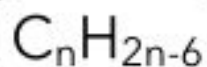


# Арены

## Химические свойства

*В бой, мои герои!!!! Если в неорганике сложный раздел про соединения азота, то в органике – это арены!*

# АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АРЕНЫ)



## АРОМАТИЧЕСКИЕ /АРЕНЫ/

### Бензол и его гомологи



Арены - это углеводороды, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец (ароматических систем).



Арены соответствуют общей формуле  $C_nH_{2n-6}$ , где  $n \geq 6$

Ж

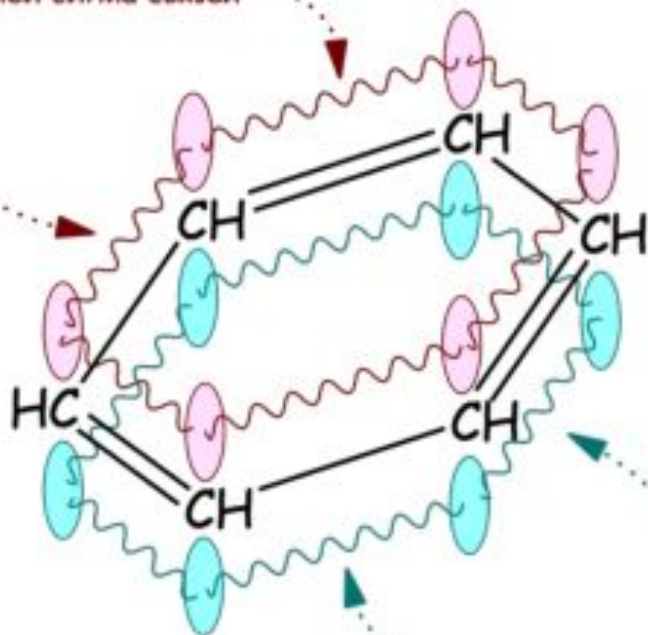


Бензол и его ближайшие гомологи - бесцветные легко воспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), нерастворимые в воде.

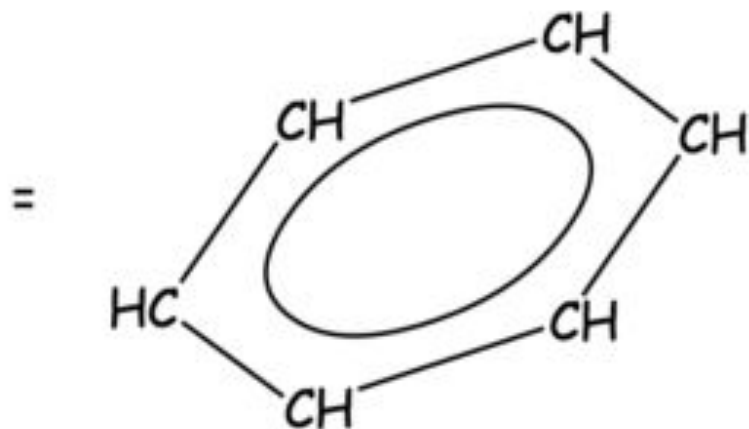
...строение бензола...

Молекула бензола - плоский правильный шестиугольник. Каждый атом углерода имеет один  $p$ -электрон, который не участвует в гибридизации. Каждое  $p$ -облако перекрывается с соседними, в результате чего образуется единая сопряженная  $p$ -система, называемая ароматической. В молекуле бензола на самом деле нет кратных связей - все шесть связей углерод-углерод полуторные.

перекрывание не гибридных 2p-орбиталей  
 $sp^2$ -гибридных атомов углерода  
над линией сигма связей

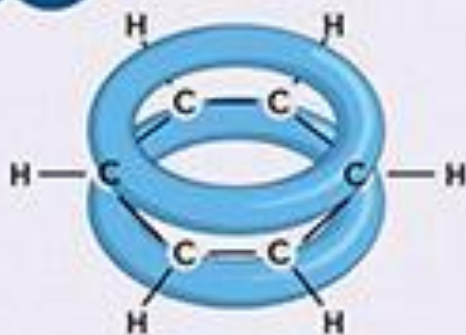
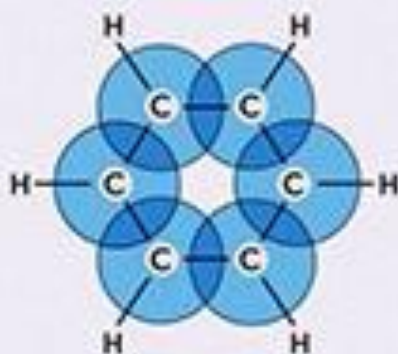


перекрывание не гибридных 2p-орбиталей  
 $sp^2$ -гибридных атомов углерода  
под линией сигма связей



Странные «существа», эти арены! Могут ни на что не реагировать, а могут и присоединять и замещать, но только надо знать к ним подход. А всё из-за устойчивого хоровода из шести пи – электронов (бензольного кольца, которое не кольцо, два бублика)).

## Строение бензола



### Особенности строения:

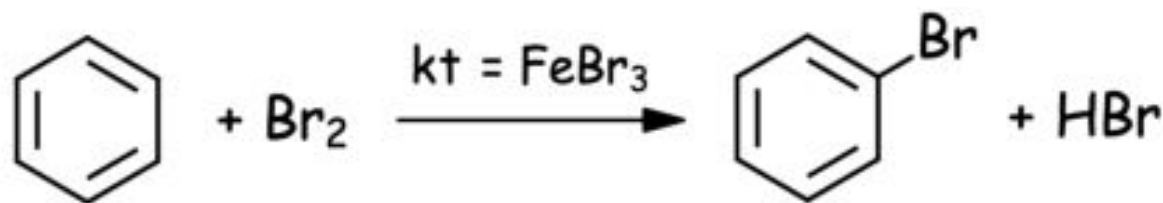
- длины C – C-связей равны 0,140 нм;
- $sp^2$ -гибридизация;
- молекула бензола имеет вид плоского шестиугольника.

В молекуле бензола существует устойчивая ароматическая пи-система, поэтому в первую очередь он вступает в реакции замещения без нарушения ароматичности. В более жестких условиях возможно нарушение ароматичности вследствие присоединения атомов.



### I. Реакции замещения

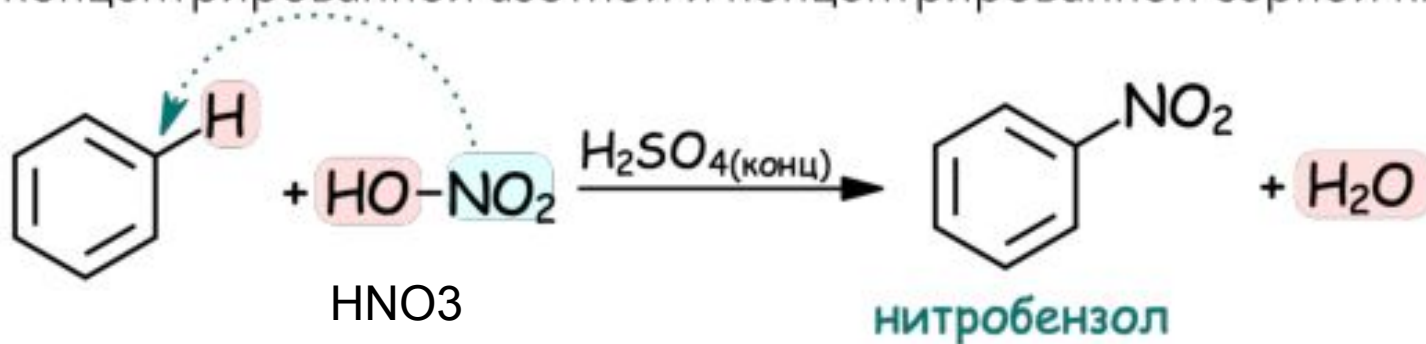
- 1 Галогенирование - введение в бензольное кольцо атома галогена (хлора или брома)  
Обязательно используются катализаторы-акцепторы - хлориды или бромиды железа(III) или алюминия.



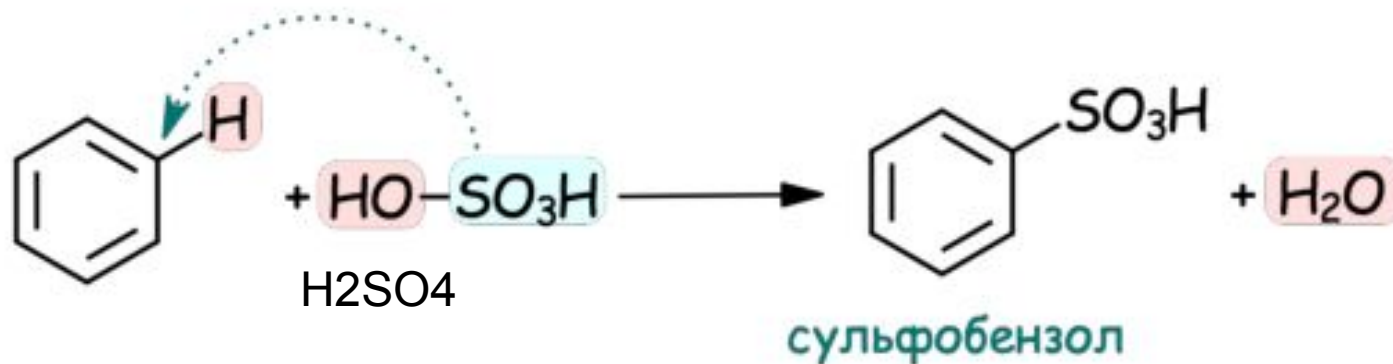
бромбензол

Реакция идет именно с молекулярным бромом - с бромной водой бензол не реагирует!

- 2** Нитрование - введение в бензольное кольцо нитрогруппы  
Реакция идет только при использовании нитрующей смеси  
концентрированной азотной и концентрированной серной кислот



- 3** Сульфирование - введение в бензольное кольцо сульфогруппы

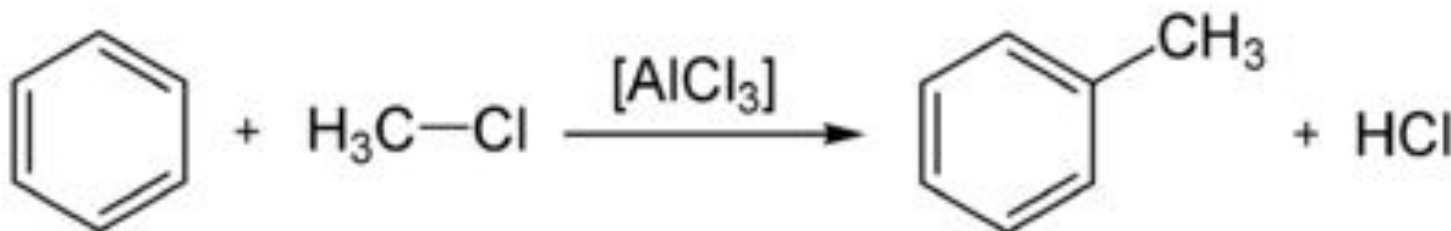


4

Алкилирование бензола по Фриделю-Крафтсу

(2 способа: с галогеналканами и алкенами)

а) действие на бензол  
галогензамещенными алканами



метилбензол  
(толуол)

б) взаимодействие бензола с алкенами в присутствии кислотных катализаторов

Важно понимать, что *присоединение пойдет через вторичный атом углерода при двойной связи*, если он есть - присоединяя пропен, мы получим кумол (изопропилбензол), а не пропилбензол.

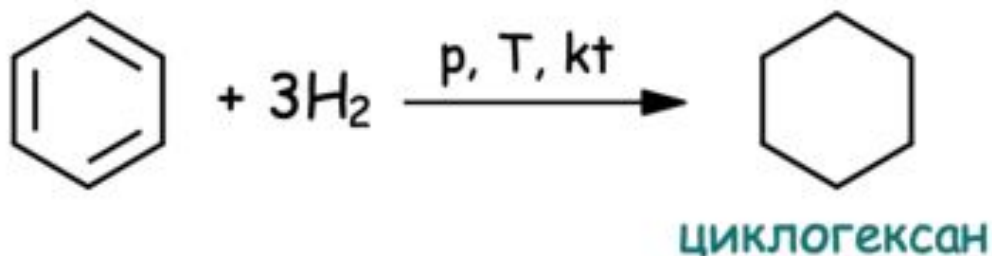


этилбензол

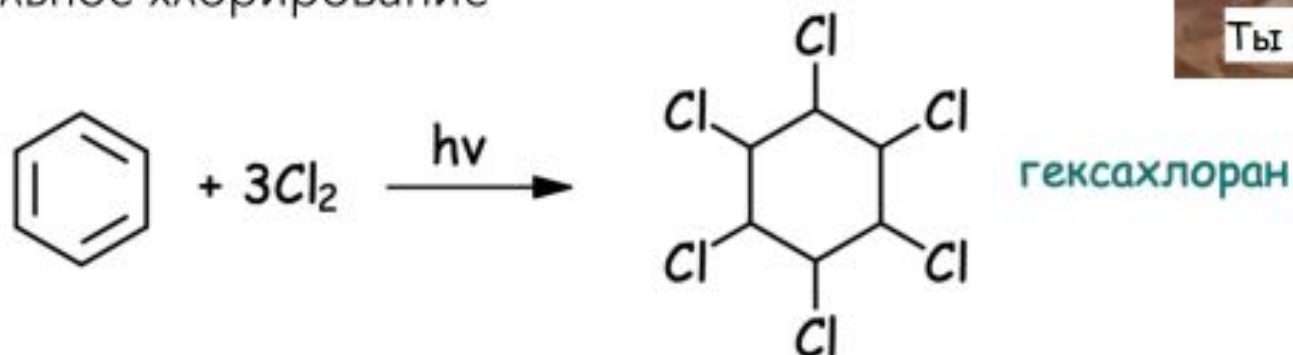
## II. Реакции присоединения

Могут протекать только в жестких условиях, так как разрушается устойчивая ароматическая система бензола

### 5 Гидрирование



### 6 Радикальное хлорирование



Обрати внимание - реакция возможна только при жестком облучении ультрафиолетом и только с хлором!





При обычных условиях бензол не реагирует с бромной водой и раствором перманганата калия. (Он их не обесцвечивает), т.к. у него устойчивая π-электронная система (бензольное кольцо). Реакции замещения каталитические (в отличие от алканов), а реакция присоединения хлора идет на свету (как замещение у алканов).

### III. Реакции окисления

Бензол может только гореть в кислороде, марганцовкой он не окисляется.



Бензол, как и ацетилен, горит коптящим пламенем.

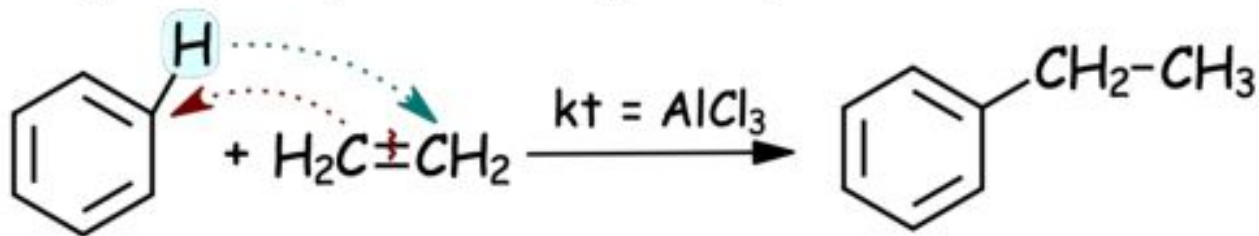


# Гомологи бензола

...получение гомологов бензола...

4. Алкилирование бензола по Фриделю-Крафтсу - берем нужный нам алкен и присоединяем к бензолу.

Важно понимать, что *присоединение пойдет через вторичный атом углерода при двойной связи*, если он есть - присоединяя пропен, мы получим кумол (изопропилбензол), а не пропилбензол.

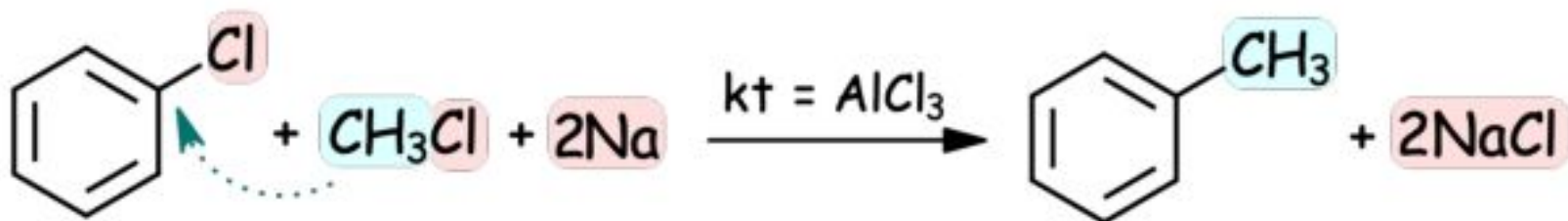


Обязательно необходимы катализаторы - акцепторы: минеральные кислоты, хлориды и бромиды алюминия и железа, BF<sub>3</sub>.

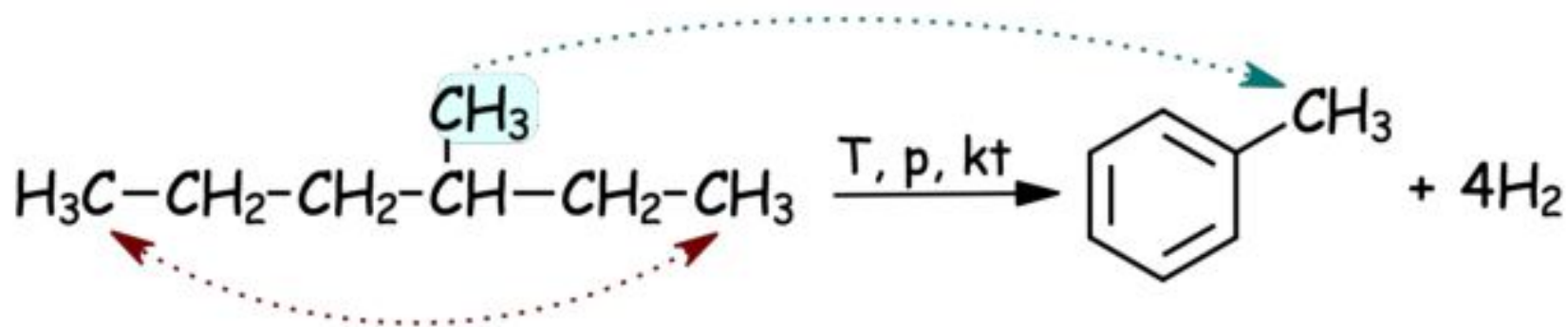
*Писали выше см слайд 7)*

*Реакция Вюрца-Фиттига!!! Ух! Название! Помните как называется присоединение воды к ацетилену?*

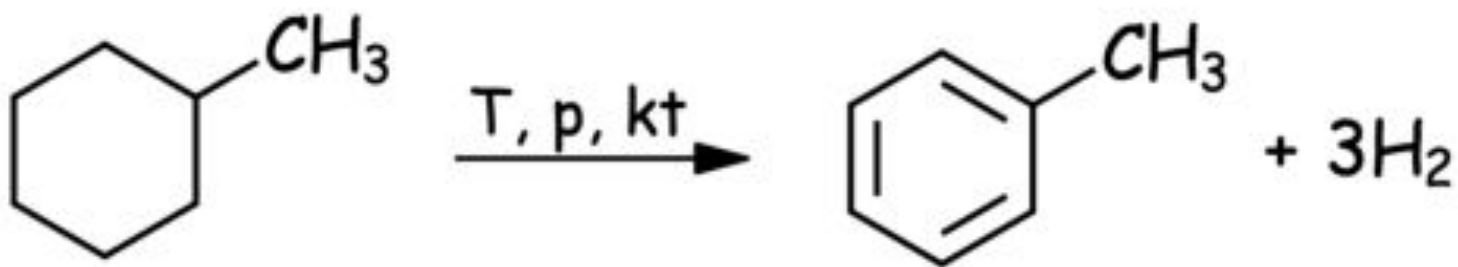
- 2 Конденсация арилгалогенидов с алкилгалогенидами по Вюрцу-Фиттигу (какое название, а ведь по сути, это реакция Вюрца из методов получения алканов)



- 3 Ароматизация (дегидроциклизация) разветвленных алканов, или алканов с углеродной цепью из семи и выше атомов углерода



4 Каталитическое дегидрирование гомологов циклогексана





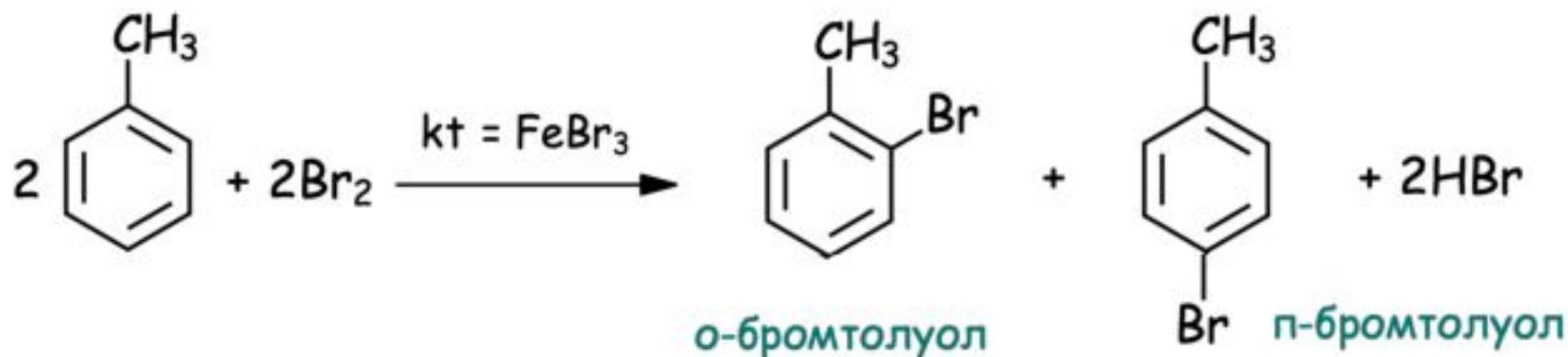
...ХИМ. СВ-ВА ГОМОЛОГОВ бензола...

## I. Реакции замещения

Наличие в бензольном кольце углеводородных заместителей облегчает замещение по сравнению с бензолом, идущих уже при комнатной температуре.

- 1 И нитрование, и галогенирование гомологов бензола всегда идет в орто- и пара- положения, то есть мы получаем смесь изомеров.

Реакция замещения на примере галогенирования толуола:



замещение в бензольном кольце, если в нем уже есть какой-либо заместитель, подчиняется **правилу ориентантов**. Заместитель в кольце умеет ориентировать будущее замещение в определенные положения - все зависит от его природы.

Ориентанты I рода	Ориентанты II рода
-R (углеводородные радикалы)	-COOH
-OH	-CHO
-OR	-CHal <sub>3</sub>
-NH <sub>2</sub>	-NO <sub>2</sub>
-NR <sub>2</sub>	-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>
-Hal (F, Cl, Br)	-SO <sub>3</sub> H

Ориентанты I рода ориентируют замещение в орто- и пара- положения, а ориентанты II рода в мета-.

*Это надо знать наизусть!!!! Хотя, тут все надо знать наизусть.*

### Окисление гомологов бензола

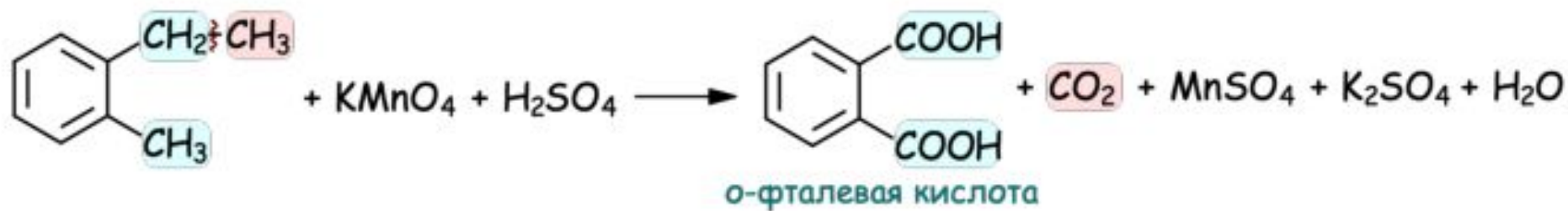
Гомологи бензола прекрасно обесцвечивают раствор перманганата калия, т.е. в отличие от бензола, они прекрасно окисляются. Но тут надо опять понять и запомнить правила.

## II. Реакции окисления

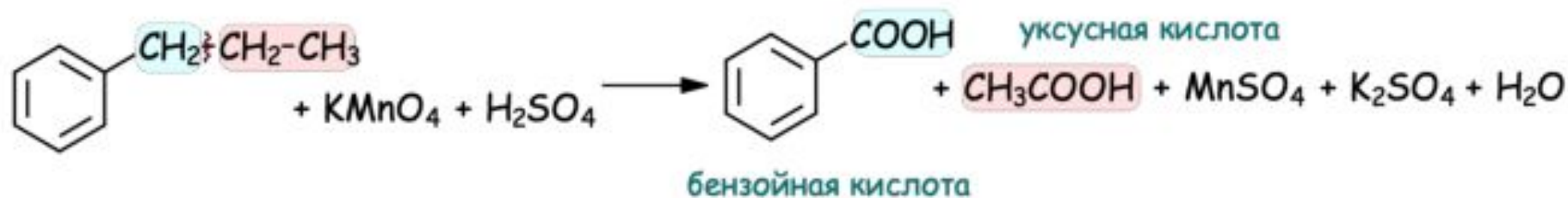
2 Горение протекает абсолютно так же, как и горение всех углеводородов с образованием углекислого газа и воды.

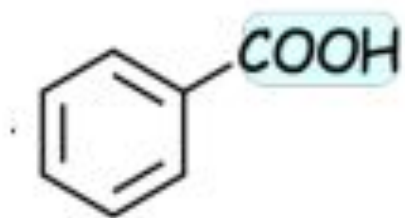
3 Окисление перманганатом калия в кислой среде

Вне зависимости от длины углеводородного радикала и их количества, окисление идет в карбоксильную группу. При этом рвутся связи С-С в радикале. Если остаток радикала - это один атом углерода, то он переходит в углекислый газ.

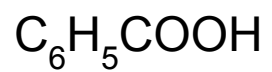


Если остаток радикала содержит два или более атомов углерода, то образуется карбоновая кислота, причем карбоксильную группу образует именно тот атом углерода, который лишился связи.



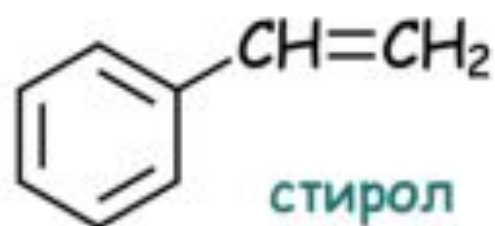


бензойная кислота





# СТИРОЛ (ВИНИЛБЕНЗОЛ)



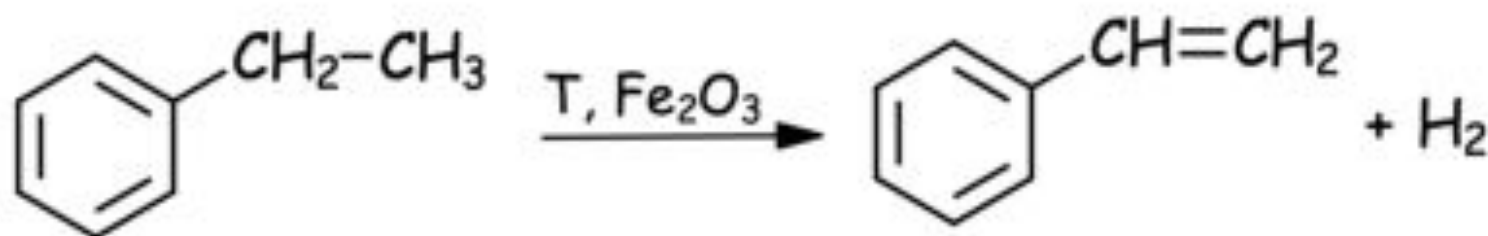
Это бесцветная жидкость, не растворимая в воде.

*Styrene synthesis*



...получение стирола...

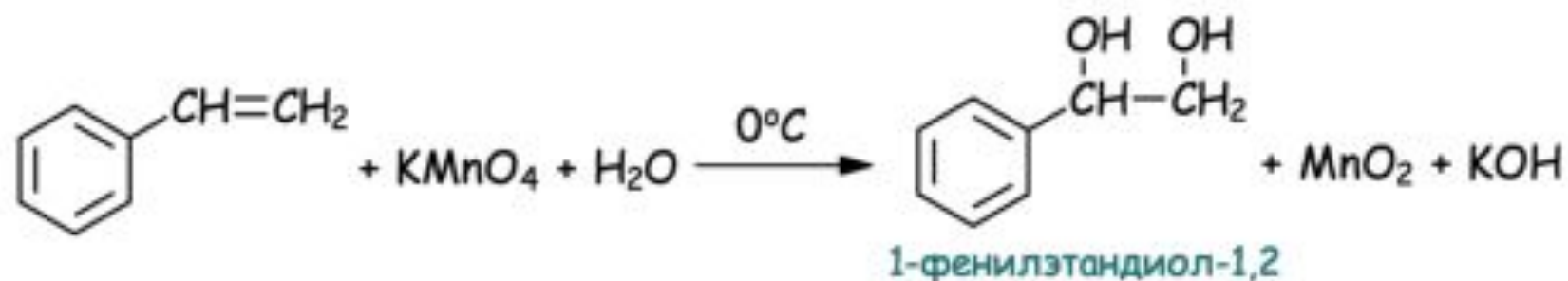
1 Стирол получают дегидрированием этилбензола



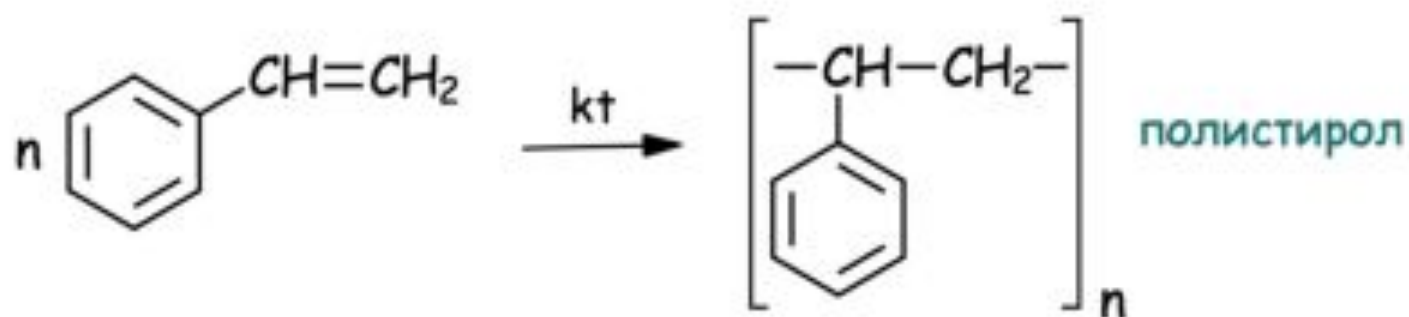
Для стирола, помимо реакций по бензольному кольцу, характерны реакции как для алкенов по кратной связи в углеводородном радикале.

/ то есть характерны предыдущие реакции + следующие /

## 1 Окисление перманганатом калия в нейтральной среде



## 2 Полимеризация



Задание 1    Надо выучить!( найти молекулярные и структурные формулы и записать в тетрадь)

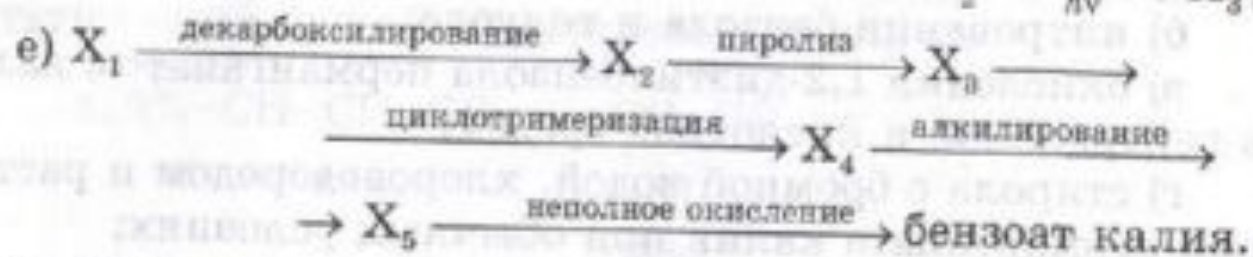
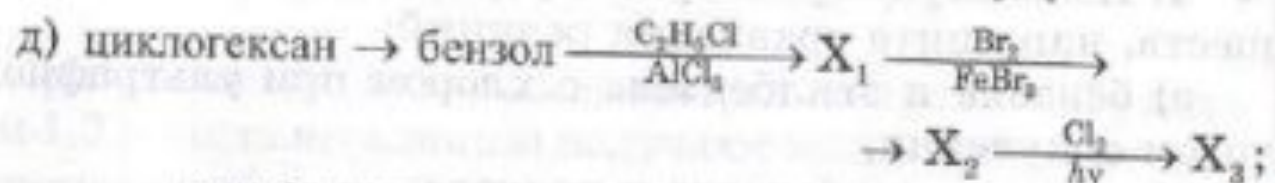
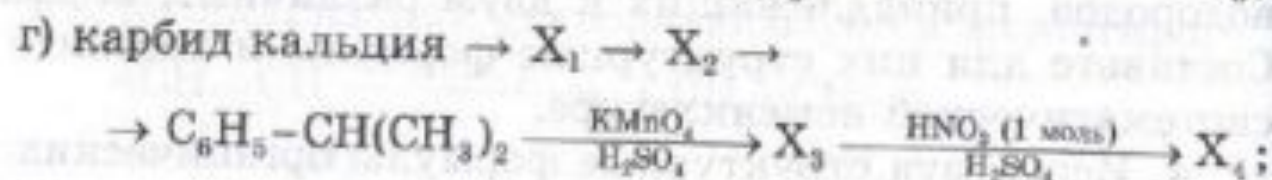
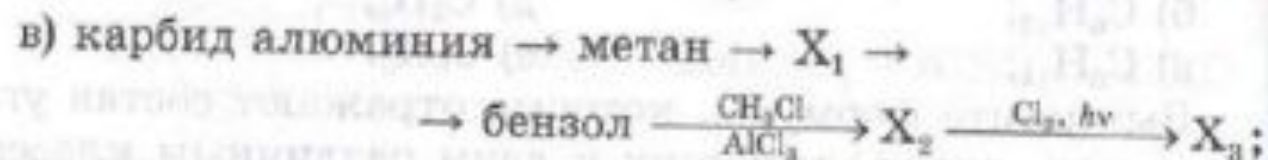
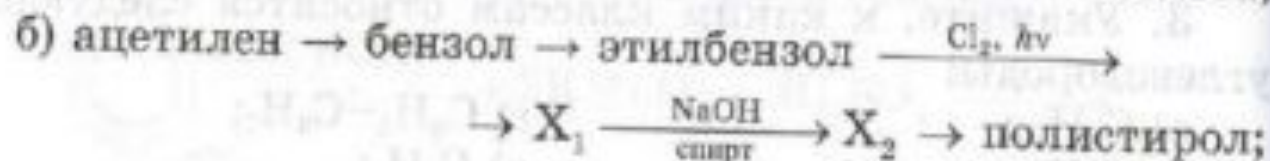
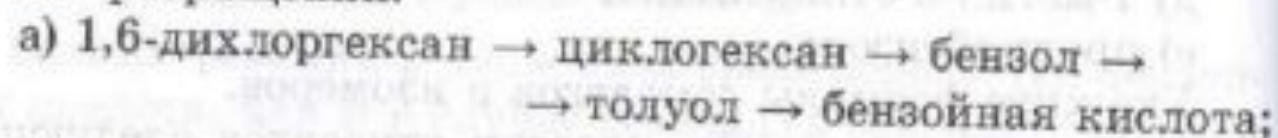
Бензол		
Фенил		
Толуол		
Ксилолы (орто-, пара-, мета-)		
Кумол( изопропилбензол)		
Стирол( он же винилбензол)		
Бензойная кислота( и ее соли бензоаты)		
Бензальдегид		

## Задание 2( по оранжевому сборнику)

Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций:

- а) бензола и этилбензола с хлором при ультрафиолетовом облучении;
- б) нитрования бензола и толуола;
- в) окисления 1,2-диэтилбензола перманганатом калия в нейтральной и кислотной средах;
- г) стирола с бромной водой, хлороводородом и раствором перманганата калия при обычных условиях;
- д) хлорбензола и нитробензола с хлором в присутствии хлорида железа(III).

9. Составьте уравнения реакций в соответствии с схемами превращений:



Укажите условия протекания реакций и назовите неизвестные вещества.