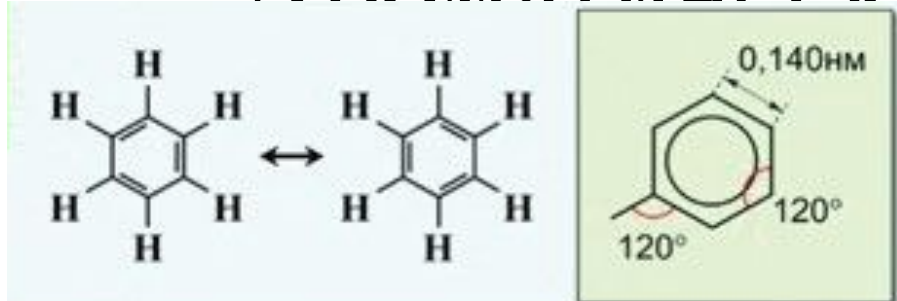
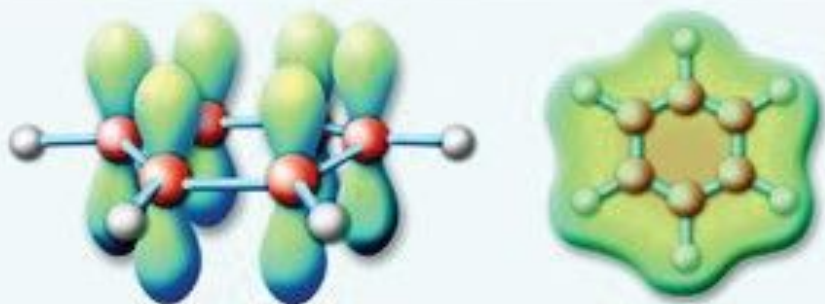


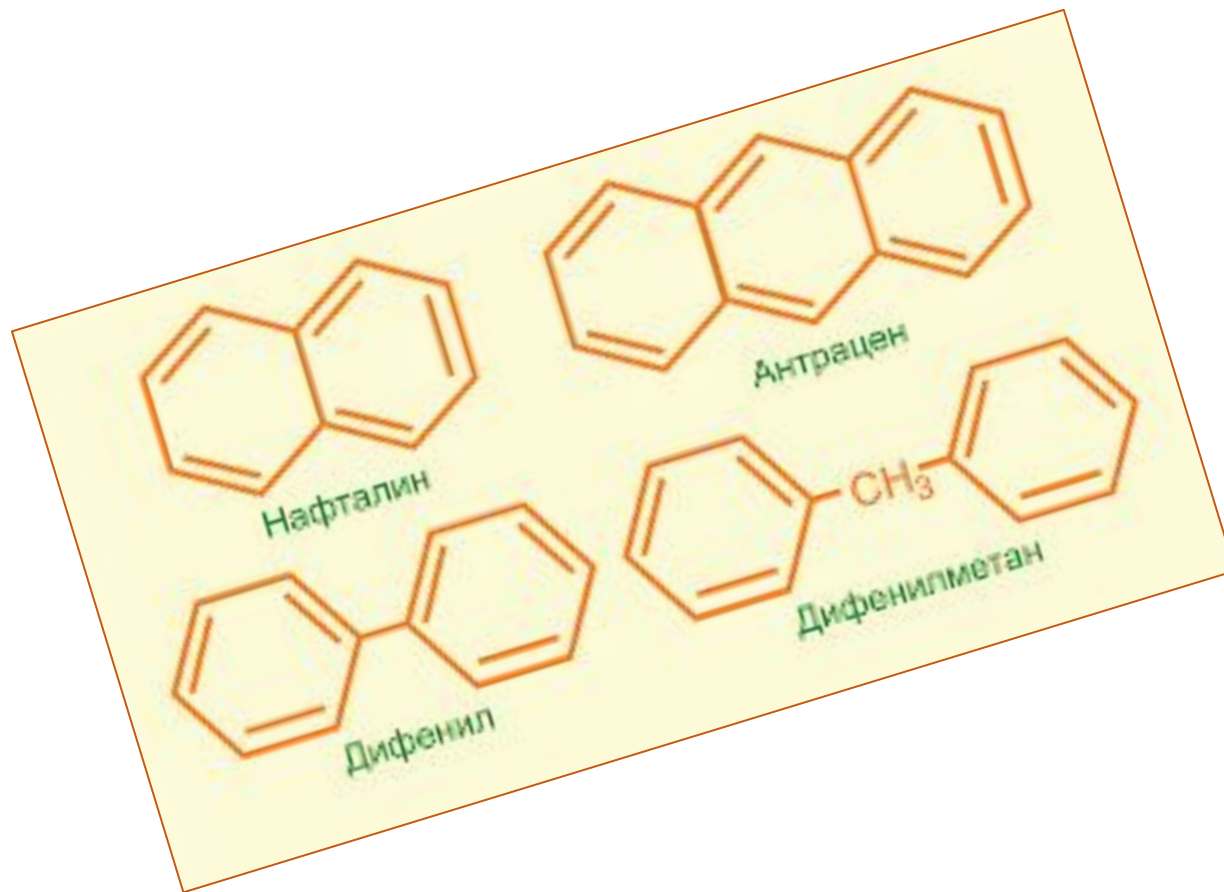
Ароматические углеводороды (арены)



ОБРАЗОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКОЙ П-СИСТЕМЫ



ПРИМЕНЕНИЕ



Вопросы лекции:

1. История открытия бензола
2. Гомологи бензола. Номенклатура и изомерия.
3. Физические свойства
4. Химические свойства бензола
5. Получение бензола

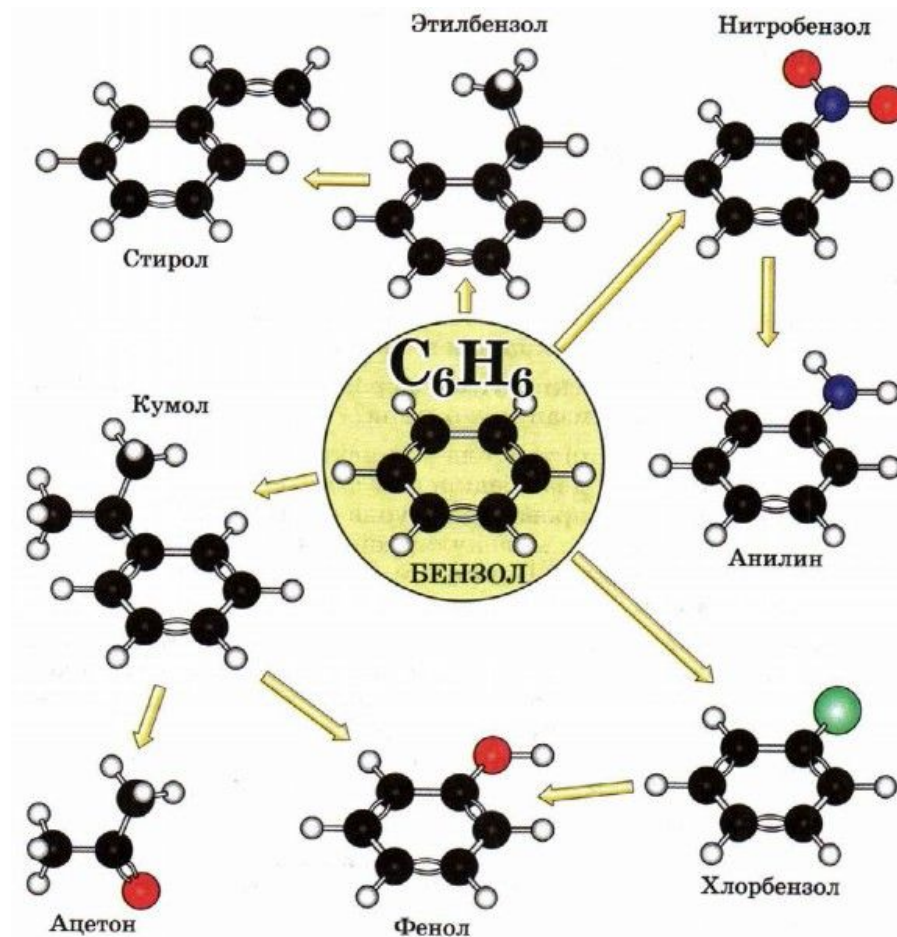


Рис. 32. Применение бензола

Задания по предыдущим темам

Напишите структурные формулы веществ:

3-метилпентин-2; 3,6-диэтилоктин-4; 3,4-диметилпентин-1; бутин-1;
пентин-2; 4,4-диметилпентин -2; 2,2,5-триметилгексин-3.

Дать определение и написать общую формулу алкадиенов.

Дать определение и написать общую формулу алкинов.

Назвать вещества по номенклатуре ИЮПАК:



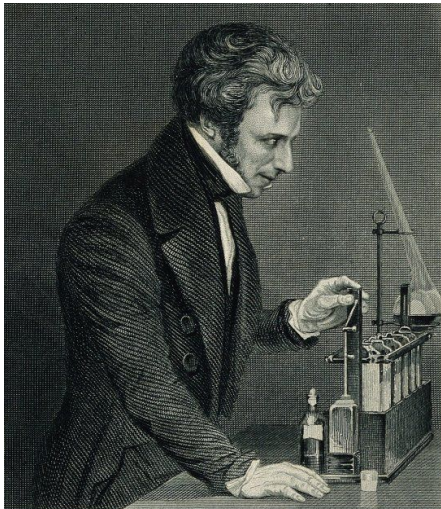
Задания по предыдущим темам

1. Заполните таблицу по образцу

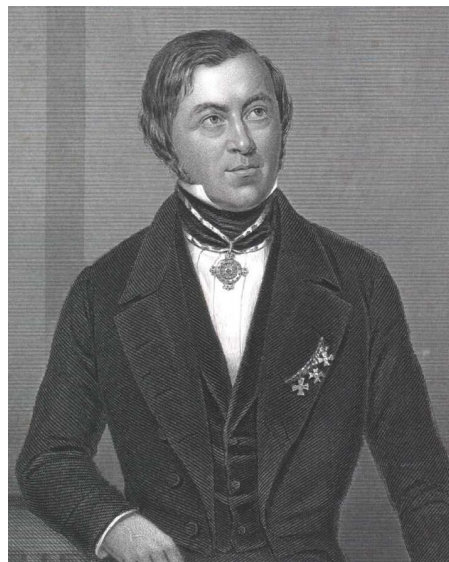
Алкен	Структурная формула	Число атомов углерода	Число атомов водорода
Пентен-1	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	5	10
Бутен-2			
2-метилгексен-2			
3-этилдекен-5			
2,3,5-триметилнонен-1			

История открытия бензола

Впервые бензол описал немецкий химик Иоганн Глаубер, который получил это соединение в 1649 году в результате перегонки каменноугольной смолы. Но названия вещество не получило, и состав его был неизвестен.



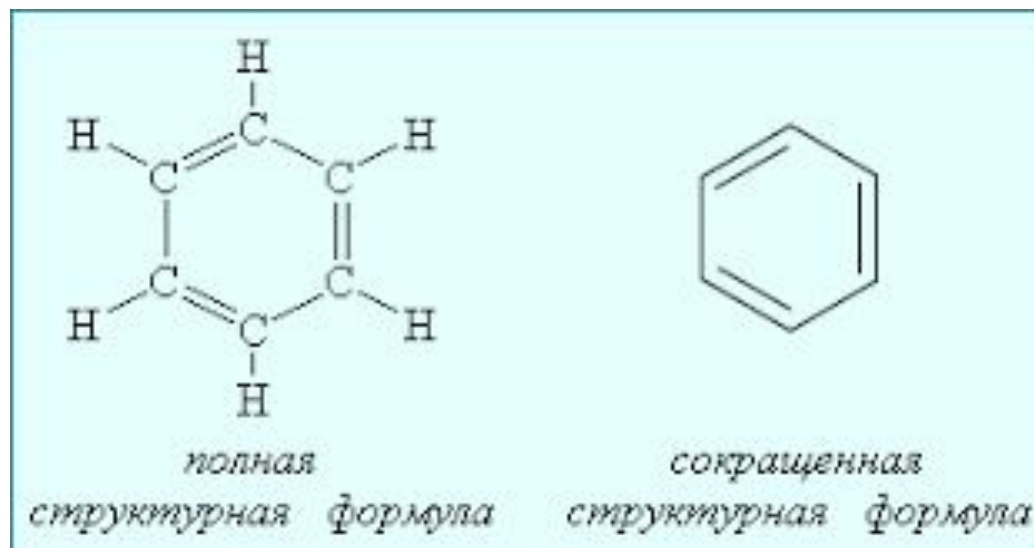
1825 г – Майкл Фарадей установил, что вещество состоит только из водорода и углерода, назвал его «карбюрированным водородом»



1833 г – Эйльгард Мичерлих определил эмпирическую формулу C_6H_6 нагрел негашеную известь CaO с бензойной кислотой C_6H_5COOH (она содержится во многих ягодах, в частности, в клюкве и бруснике, и препятствует их гниению) и получил неизвестную, легкокипящую жидкость с резким запахом. Вот тогда и вспомнили об открытии Фарадея. Он назвал его "бензином".

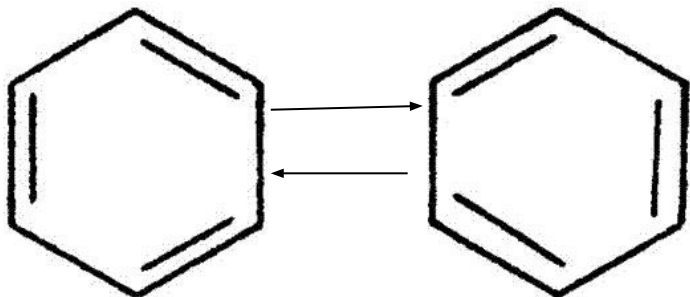
История открытия бензола

Анализируя различные экспериментальные данные, химики всех стран искали ключ к разгадке строения бензола. Успеха добился немецкий химик Август Кекуле, и легенда гласит, что идея пришла к нему во сне. Однажды, размышляя о строении бензола, Кекуле задремал и увидел во сне змею, которая вцепилась в собственный хвост. Этот сон послужил толчком к гипотезе, которая впоследствии блестяще подтвердилась, гипотезе о циклическом строении бензола.

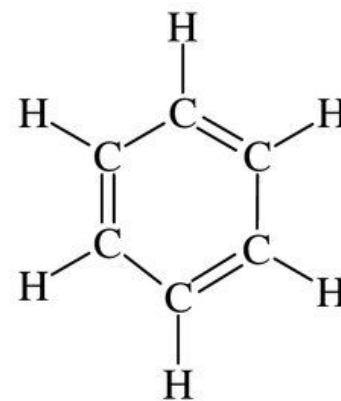


В 1865 г. Кекуле предложил для бензола циклическую гексатриеновую структуру, в которой атомы углерода, замкнутые в шестичленное кольцо, связаны между собой попеременно простыми и двойными связями, а каждый атом углерода еще соединен с водородом — до насыщения валентности.

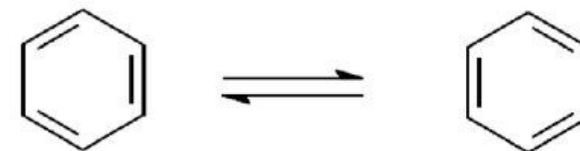
История открытия бензола



Продолжая отстаивать свой вариант циклического строения бензола, Кекуле, чтобы теория не расходилась с практикой, в 1872 г. выдвинул гипотезу об осцилляции между возможными положениями двойных связей в молекуле бензола. Он предположил, что атомы углерода в бензоле быстро колеблются — «осциллируют» и каждые два соседних атома попеременно соединены то простой, то двойной связью:

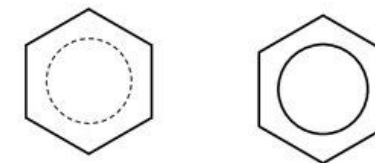


Бензол C_6H_6



Структуры Кекуле

(Ф.А. Кекуле, 1865)

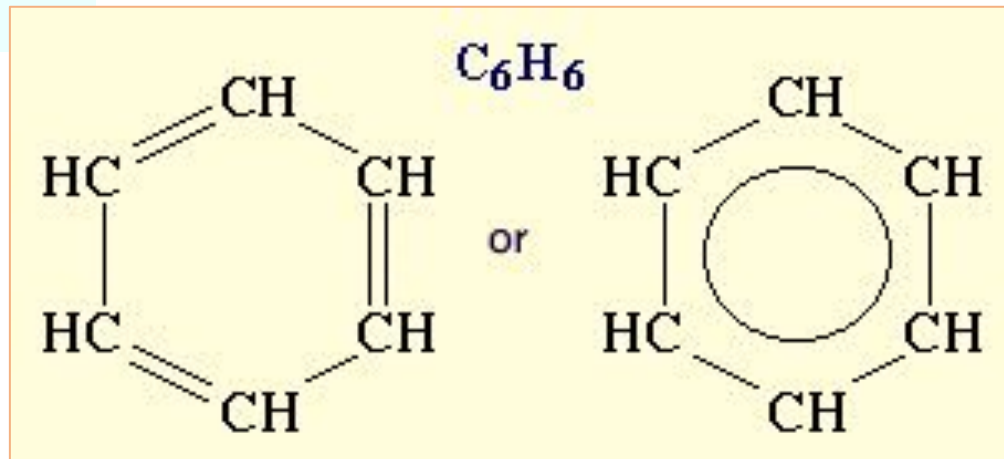
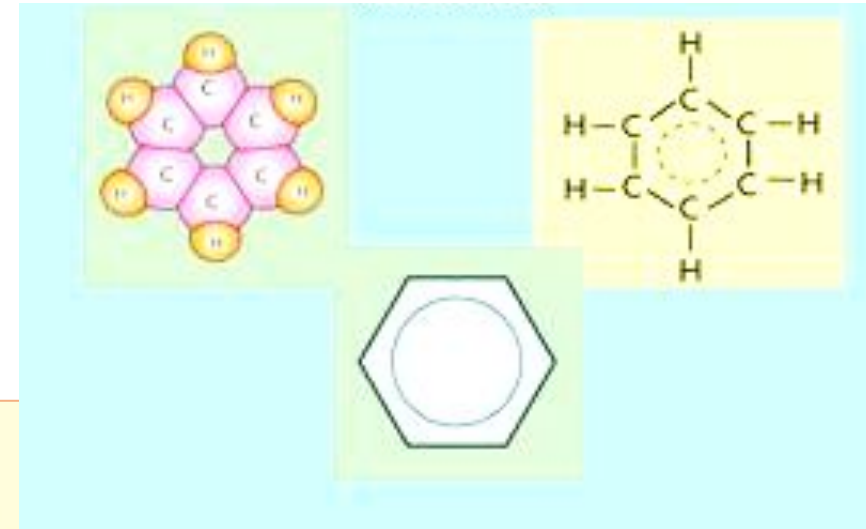
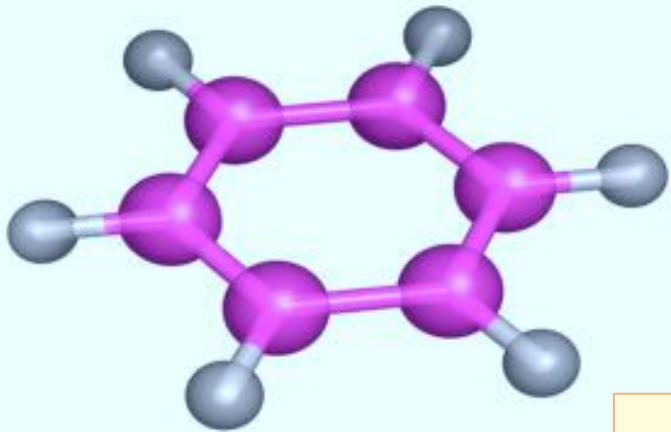


Структуры Тиле

(И. Тиле, 1865)

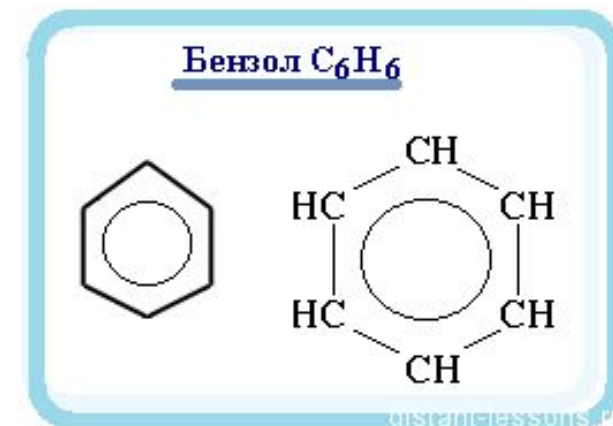
В настоящее время для изображения бензола принято использовать структурные формулы Кекуле или Тиле

Ароматическими углеводородами (аренами) называются вещества, в молекулах которых содержится одно или несколько бензольных колец — циклических групп атомов углерода с особым характером связей. Гомологический ряд бензола отвечает общей формуле C_6H_{2n-6} .



Гомологи бензола

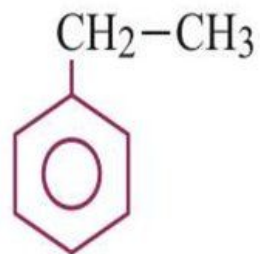
При замещении одного или более атомов водорода в бензольном кольце образуются гомологи. Вещества отличаются друг от друга на один атом углерода. Чем больше атомов углерода, тем твёрже вещество.



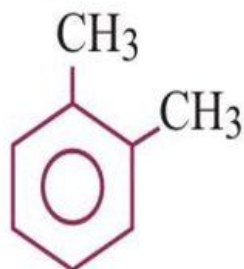
МЕТИЛБЕНЗОЛ
(толуол)



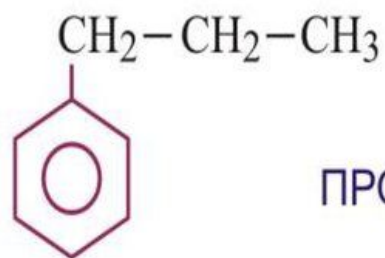
МЕТИЛБЕНЗОЛ
(ТОЛУОЛ)



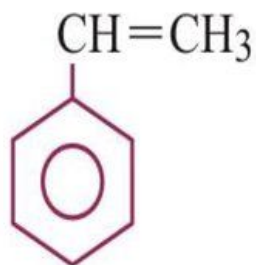
ЭТИЛБЕНЗОЛ



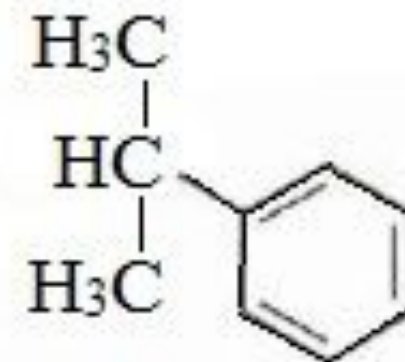
1,2 - ДИМЕТИЛБЕНЗОЛ
(o - КСИЛОЛ)



ПРОПИЛБЕНЗОЛ



ВИНИЛБЕНЗОЛ
(СТИРОЛ)



ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛ
(КУМОЛ)

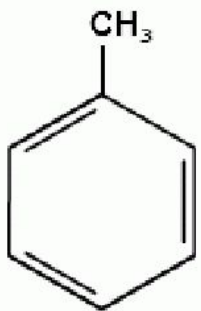
Номенклатура и изомерия

Структурные именованья веществ формируются из названий предельного углеводородного радикала и окончания «-бензол».

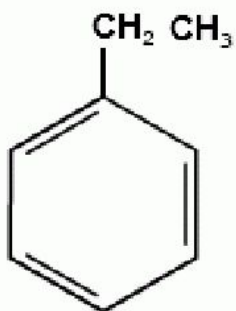
Наряду со структурными используются тривиальные наименования, оканчивающиеся на «-ол». Например, метилбензол – это толуол с формулой $C_6H_5-CH_3$.

Согласно номенклатуре ИЮПАК, арены с одним бензольным кольцом рассматривают как производные бензола. В качестве главной цепи выбирают бензольное кольцо. Многие арены имеют свои исторические названия.

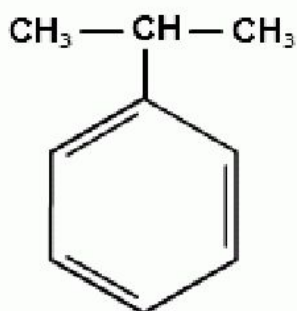
Например:



метилбензол
(толуол)

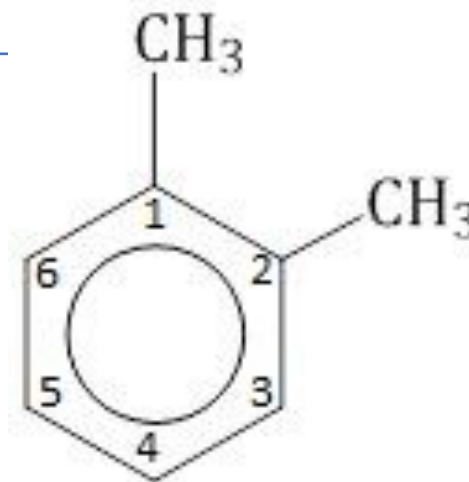


этилбензол



изопропилбензол
(кумол)

Если в ароматическом кольце несколько заместителей, то атомы углерода бензольного кольца нумеруются: в направлении, где больше заместителей, от самого главного заместителя (чем больше атомов углерода в радикале, тем он старше).



1,2-
диметилбензол

Номенклатура и изомерия



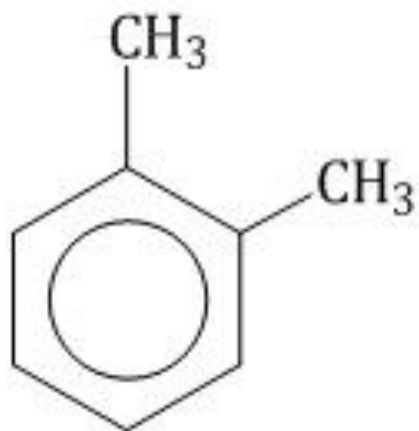
В молекуле бензола присутствуют два заместителя, то также используют систему иальных приставок:

орто — (о-) если заместители расположены у соседних атомов углерода в бензольном кольце (1,2-положения);

мета — (м-) заместители расположены через один атом углерода (1,3-положения);

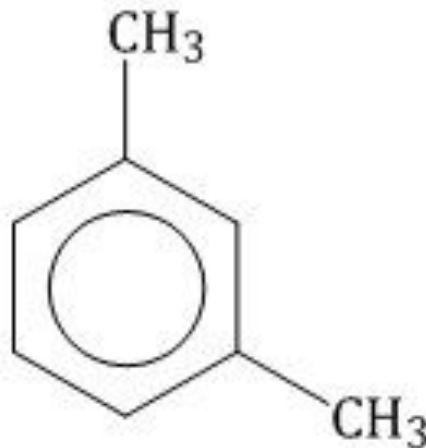
пара — (п-) заместители расположены на противоположных сторонах кольца (1,4-положения).

1,2-Диметилбензол



орто-Диметилбензол

1,3-Диметилбензол



мета-Диметилбензол

1,4-Диметилбензол

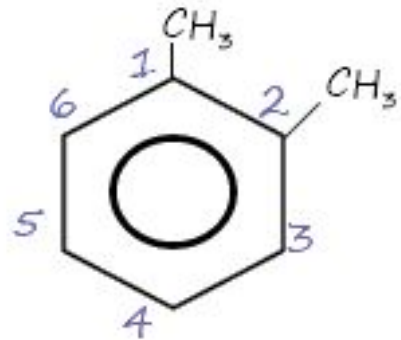


пара-Диметилбензол

Номенклатура и изомерия

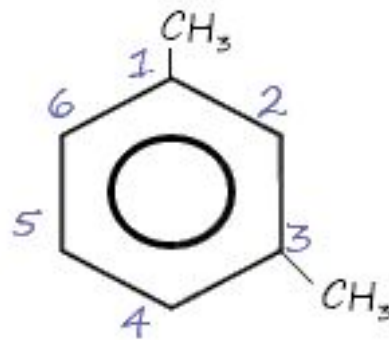
Для ряда бензола характерна структурная изомерия по углеродному скелету и положению радикалов в бензольном кольце. Чем больше атомов углерода в цепочке радикала, тем больше изомеров образует вещество.

Положения заместителей
(на примере диметилбензола - ксилола)



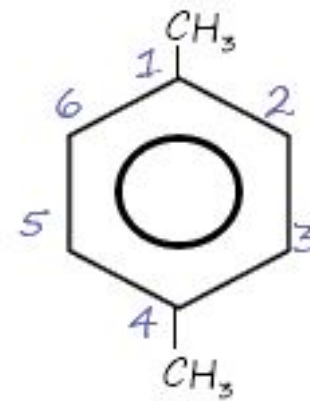
Орто-ксилол
(1,2-диметилбензол)

О, ты рядом!
(два заместителя
в соседних положениях)



Мета-ксилол
(1,3-диметилбензол)

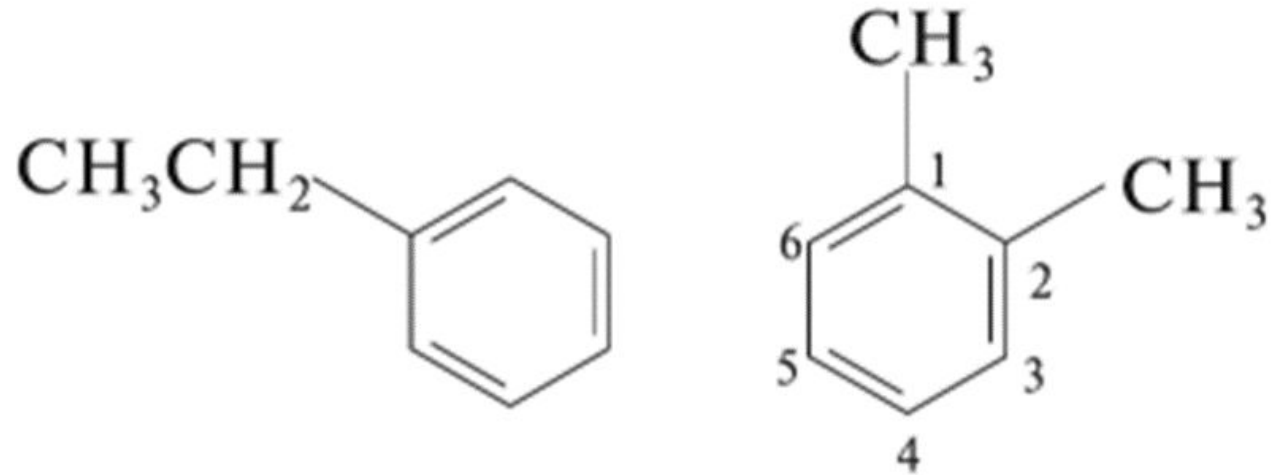
*Садитесь через
Место.*
(между двумя
заместителями
одно свободное место)



Пара-ксилол
(1,4-диметилбензол)

Паративоположность!
(два заместителя
напротив друг друга)

Изомерия углеродного скелета



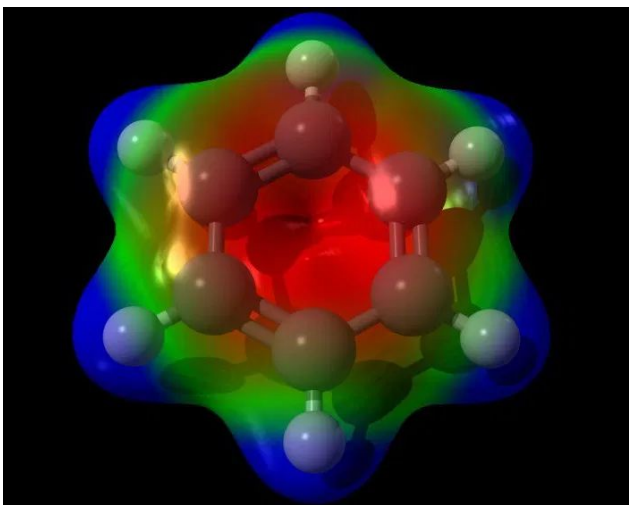
Этилбензол

1,2-Диметилбензол
(*орто*-ксилол)

?

Напишите молекулярные формулы веществ

Физические свойства



Бензол – бесцветная, летучая, огнеопасная жидкость со своеобразным запахом. В воде практически не растворим. Горит сильно коптящим пламенем. Пары бензола с воздухом образуют взрывчатую смесь.

Жидкий бензол и пары бензола ядовиты! Поражает почки, печень, костный мозг, кровь. Изменяет формулу крови (при длительном воздействии), может нарушать структуру хромосом.

Первые члены гомологического ряда бензола – бесцветные жидкости со специфическим запахом. Ароматические углеводороды легче воды и в ней не растворяются, однако легко растворяются в органических растворителях – спирте, эфире, ацетоне. Бензол и его гомологи сами являются хорошими растворителями для многих органических веществ. Все арены горят коптящим пламенем ввиду высокого содержания углерода в их молекулах.

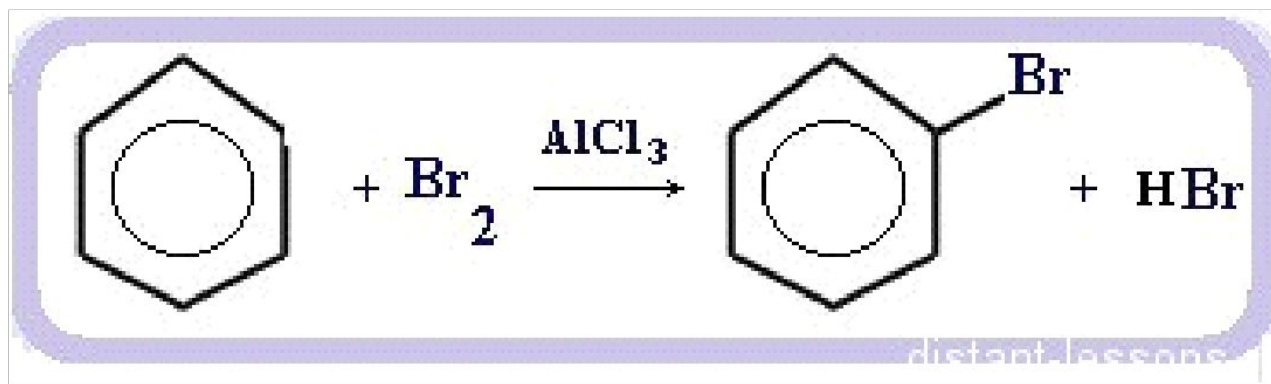
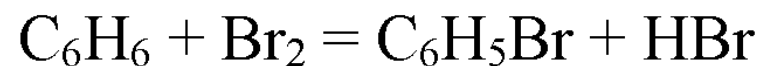
Название	Формула	Т.пл., °С	Т.кип., °С
Бензол	C_6H_6	5,5	80
Толуол	$C_6H_5CH_3$	-95	111
Этилбензол	$C_6H_5C_2H_5$	-95	136
Изопропилбензол (кумол)	$C_6H_5CH(CH_3)_2$	-96	152
Стирол	$C_6H_5CH=CH_2$	-31	145

Большинство ароматических углеводородов опасны для жизни, токсичны.

Химические свойства бензола

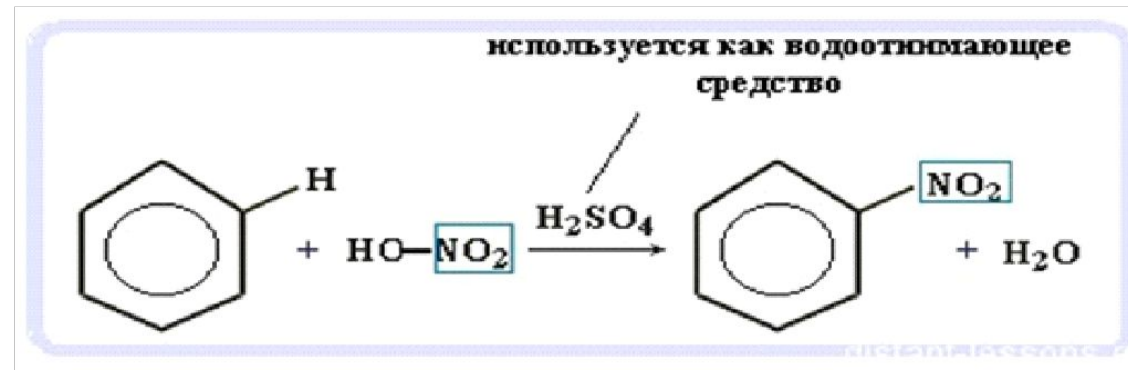
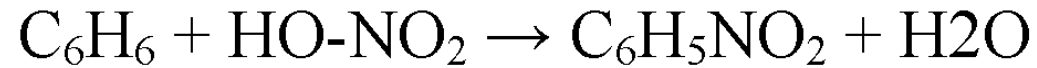
Реакции замещения в бензольном кольце проходят в присутствии катализаторов: солей $\text{Al}(3+)$ или $\text{Fe}(3+)$.

Реакция галогенирования бензола (взаимодействие с бромом — качественная реакция на бензол):



Химические свойства бензола

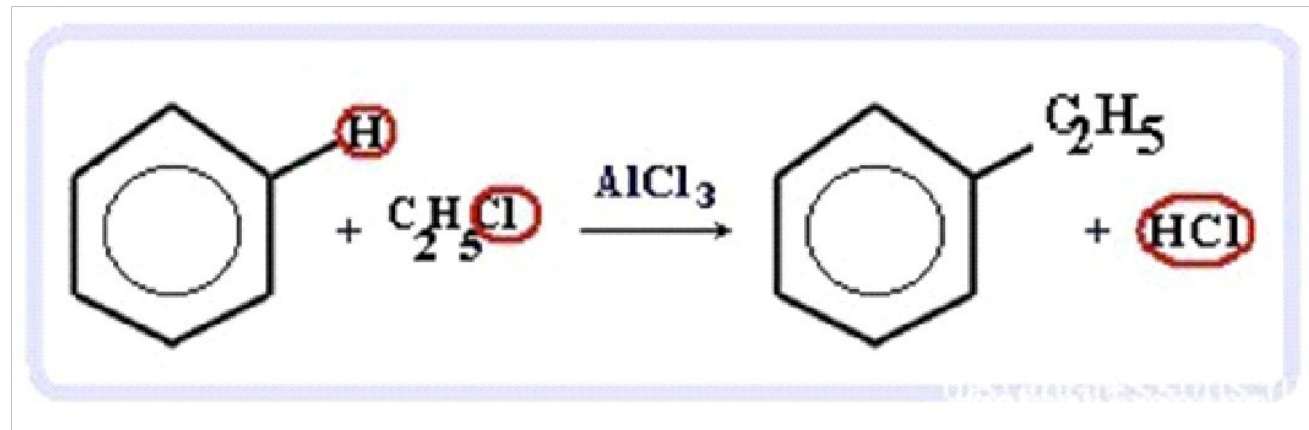
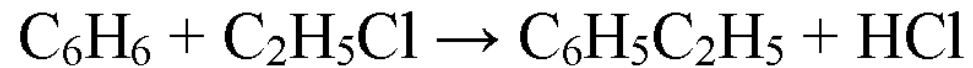
Нитрование бензола (обратите внимание, в органической химии неорганические кислоты реагируют немного по-другому — с отщеплением группы -ОН):



Химические свойства бензола

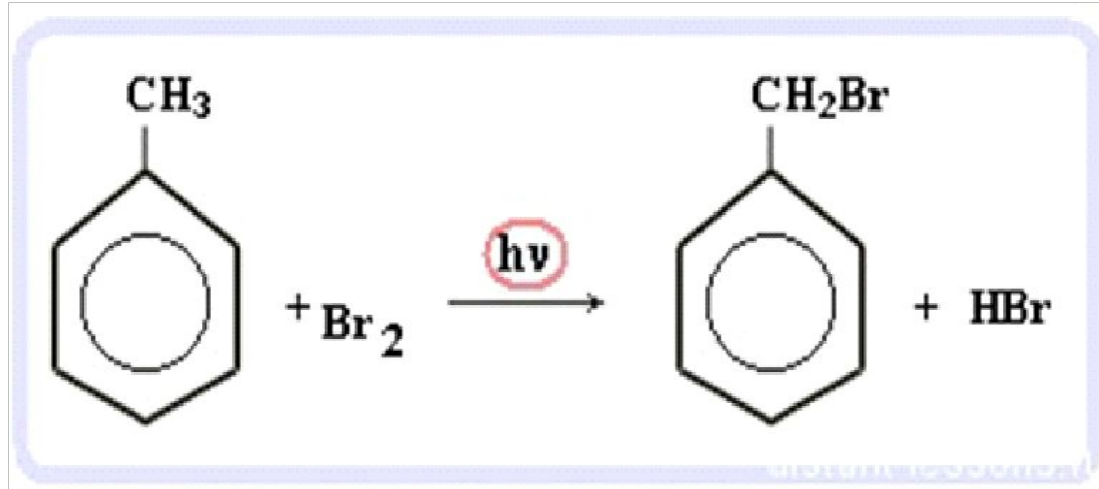
Алкилирование

Получение гомологов бензола, алкилбензолов (катализаторы реакции — галогениды алюминия: AlCl_3 , AlBr_3 и т.д.):



Химические свойства бензола

Галогенирование алкилбензолов:

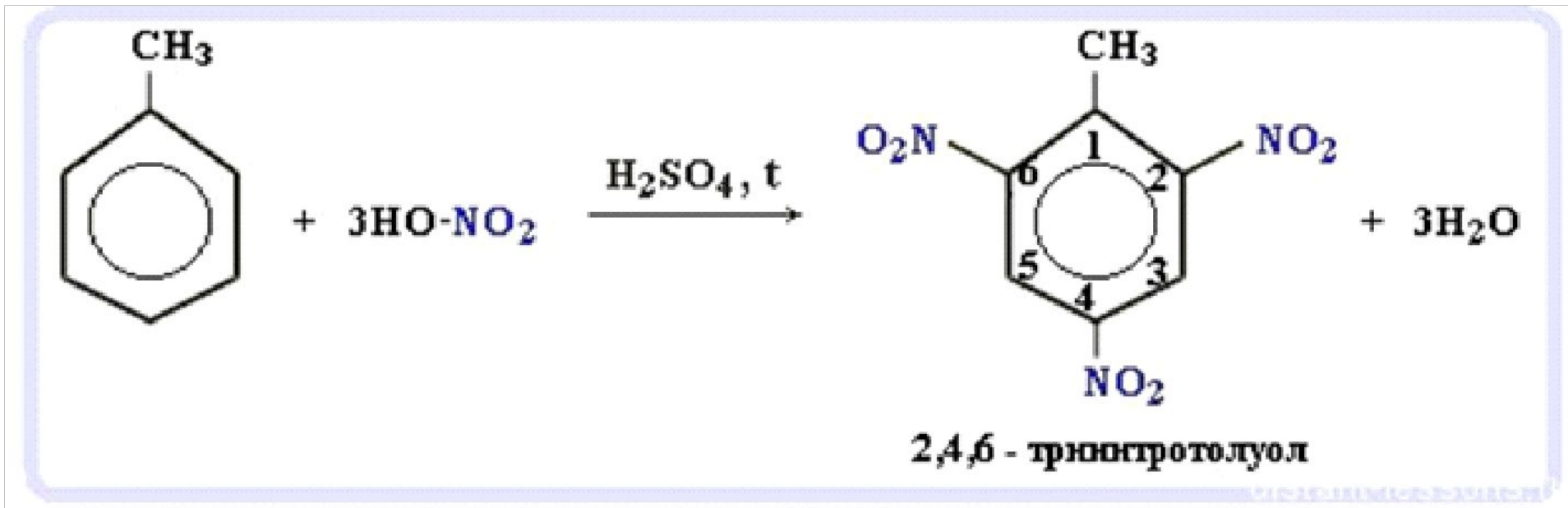
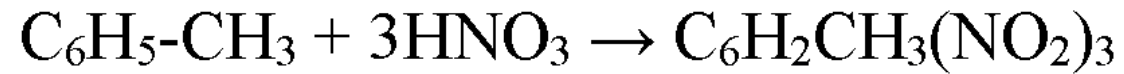


Бром идет в боковую цепь, а не в кольцо.

Чтобы бром пошел в кольцо, надо использовать катализатор — соли $\text{Al}(3+)$

Химические свойства бензола

Нитрование алкилбензолов

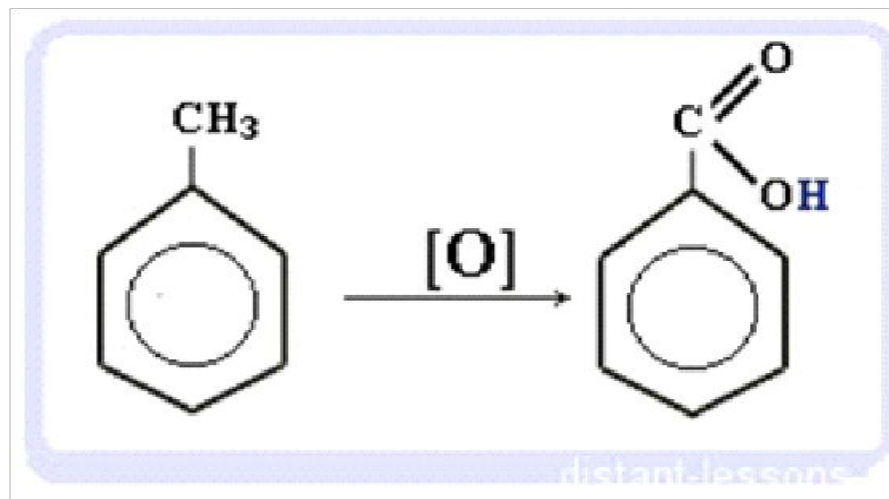


тринитротолуол, он же тротил

Химические свойства бензола

Окисление

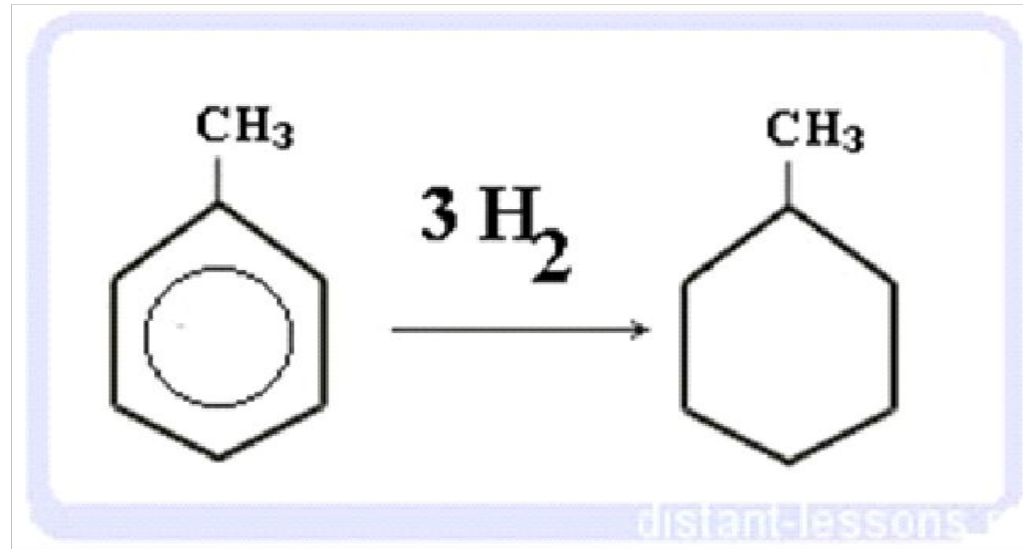
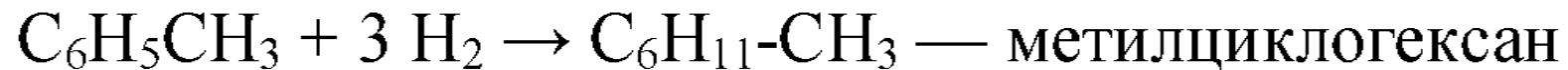
Реакция, характерная для алкилбензолов и не характерная для самого бензола



Химические свойства бензола

Гидрирование бензола и алкилбензолов

При гидрировании всех аренов (температура, давление, катализатор — бензольное кольцо разорвать не так уж и просто) получаются циклоалканы, а точнее, циклогексан или циклогексан с радикалами:



Получение бензола

В настоящее время основными источниками ароматических соединений, в том числе и бензола, являются продукты коксования каменного угля (коксовый газ и каменноугольная смола) и продукты переработки нефти.

