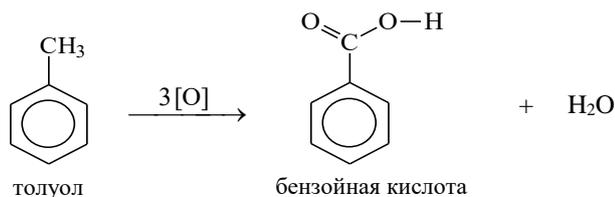
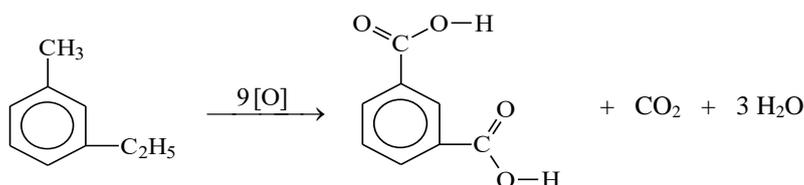


## Химические свойства аренов

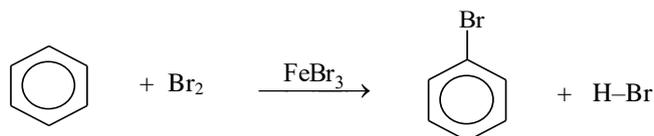
Арены реагируют с кислородом воздуха так же, как и другие углеводороды. Стоит еще раз напомнить, что бензол и толуол (метилбензол) относятся к легковоспламеняющимся жидкостям. Но, в отличие от алканов, пламя у ароматических углеводородов яркое, коптит. Это и не удивительно, ведь содержание углерода в бензоле  $C_6H_6$  значительно больше, чем, например, в гексане  $C_6H_{14}$ . При комнатной температуре бензол кислородом воздуха не окисляется. Устойчиво бензольное кольцо и к действию распространенных окислителей. Так, уже упоминалось, что бензол не реагирует с раствором перманганата калия. Эту реакцию можно использовать, чтобы отличить бензол от веществ с двойными и тройными связями. Другие арены, однако, реагируют с подкисленным раствором перманганата калия, но бензольное кольцо в этой реакции остается неизменным. Например, при окислении толуола образуется бензойная кислота:



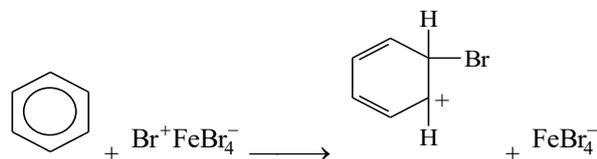
Если заместители в молекуле арена содержали больше одного атома углерода, все равно окисление происходит таким образом, что от каждого углеводородного заместителя остается лишь один атом углерода в виде карбоксильной ( $-COOH$ ) группы:



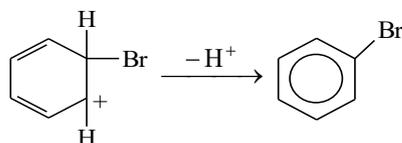
Как уже упоминалось, бензольное кольцо представляет собой энергетически выгодную, устойчивую структуру. Поэтому в большинстве случаев реакций аренов бензольное кольцо сохраняется. Для аренов характерны реакции замещения в бензольном кольце. Так, хотя бензол и не реагирует с бромной водой, но с бромом он все же взаимодействует. Для этой реакции необходим катализатор (бромид железа (III) или алюминия) и недопустимо попадание даже небольших количеств воды. В результате реакции один из атомов водорода в молекуле бензола замещается на атом брома:



Роль катализатора в данной реакции заключается в том, что молекула брома притягивается одним из атомов брома к атому железа. В результате молекула брома поляризуется – пара электронов связи переходит к атому брома, связанному с железом:  $Br^+ \cdots Br^- \cdots FeBr_3$ . Положительно заряженный атом брома притягивается к шестизлектронному облаку бензольного кольца и разрывает его, образуя ковалентную связь с атомом углерода:



Далее к образовавшемуся катиону мог бы присоединиться анион брома. Однако этого не происходит, поскольку, с одной стороны, отрицательно заряженный бром связан с атомом железа. С другой стороны, восстановление шестизлектронной системы бензольного кольца энергетически более выгодно, чем присоединение аниона брома. Поэтому, молекула переходит в стабильное состояние, выкинув протон:



Таким образом, реакция замещения в бензольном кольце на самом деле протекает, как реакция присоединения-отщепления и начинается с взаимодействия положительно заряженных частиц с электронами



большинство насекомых, и в то же время сравнительно малоядовиты для человека и теплокровных животных. Кроме того, они очень устойчивы – попадая в окружающую среду, не разлагаются в течение нескольких десятков лет.

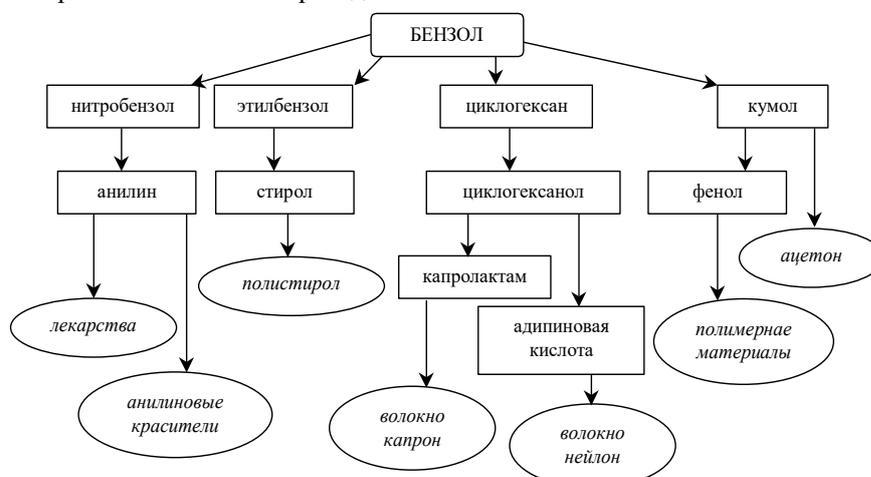
Казалось бы, такая устойчивость инсектицида только на пользу. На обработанном ДДТ болоте малярийные комары не скоро появятся вновь. Но несколько десятилетий использования этих средств привели к тяжелым последствиям для окружающей среды. Дело в том, что хлорорганические инсектициды попадают в водоемы, в Мировой океан и распространяются по всей Земле. ДДТ найден даже в Антарктиде. А эти вещества плохо растворимы в воде, зато хорошо – в жировых тканях животных, где они задерживаются. Поэтому их концентрация в теле рыбы намного больше, чем в воде, в которой она плавает. А в теле водоплавающей птицы, которая эту рыбу ест, может достигать в миллион раз больших концентраций, чем в воде. То есть, хлорорганические инсектициды концентрируются в живых организмах и с пищей могут попадать в организм человека и животных в опасных для здоровья и жизни концентрациях. Поэтому сейчас в большинстве стран запрещено производить и использовать хлорорганические инсектициды. Вместо них применяют часто более ядовитые для человека вещества, но зато они быстро разлагаются в окружающей среде и не могут накапливаться в живых организмах.

**Применение аренов:** бензол и толуол широко используют как растворители. Кроме того, в химической промышленности из этих и других аренов синтезируют многие соединения, необходимые для получения лаков, красок, моющих средств, лекарственных препаратов, полимерных материалов, взрывчатых веществ и т. д. Например, из толуола получают взрывчатое вещество тринитротолуол (тротил), заменитель сахара сахарин и т. д. Некоторое количество толуола перерабатывают в бензол. Из бензола в больших количествах получают стирол  $C_8H_8$ , углеводород, молекула которого содержит бензольное кольцо и двойную связь. Стирол используют для производства полимерного материала – полистирола и различных сополимерных каучуков:



Полистирол – бесцветный прозрачный хрупкий материал – применяют для электроизоляции, для изготовления корпусов различных электроприборов, игрушек, пластиковой посуды, ручек и т. д.

Другие области применения бензола приведены ниже:



Некоторые упомянутые процессы подробно будут обсуждены позже, в лекциях, посвященных кислород- и азотсодержащим органическим соединениям.