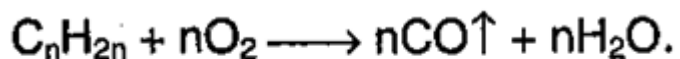
Б) Реакция окисления.

Мягкое [окисление](#) - реакция Вагнера:



В результате выпадает коричневый осадок, фиолетовый раствор обесцвечивается, что служит также **качественной реакцией** на кратную связь.

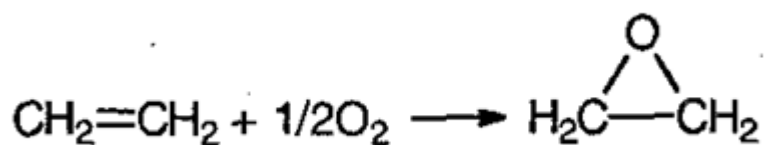
При ограниченном доступе [кислорода](#) реакция идет так:



При полном окислении:

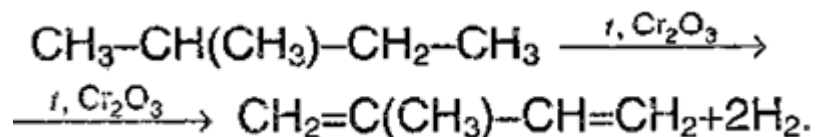
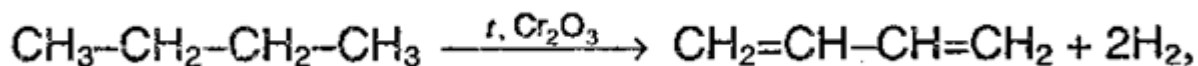


Если алкен с кислородом пропустить через серебряный катализатор при 200°C, образуется оксид алкена (эпоксиалкан):

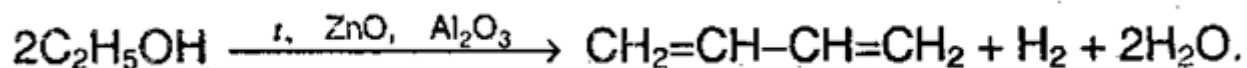


### Получение диенов.

1. Дегидрирование алканов:



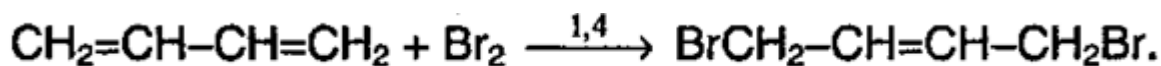
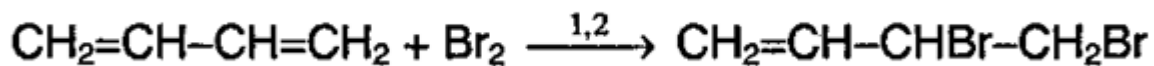
2. **Реакция Лебедева** (одновременное дегидрирование и дегидратация):



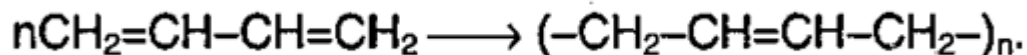


## Химические свойства алкадиенов.

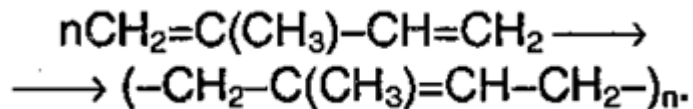
Химические свойства алкадиенов обусловлены наличием двойных связей. Реакция присоединения может протекать в 2х направлениях: 1,4 и 1,2 – присоединение. Например,



Способность алкадиенов к полимеризации:

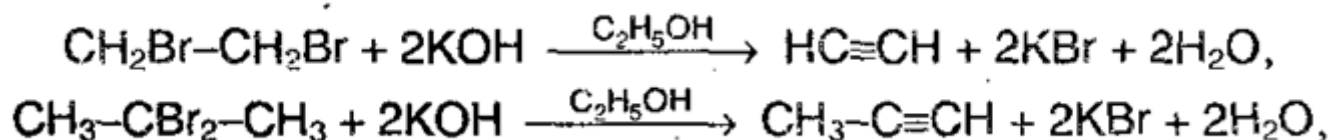


Для получения изопренового каучука используют реакцию при воздействии металлоорганических катализаторов:



## Получение алкинов.

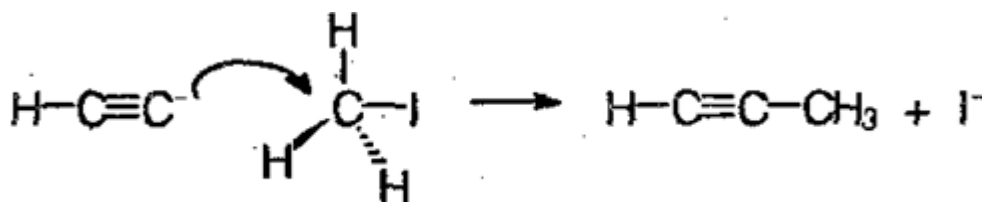
1. Отщепление 2х молекул галогенводорода от дигалогеналканов, которые находятся либо у соседних атомов углерода или у одного. Отщепление происходит под воздействием спиртового раствора щелочи:



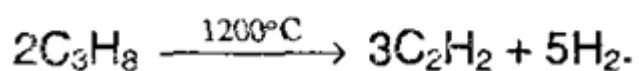
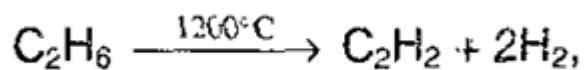
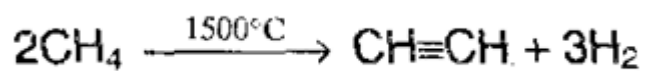
2. Действие галогеналканов на соли ацетиленовых углеводородов:



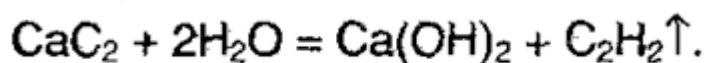
Реакция протекает через образование нуклеофильного карбаниона:



3. Крекинг метана и его гомологов:



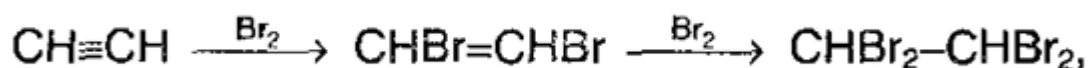
В лаборатории ацетилен получают:



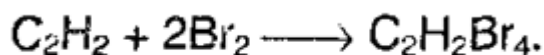
## Химические свойства алкинов.

Химические свойства алкинов объясняет наличие тройной связи в молекуле алкина. Типичная реакция для **алкинов** – реакция присоединения, которая протекает в 2 стадии. На первой происходит присоединение и образование двойной связи, а на второй – присоединение к двойной связи. Реакция у алкинов протекает медленнее, чем у алкенов, т.к. электронная плотность тройной связи «размазана» более компактно, чем у алкенов, и поэтому менее доступна для реагентов.

1. Галогенирование. Галогены присоединяются к алкинам в 2 стадии. Например,

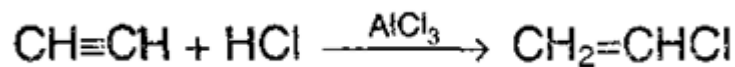


А суммарно:

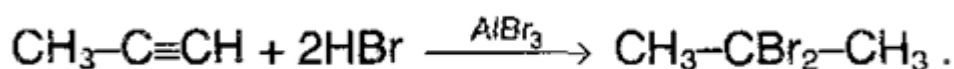


**Алкины** также как алкены обесцвечивают бромную воду, поэтому эта реакция является качественной и для алкинов.

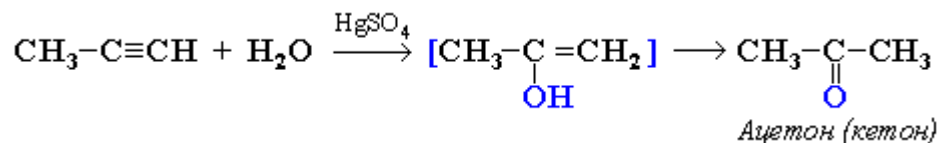
2. Гидрогалогенирование. Галогенводороды присоединяются к тройной связи несколько труднее, чем к двойной. Для ускорения (активации) процесса используют сильную [кислоту](#) Льюиса –  $\text{AlCl}_3$ . Из ацетилена при таких условиях можно получить винилхлорид, который идет на производства полимера – поливинилхлорида, имеющего важнейшее значение в промышленности:



Если же галогенводород в избытке, то реакция (особенно у несимметричных алкинов) идет по правилу Марковникова:



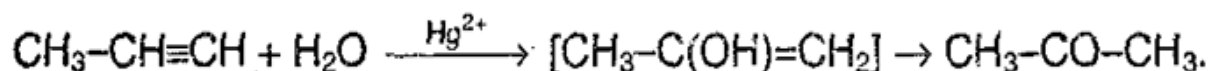
3. Гидратация (присоединение воды). Реакция протекает только в присутствии солей ртути (II) в качестве катализатора:



На 1ой стадии образуется непредельный спирт, в котором гидроксигруппа находится у атома углерода, образующего двойную связь. Такие спирты называются **виниловыми** или **фенолами**.

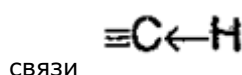
Отличительная черта таких спиртов – неустойчивость. Они изомеризуются в более стабильные карбонильные соединения (альдегиды и кетоны) вследствие переноса протона от *OH*-группы к углероду при двойной связи. При этом *π*-связь рвется (между атомами углерода), и образуется новая *π*-связь между атомами углерода и атомом кислорода. Такая изомеризация происходит из-за большей плотности двойной связи *C=O* по сравнению с *C=C*.

Только ацетилен превращается в альдегид, его гомологи - в кетоны. Реакция протекает по правилу Марковникова:



Эта реакция носит названия – **реакции Кучерова**.

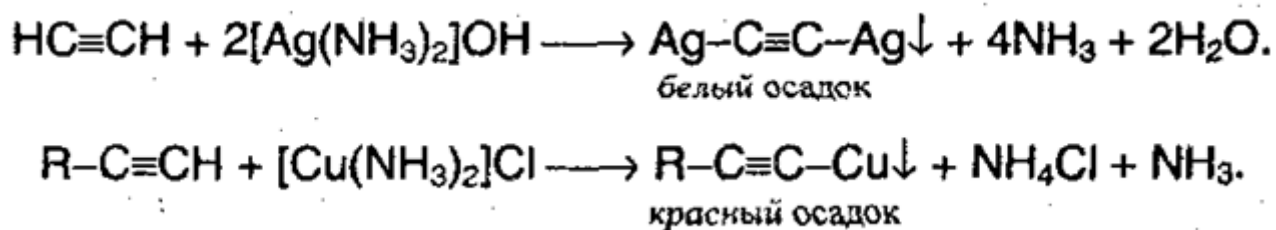
4. Те алкины, которые имеют концевую тройную связь, могут отщеплять протон под действием сильных кислотных реагентов. Такой процесс обусловлен сильной поляризацией



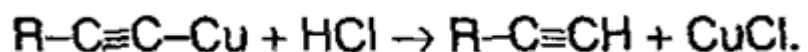
Причиной поляризации служит сильная электроотрицательность атома углерода в *sp*-гибридизации, поэтому алкины могут образовывать соли – ацетилениды:



Ацетилениды [меди](#) и [серебра](#) легко образуются и выпадают в осадок (при пропускании ацетилена через аммиачный раствор [оксида](#) серебра или хлорида меди). Эти реакции являются **качественными** на концевую тройную связь:

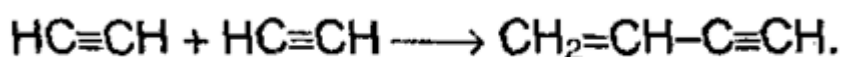


Полученные соли легко разлагаются под действием  $\text{HCl}$ , в результате выделяется исходный алкин:

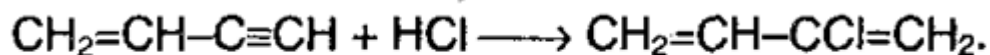


Поэтому алкины легко выделить из смеси других углеводородов.

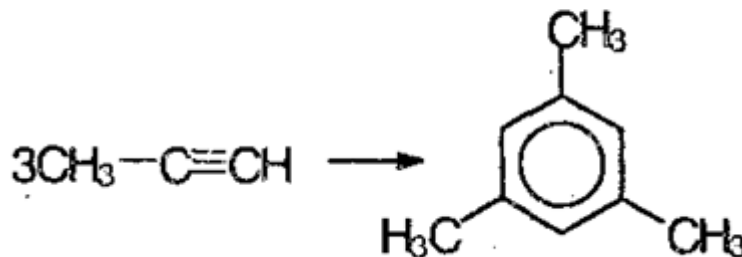
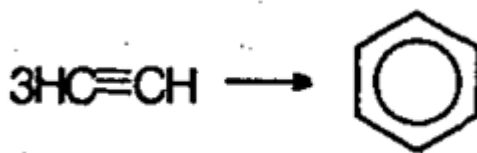
5. Полимеризация. При участии катализаторов алкины могут реагировать друг с другом, причем в зависимости от условий, могут образовываться различные продукты. Например, под воздействием хлорида меди (I) и хлорида аммония:



Винилацетилен (полученное соединение) присоединяет хлороводород, образуя хлорпрен, который служит сырьем для получения синтетического каучука:



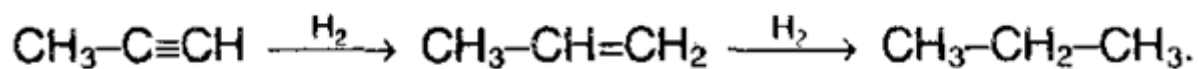
6. Если ацетилен пропускать через уголь при  $600\text{ }^\circ\text{C}$ , получают ароматическое соединение – бензол. Из гомологов ацетилена, получают гомологи бензола:



7. Реакция [окисления](#) и [восстановления](#). Алкины легко окисляются [перманганатом калия](#). Раствор обесцвечивается, т.к. в исходном соединении есть тройная связь. При окислении происходит расщепление тройной связи с образованием карбоновой кислоты:

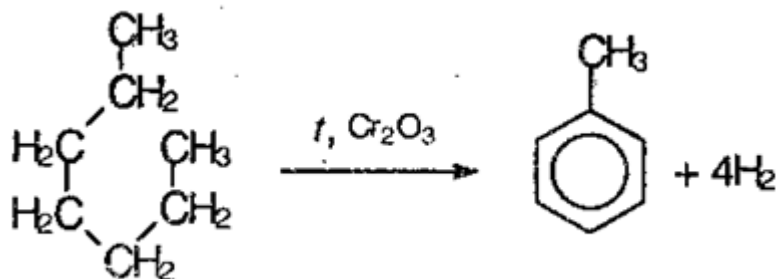


В присутствии металлических катализаторов происходит восстановление водородом:

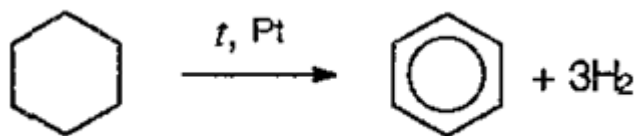


## Получение аренов.

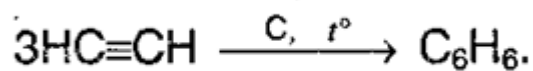
1. Из алифатических углеводородов с помощью «ароматизации» предельных углеводородов, входящих в состав нефти. При пропускании над платиной или оксидом хрома наблюдается дигидроциклизация:



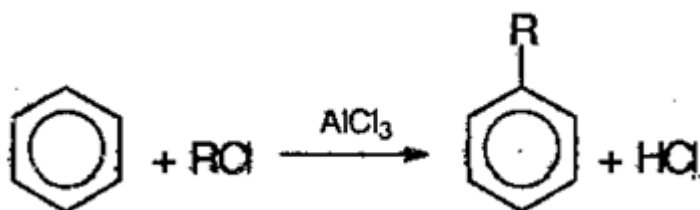
2. Дегидрирование циклоалканов:



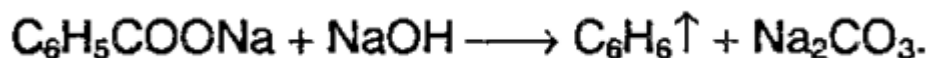
3. Из ацетилена (тримеризация) при пропускании над раскаленным углем при  $600^\circ C$ :



4. Реакция Фриделя – Крафтса в присутствии хлорида алюминия:



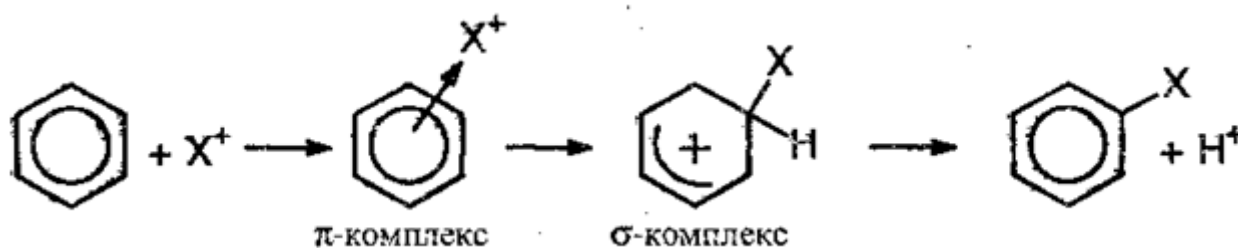
5. Сплавление солей ароматических кислот с щелочью:



## Химические свойства аренов.

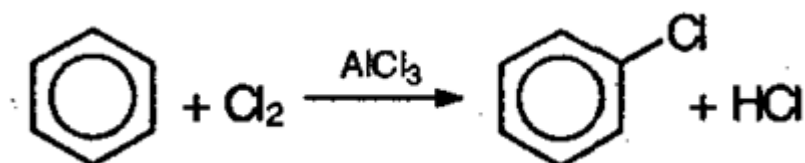
### Реакции замещения аренов.

Ядро аренов обладает подвижной  $\pi$ -системой, на которую действуют электрофильные реагенты. Для аренов характерно электрофильное замещение, которое можно представить так:



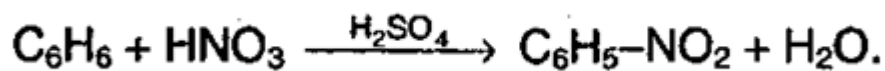
Электрофильная частица притягивается к  $\pi$ -системе кольца, затем образуется прочная связь между реагентом  $X$  и одним из атомов углерода, при этом единство кольца нарушается. Для восстановления ароматичности выбрасывается протон, а 2 электрона  $C-H$  переходят в  $\pi$ -систему кольца.

1. Галогенирование происходит в присутствии катализаторов – безводных хлоридов и бромидов алюминия, железа:

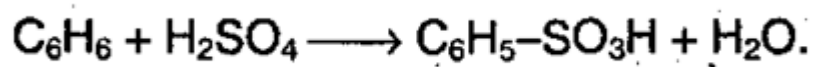




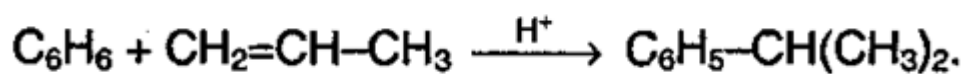
2. Нитрование аренов. Бензол очень медленно реагирует с концентрированной азотной кислотой при сильном нагревании. Но если добавить серную кислоту, то реакция протекает очень легко:



3. Сульфирование протекает под воздействием 100% - серной кислоты – олеума:

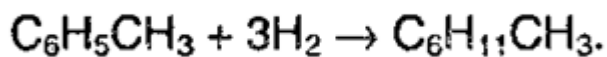
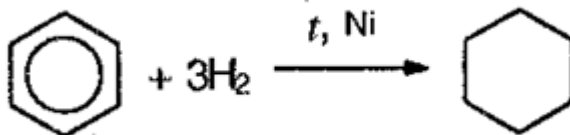


4. Алкилирование алкенами. В результате происходит удлинение цепи, реакция протекает в присутствии катализатора – хлорида алюминия:

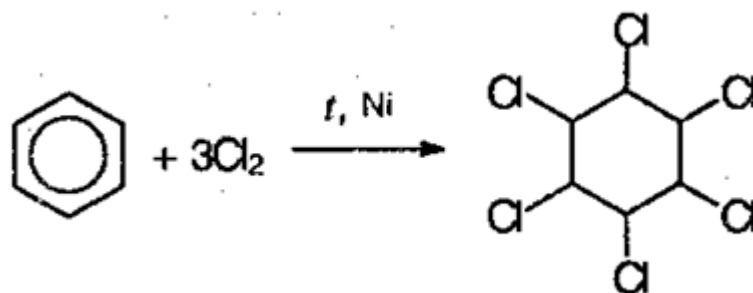


## Реакции присоединения аренов.

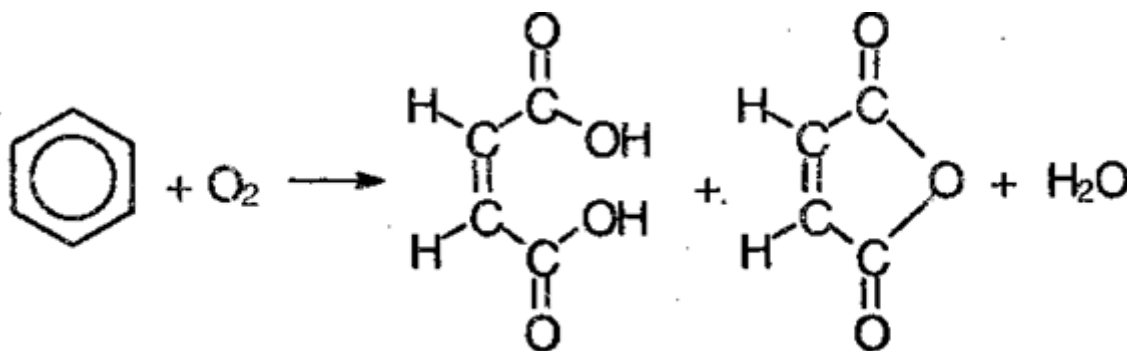
1. Гидрирование (при катализаторах) аренов:



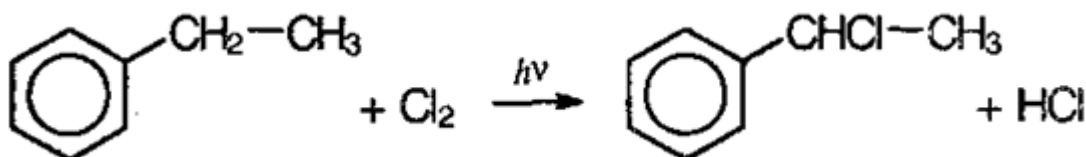
2. Радикальное галогенирование при взаимодействии паров бензола и сильного УФ-излучения. В результате образуется твердый продукт –  $C_6H_6Cl_6$ :



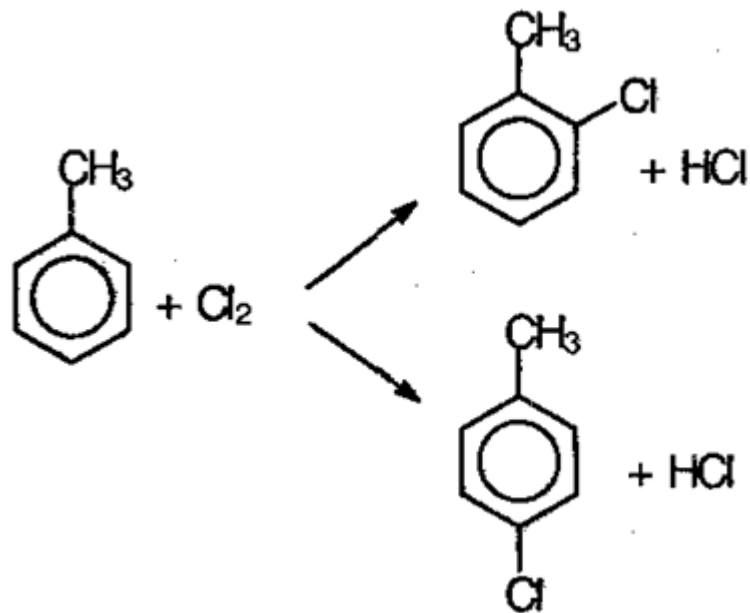
3. Окисление кислородом воздуха. Реакция протекает при оксиде ванадия (V) и 400°C:



Гомологи бензола имеют ряд отличий – на их продукты я изначальный заместитель в кольце:



Замещение в кольце возможно только в присутствии катализатора (хлорида железа и алюминия), замещение протекает в орто- и пара- положения по отношению к алкильному радикалу:



Если действуют сильные окислители ([перманганат калия](#)), то цепь алкильная разрушается и образуется бензойная кислота:

