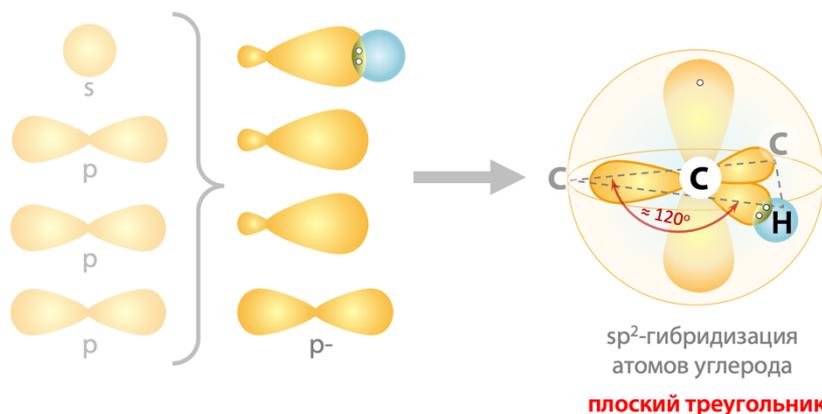


Ароматические углеводороды (арены)

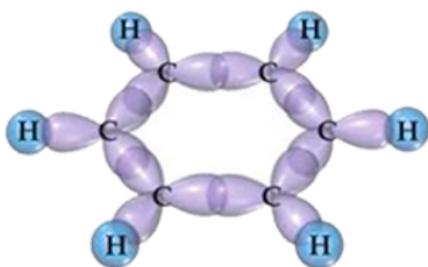
Строение

C_nH_{2n-6}

sp^2 -гибридизация атомов углерода. σ -связи образуют плоский шестиугольник. Негибридные p -орбитали образуют единое π -электронное облако – ароматическую π -систему из 6 электронов, общую для всех атомов углерода. неполярные молекулы.



Ароматическая π -система обладает повышенной устойчивостью за счет выигрыша в энергии 150 кДж/моль (энергия стабилизации) по сравнению с аналогичным гипотетическим циклогексатриеном.



Плоскость цикла образована сигма-связями sp^2 -гибридных орбиталей



Негибридные p -орбитали расположены перпендикулярно плоскости цикла



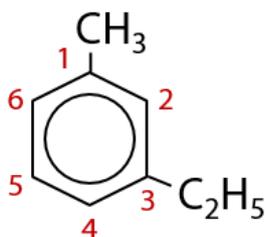
p -орбитали образуют единую сопряженную систему из 6 электронов, π -электронное облако

Физические свойства

Бесцветная летучая жидкость с неприятным запахом. Бензол и его пары ядовиты. Не растворяется в воде. Плотность меньше, чем у воды, собирается в слой **над** водой.

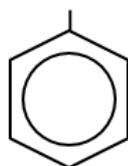
Гомологический ряд и номенклатура

Алкильные заместители перечисляются по алфавиту. Заместители должны иметь наименьшие из возможных номеров.

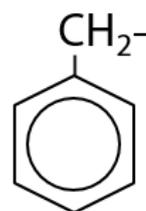


Правильно: 1-метил-3-этилбензол
Неправильно: 1-метил-5-этилбензол

Одновалентный радикал бензола C_6H_5- называется **фенил**. Радикал метилбензола зовется **бензил**. Не путайте.

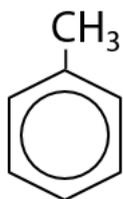


Фенил



Бензил

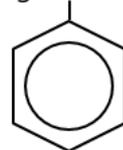
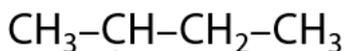
Примеры названий гомологов:



Метилбензол,
Фенилметан,
Толуол



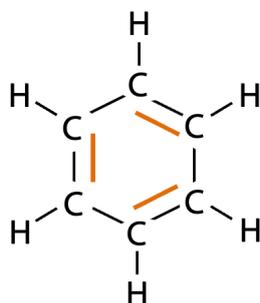
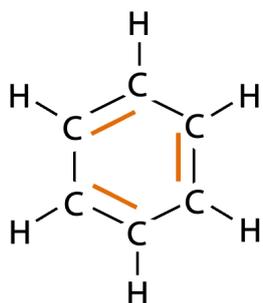
Изопропилбензол,
2-фенилпропан,
Кумол



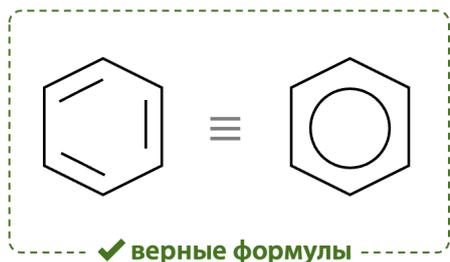
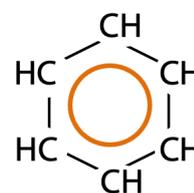
2-фенилбутан

Нужно быть аккуратными при записи формулы бензола. Возможны следующие варианты:

Формулы Кекуле



Формула Полинга



Изомерия

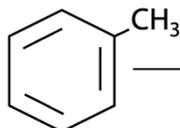


Есть ли изомеры у бензола и толуола?

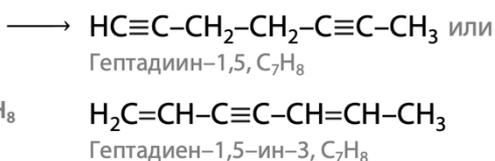
Уточнение: среди аренов или межклассовые?



Бензол, C_6H_6



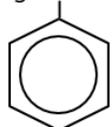
Толуол, C_7H_8



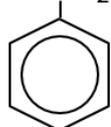
Только межклассовые изомеры!

Для других гомологов бензола характерна структурная изомерия в пределах одного класса:

1. Строение заместителя:

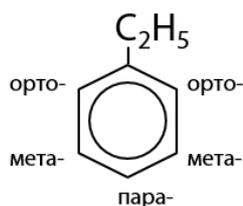


Изопропилбензол,
2-фенилпропан

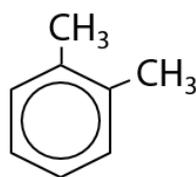


Пропилбензол,
1-фенилпропан

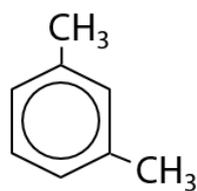
2. Расположение заместителей в цикле:



Этилбензол



1,2-диметилбензол,
Орто-диметилбензол,
Орто-ксилол



1,3-диметилбензол,
Мета-диметилбензол,
Мета-ксилол



1,4-диметилбензол,
Пара-диметилбензол,
Пара-ксилол

Вся теория по органике на нашем бесплатном курсе «Органика с НУЛЯ».

Соответствует ФГОС, более 1200 тестовых заданий.
Вся школьная органика в одном месте:

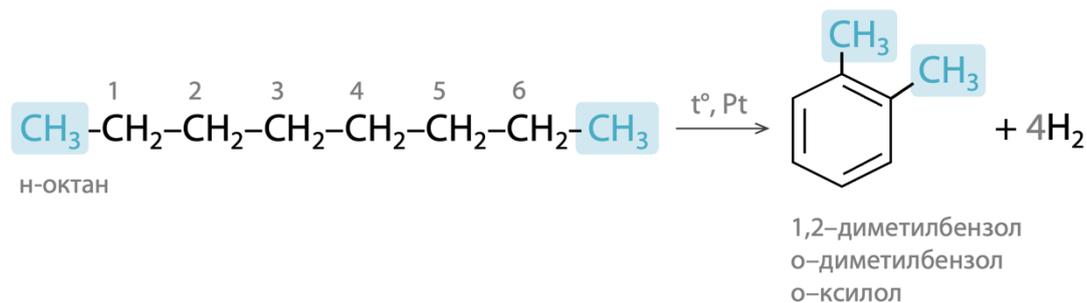
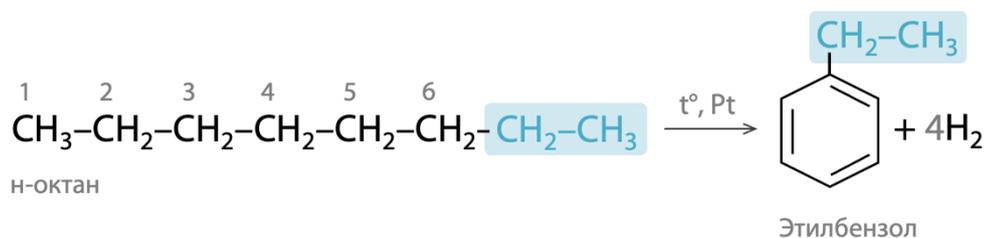
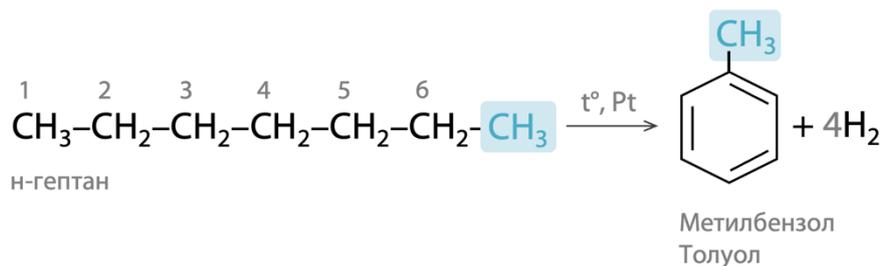
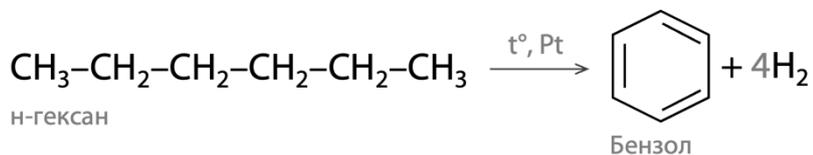
stepenin.ru/courses/organic10



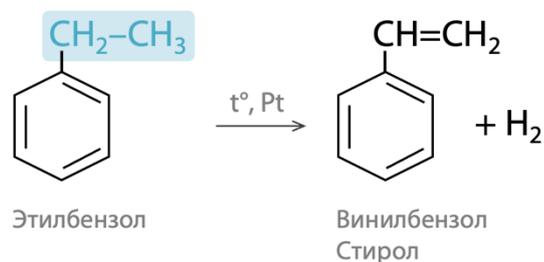
Получение

В промышленности

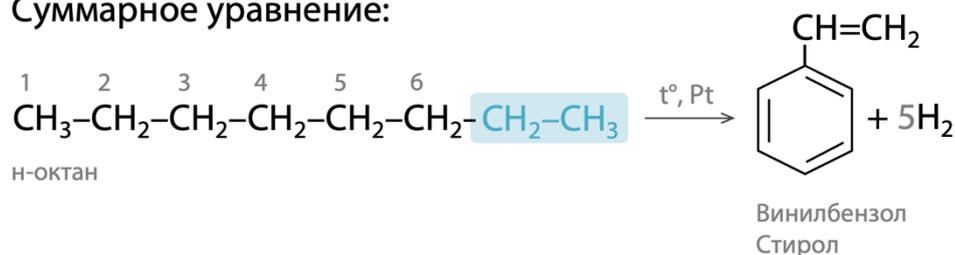
1. Дегидроциклизация алканов. Катализатор Pt.



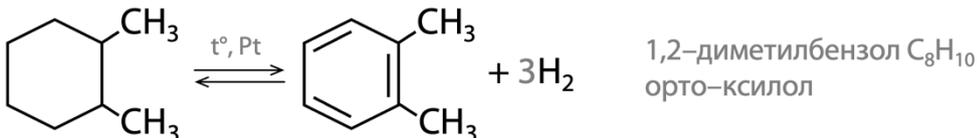
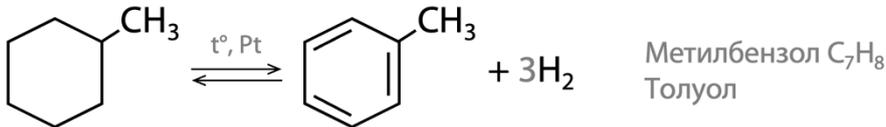
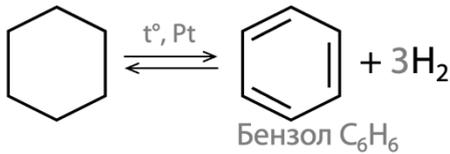
Особенный случай – получение стирола при дегидрировании октана:



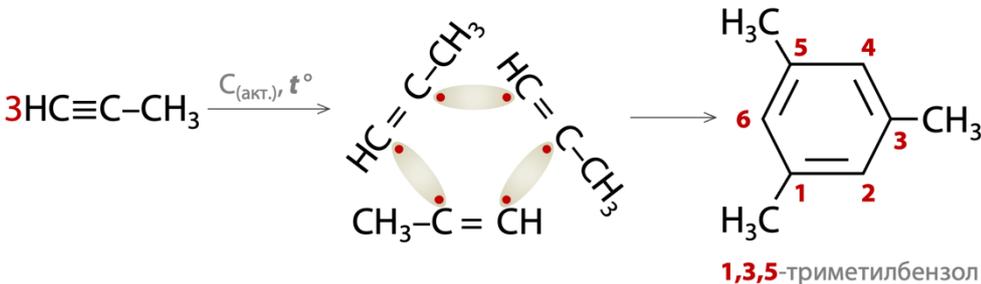
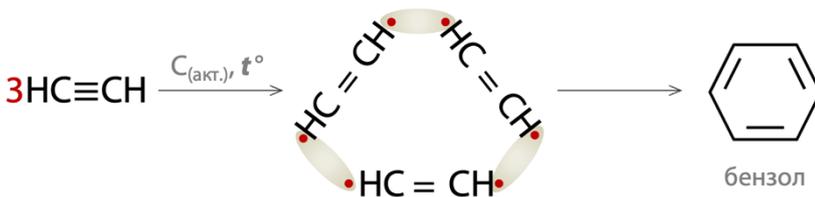
Суммарное уравнение:



2. Дегидрирование циклоалканов. Катализатор Pt.



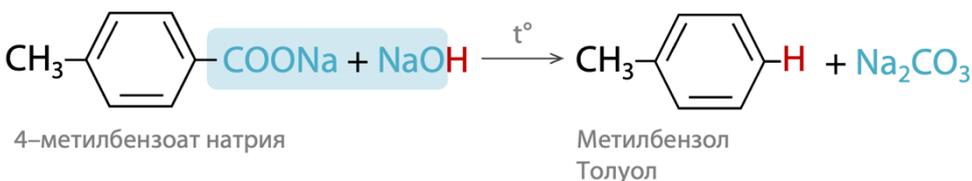
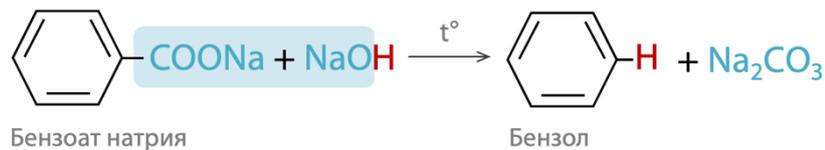
3. Циклотримеризация ацетилена (или пропина). Катализатор активированный уголь.



В лаборатории

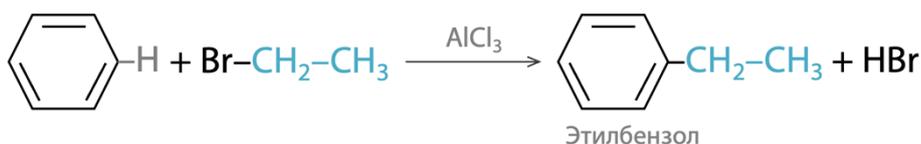
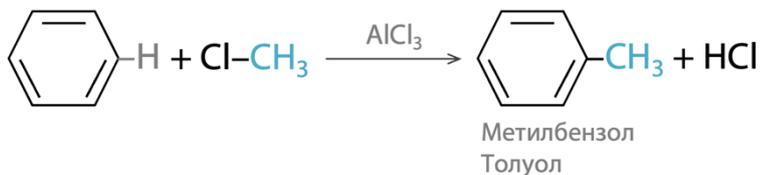
Получение бензола:

1. **Сплавление** солей бензойной кислоты (или ее гомологов) с твердыми щелочами. Аналог реакции Дюма. Используются исключительно твердые соль и щелочь:

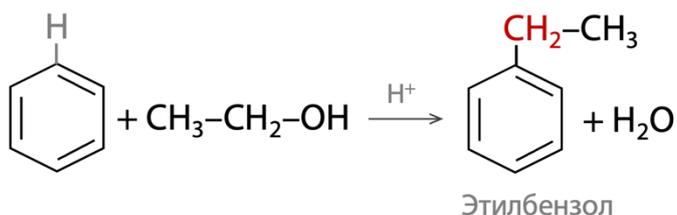
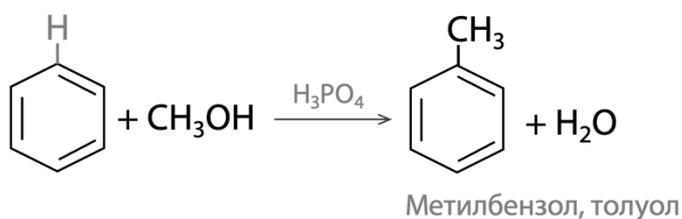


Получение гомологов бензола:

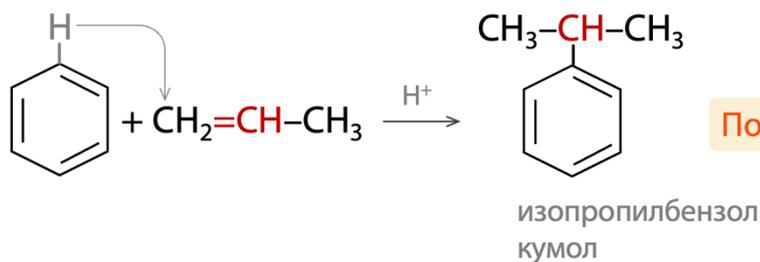
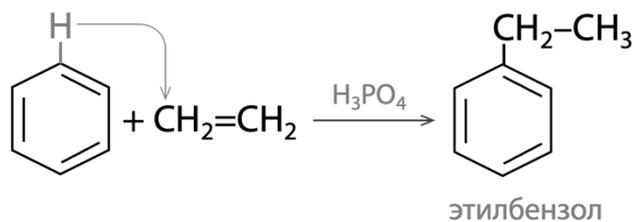
2. **Алкилирование бензола, реакция Фриделя-Крафтса.** Катализатор AlCl_3 , нагревание.
а) с галогеналканами:



- б) со спиртами:

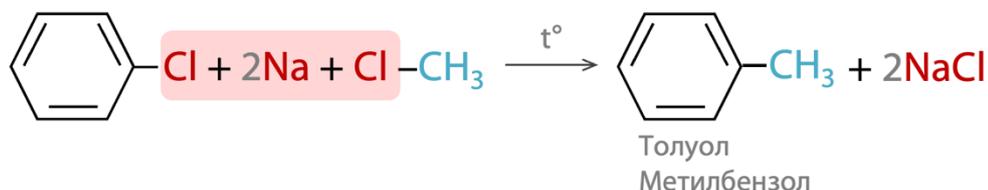


3. **Алкилирование алкенами.** Катализатор AlCl_3 или H^+ , нагревание.



По правилу Марковникова 🥕

4. **Реакция Вюрца-Фиттига.** Аналог реакции Вюрца (см. конспект «Алканы»), но с ароматическими галогенуглеводородами, в данном случае – с монохлорбензолом.

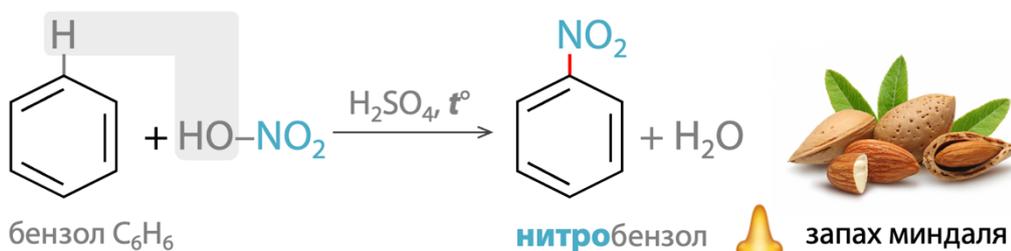


Данная реакция осложняется образованием дополнительных продуктов – этан, дифенил – за счет удваивания углеводородных фрагментов галогенпроизводных

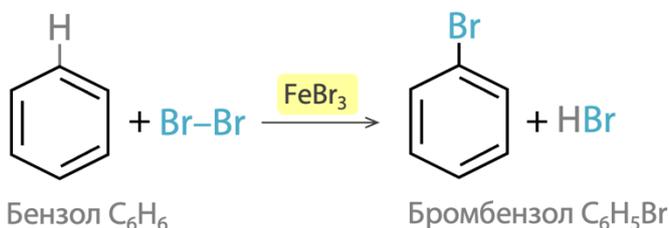
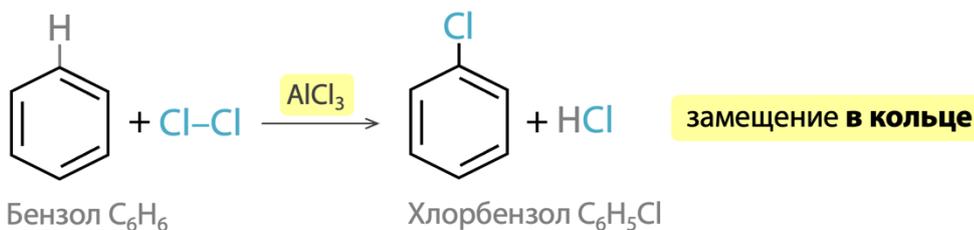
Химические свойства

Реакции замещения (ионный механизм реакции)

1. **Нитрование.** Концентрированные HNO_3 и H_2SO_4 («нитрующая смесь»), нагревание. Нитробензол – тяжелая желтоватая жидкость с запахом горького миндаля. Качественная реакция.



2. **Галогенирование.** Катализаторы FeBr_3 (при бромировании) или AlCl_3 (при хлорировании), нагревание. Используется **не бромная вода**, а жидкий бром. Бромбензол – тяжелая жидкость.

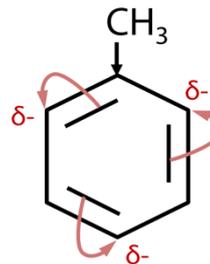


3. **Алкилирование, реакция Фриделя-Крафтса.** Катализатор AlCl_3 , нагревание. См. «Способы получения гомологов бензола»
4. **Алкилирование под действием алкенов.** Катализатор AlCl_3 или H_3PO_4 , нагревание. См. «Способы получения гомологов бензола».

Толуол и гомологи бензола

Строение

Алкильный радикал обладает +I-эффектом (положительным индуктивным эффектом), увеличивая электронную плотность в положениях 2,4,6 (орто- и пара-положениях). Это определяет направление реакций замещения и облегчает их.



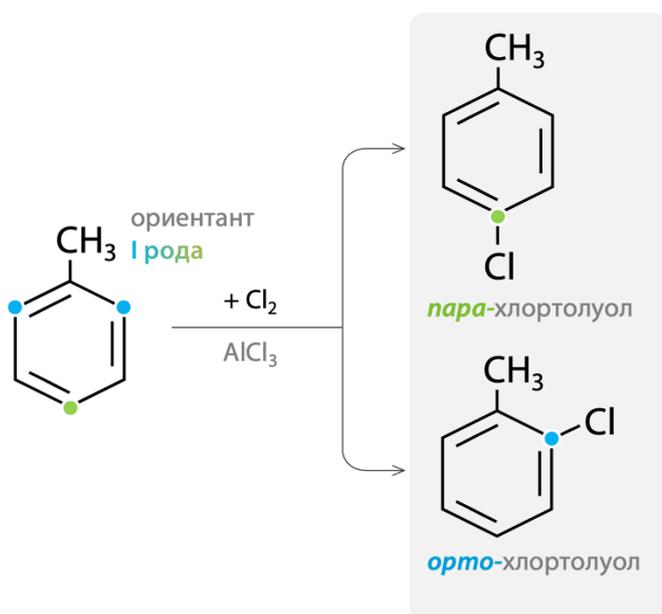
Химические свойства

Реакции с участием бензольного кольца

Замещение

1. **Галогенирование.** Катализаторы — галогениды железа(III) или алюминия (FeBr_3 или AlCl_3). На выходе смесь орто- и пара-изомеров.

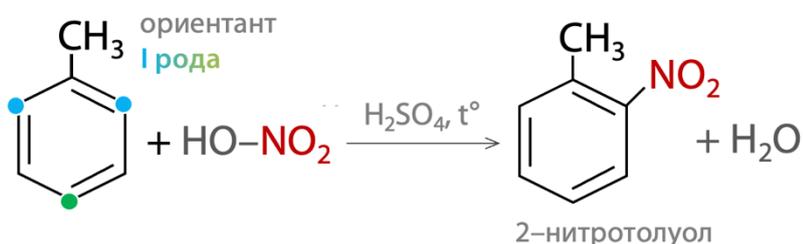
Важно При записи уравнения реакции в заданиях ЕГЭ следует писать **только один продукт**, наиболее подходящий по условию.



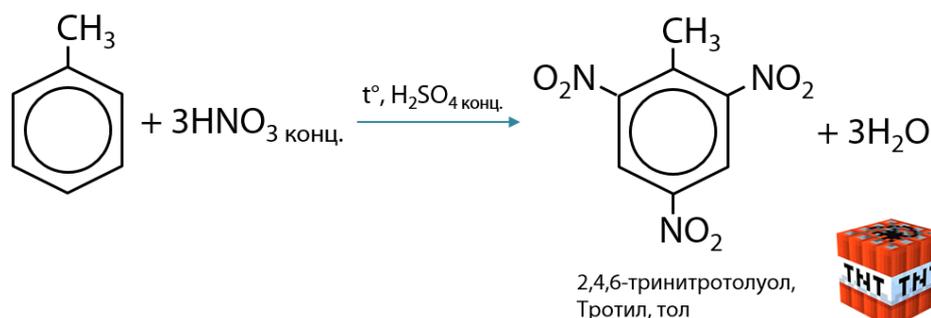
Выбираем продукт
по контексту задания

2. Нитрование. Концентрированные HNO_3 и H_2SO_4 .

Важно При записи уравнения реакции в заданиях ЕГЭ следует писать **только один продукт**, наиболее подходящий по условию. В качестве примера приводим процесс получения орто-изомера:

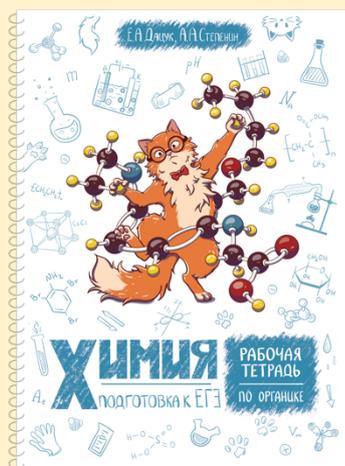


В более жестких условиях (повышенные температура и давление) можно ввести три нитрогруппы.



Присоединение

Реакции протекают аналогично реакциям бензола. Характерный пример: гидрирование. Присоединение хлора в кольцо невозможно (в отличие от бензола), поскольку в таких условиях происходит замещение в углеводородном радикале.



Еще больше информации и письменных заданий в нашей бумажной рабочей тетради.

Это полный курс органической химии для 10 класса и подготовки к ЕГЭ на 176 цветных страницах с картонной обложкой на пружине.

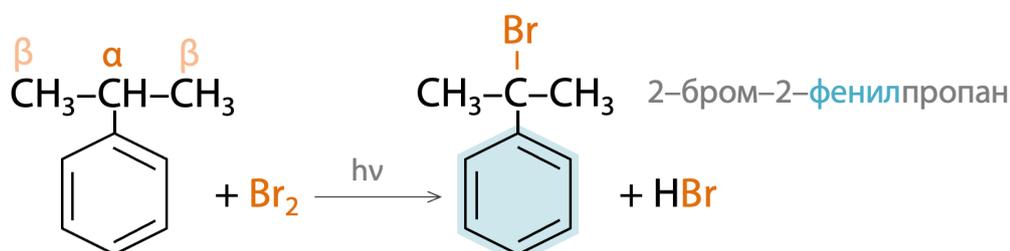
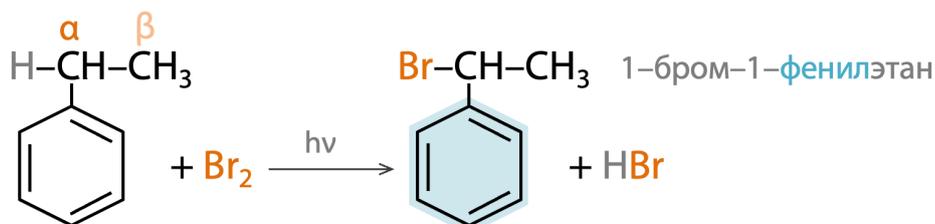
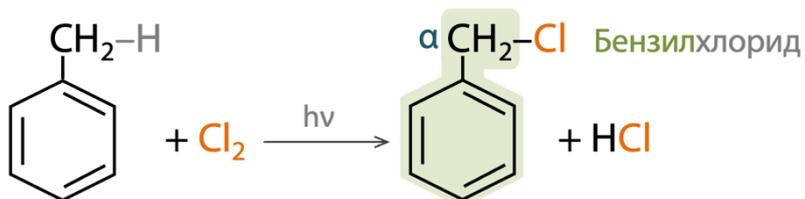
Подробнее о ней на сайте:

stepenin.ru/tasks/organic-book/book

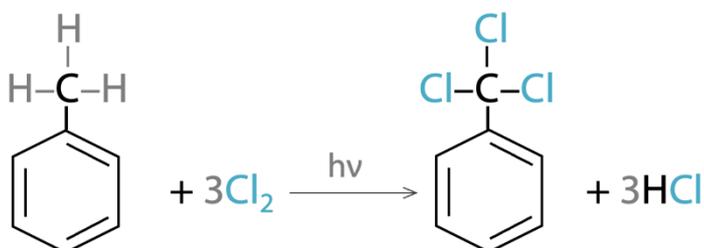


Реакции с участием боковой цепи

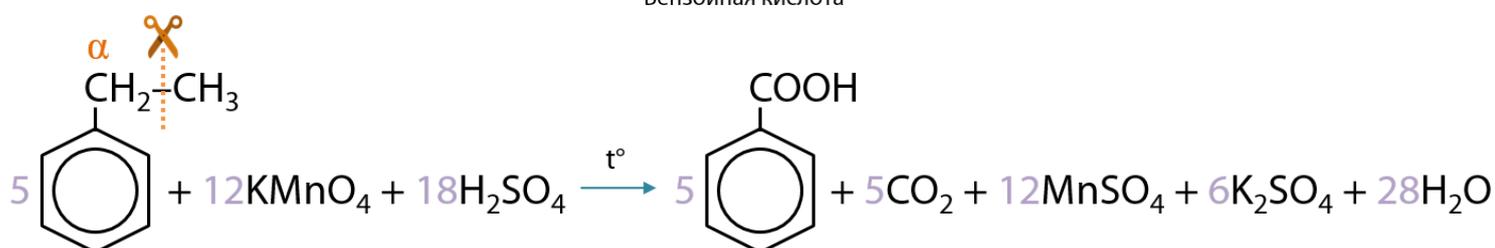
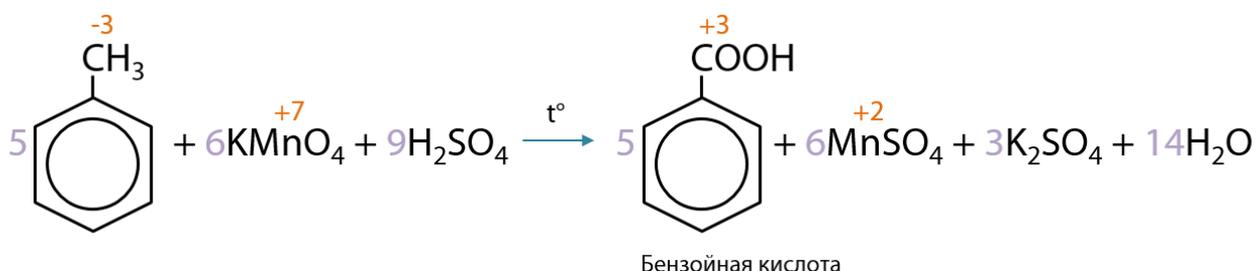
1. **Галогенирование.** Радикальный механизм, как в алканах. На свету или при нагревании. Только при альфа-атоме углерода:

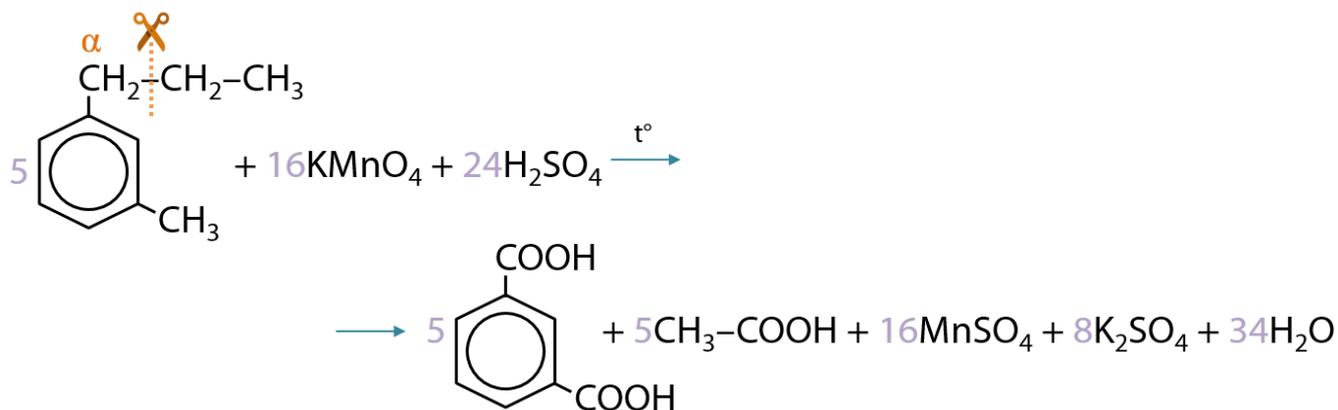


Особенный случай галогенирования боковой цепи с мультизамещением атомов водорода при альфа-углероде:



2. **Неполное окисление.** Вне зависимости от длины боковой цепи и числа радикалов происходит разрыв у альфа-атома углерода при бензольном кольце.



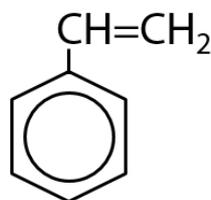


Полное окисление, горение

В избытке кислорода толуол сгорает до углекислого газа и воды.

Стирол и другие фенилалкены

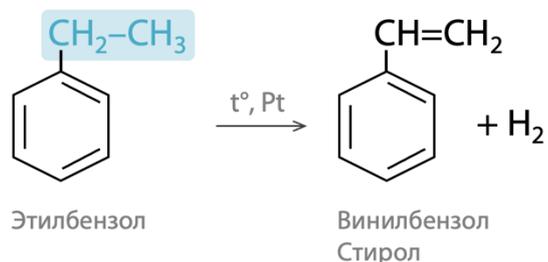
Бесцветная жидкость с приятным запахом.
Раздражает слизистые оболочки
дыхательных путей и глаз.



Стирол,
Винилбензол

Получение

Дегидрирование этилбензола (или октана, см. «Способы получения аренов»)

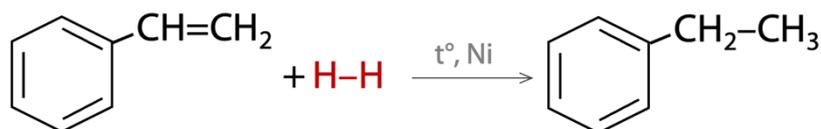


Химические свойства

Из-за наличия кратной связи в углеводородном радикале характерны все реакции, свойственные алкенам.

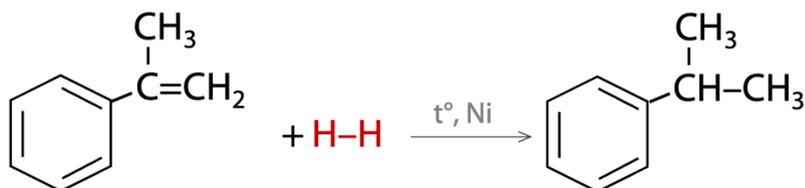
Присоединение

1. **Гидрирование** (+ H₂). Кратные связи в боковой цепи восстанавливаются легче, чем бензольное кольцо. В жестких условиях возможно гидрирование и кратной связи в боковой цепи, и бензольного кольца.



Винилбензол
Стирол

Этилбензол
(гомолог бензола)



Изопропенилбензол

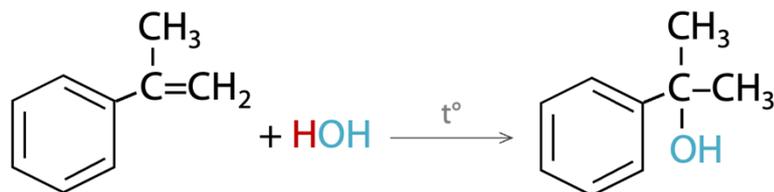
Изопропилбензол
Кумол

2. **Гидратация** (+ H₂O). Реакция присоединения молекулы воды по двойной связи углеводородного радикала (-CH=CH₂ и др.).



Винилбензол, стирол

1-фенилэтанол



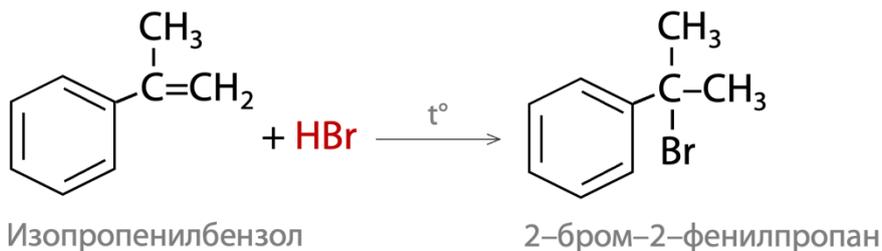
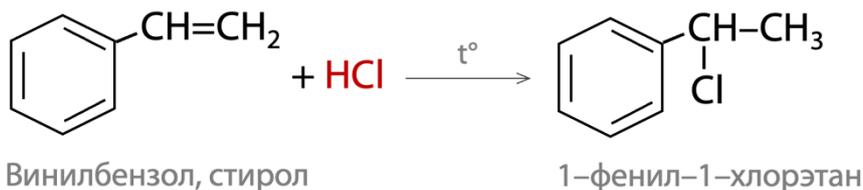
Изопропенилбензол

2-фенилпропанол-2

3. **Галогенирование** (обесцвечивает бромную воду аналогично алкенам, + Br₂). Реакция присоединения молекулы галогена по двойной связи винильного радикала (-CH=CH₂.)

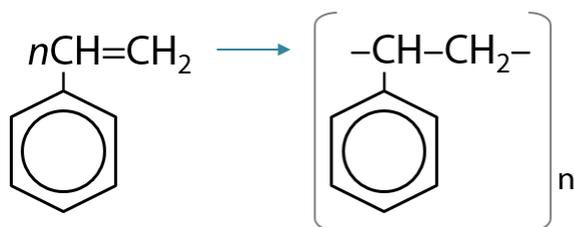


4. **Гидрогалогенирование** (+ HCl и проч.). Присоединение по двойной связи углеводородного радикала по правилу Марковникова.

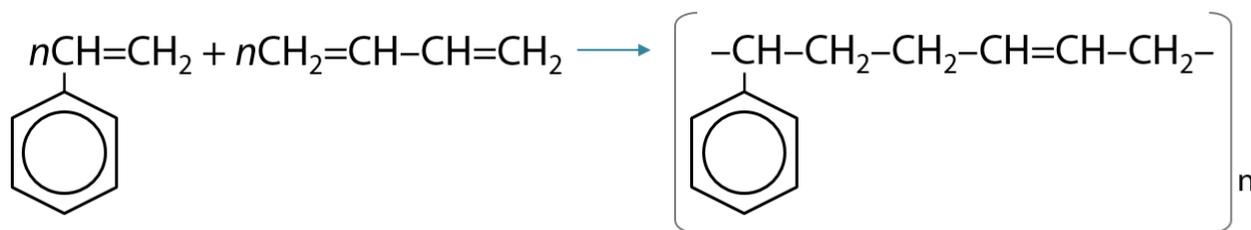


5. **Полимеризация**

Получение полистирола



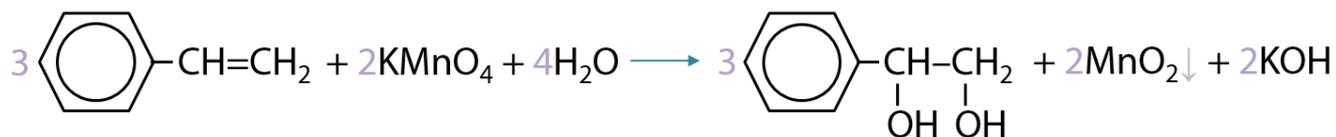
Получение бутадиен-стирольного каучука. Сополимеризация.



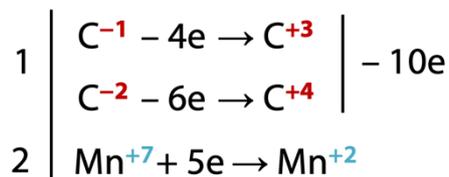
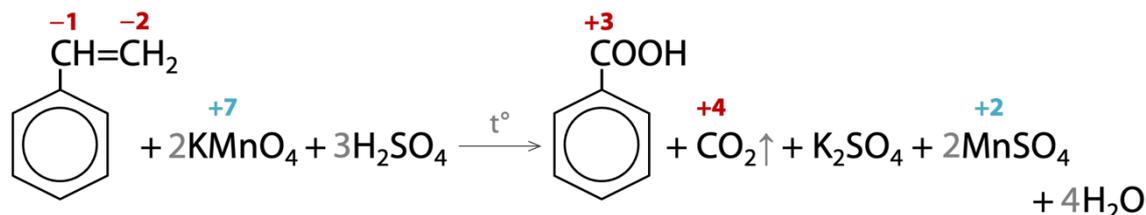
Окисление

Неполное окисление

Мягкое окисление нейтральным раствором перманганата калия KMnO_4 без нагревания (реакция Вагнера). Продукт – ароматический диол.



Жесткое окисление раствором KMnO_4 в кислой среде при нагревании. Продукт — кислота.

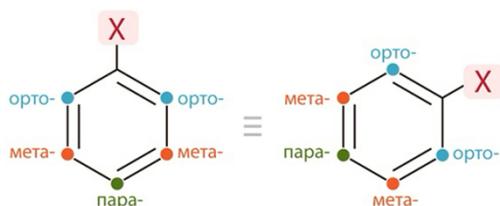


Горение

В избытке кислорода стирол сгорает до углекислого газа и воды.

Правила ориентации в бензольном кольце

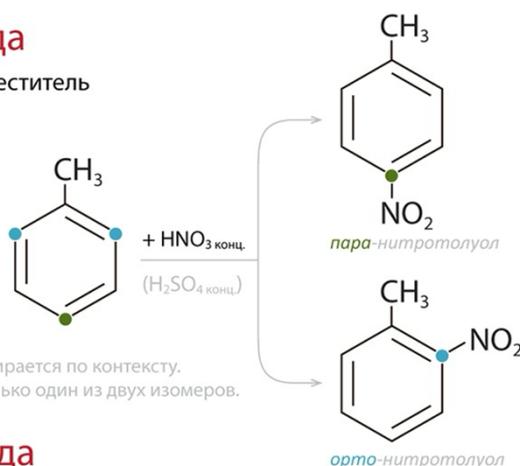
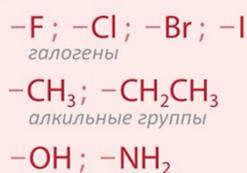
Расположение двух заместителей в кольце:



Второй заместитель может находиться относительно первого в трех положениях:
орто- (o-) – около
мета- (m-) – между один С
пара- (p-) – напротив

Ориентанты I рода

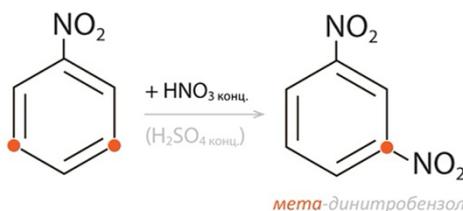
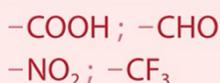
Направляют входящий заместитель в **орто-** и **пара-**положения.



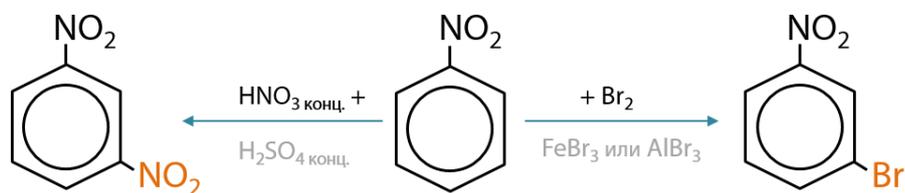
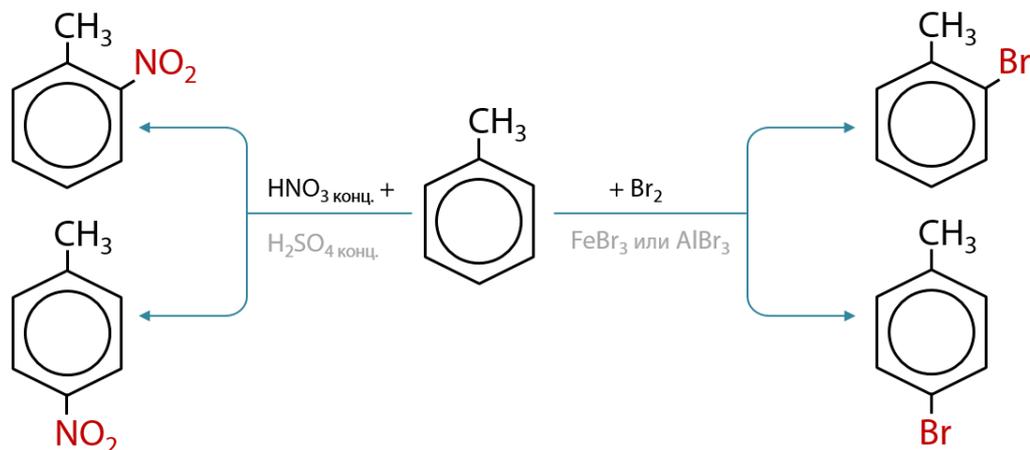
В тестовых заданиях продукт выбирается по контексту.
 В уравнении реакции пишется только один из двух изомеров.

Ориентанты II рода

Направляют входящий заместитель в **мета-**положение.



Примеры протекания реакций замещения в случаях толуола (содержит заместитель первого рода) и нитробензола (заместитель второго рода):



Свыше 1500 бесплатных заданий и органических цепочек есть на нашем сайте.

Быстрее туда, решать!

stepenin.ru/tasks/organic