Д/З Химия 10 Посмотреть прикрепленный файл, выписать определения Арены, записать их физические и химические характеристики, посмотреть опыты по ссылкам внизу документа Прислать фото конспекта в ВК или на почту [namorbelkin@gmail.com](mailto:namorbelkin@gmail.com).

**Ароматические углеводороды. Строение бензольного кольца, номенклатура, изомерия, физические свойства аренов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ароматические углеводороды (Арены)** – это органические соединения, в молекулах которых имеется одно или несколько бензольных колец. Бензольное кольцо, или ядро, – циклическая группа атомов углерода с особым характером связей.  **Общая формула** - CnH2n-6  **1. Представители:**  МОНОЯДЕРНЫЕ  1.     С6H6 – бензол, родоначальник гомологического ряда аренов  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516180/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/38-1.jpg](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/38-1.jpg?attredirects=0)  2.     С6H5 – CH3 – толуол (метилбензол)  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516182/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img019.gif.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img019.gif.png?attredirects=0)  3.     С6H5 – CH=СH2 – стирол (винилбензол)  4.     Ксилол (орто-, пара- , мета-ксилол)  МНОГОЯДЕРНЫЕ (КОНДЕНСИРОВАННЫЕ)  1.     Нафталин  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516181/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img007.gif.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img007.gif.png?attredirects=0)  2.     Антрацен  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516181/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img009.gif.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img009.gif.png?attredirects=0)  **2. Строение ароматических углеводородов**:     |  | | --- | | *SP2 –гибридизация:*  1.     Плоское тригональное строение  2.     Угол – HCH - 120°  3.     Связи σ, π  4.     В бензоле нет простых и двойных связей, под влиянием единой π – электронной системы расстояние между центрами атомов углерода становится одинаковым – 0,139 нм, все связи полуторные |     *Первую структурную формулу бензола предложил в 1865 г. немецкий химик Ф.А.Кекуле:*  *[https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1544710484059/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/1.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/1.png?attredirects=0)*    *Атомы С в молекуле бензола образуют правильный плоский шестиугольник, хотя часто его рисуют вытянутым.*  *Приведенная формула правильно отражает равноценность шести атомов С, однако не объясняет ряд особых свойств бензола. Например, несмотря на ненасыщенность, он не проявляет склонности к реакциям присоединения: не обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия, т.е. ему не свойственны типичные для непредельных соединений качественные реакции.*  *В структурной формуле Кекуле – три одинарные и три двойные чередующиеся углерод-углеродные связи. Но такое изображение не передает истинного строения молекулы. В действительности углерод-углеродные связи в бензоле равноценны. Это объясняется электронным строением его молекулы.*  *Каждый атом С в молекуле бензола находится в состоянии sp2-гибридизации. Он связан с двумя соседними атомами С и атомом Н тремя σ -связями. В результате образуется плоский шестиугольник, где все шесть атомов С и все σ -связи С–С и С–Н лежат в одной плоскости (угол между связями С–С равен 120o).*    *[https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516182/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/untitled.bmp.jpg](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/untitled.bmp.jpg?attredirects=0)*  *Рис. Схема образования -связей в молекуле бензола.*    *Третья p-орбиталь атома углерода не участвует в гибридизации. Она имеет форму гантели и ориентирована перпендикулярно плоскости бензольного кольца. Такие p-орбитали соседних атомов С перекрываются над и под плоскостью кольца.*    *[https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516180/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/23.bmp.jpg](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/23.bmp.jpg?attredirects=0)*  *Рис. Негибридные 2p-орбитали углерода в молекуле бензола*    *В результате шесть p-электронов (всех шести атомов С) образуют общее π -электронное облако и единую химическую связь для всех атомов С.*    *[https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516180/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/45.bmp.jpg](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/45.bmp.jpg?attredirects=0)*  *Рис. Молекула бензола. Расположение*π*-электронного облака*    *π -Электронное облако обусловливает сокращение расстояния между атомами С.*  *В молекуле бензола они одинаковы и равны 0,139 нм. В случае простой и двойной связи эти расстояния составили бы соответственно 0,154 и 0,134 нм. Значит, в молекуле бензола нет чередования простых и двойных связей, а существует особая связь – “полуторная” – промежуточная между простой и двойной, так называемая ароматическая связь. Чтобы показать равномерное распределение p-электронного облака в молекуле бензола, корректнее изображать ее в виде правильного шестиугольника с окружностью внутри (окружность символизирует равноценность связей между атомами С):*    *[https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1544710583012/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/4.jpg?height=162&width=320](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/4.jpg?attredirects=0)*    **3. Изомерия, номенклатура**    Изомерия обусловлена изомерией углеродного скелета имеющихся радикалов и их взаимным положением в бензольном кольце. Положение двух заместителей указывают с помощью приставок: ***орто-*** (о-), если они находятся у соседних углеродных атомов (положение 1, 2-), ***мета-*** (м-) для разделенных одним атомом углерода (1, 3-) и ***пара-*** (п-) для находящихся напротив друг друга (1, 4-).  *Например, для диметилбензола (ксилола):*  орто-ксилол (1,2-диметилбензол)  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516181/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img011.gif.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img011.gif.png?attredirects=0)  мета-ксилол (1,3-диметилбензол)  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516181/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img013.gif.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img013.gif.png?attredirects=0)  пара-ксилол (1,4-диметилбензол)  [https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516181/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img015.gif.png](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no20-elektronnoe-i-prostranstvennoe-stroenie-benzola-izomeria-i-nomenklatura/img015.gif.png?attredirects=0)  Радикалы ароматических углеводородов называют ***арильными радикалами***. Радикал С6Н5 — называется *фенил.*  **Физические свойства**  Бензол и его ближайшие гомологи – 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 вих молекулах.  Физические свойства некоторых аренов представлены в таблице.  *Таблица. Физические свойства некоторых аренов*   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Название | Формула | t°.пл., °C | t°.кип., °C | | *Бензол* | C6H6 | +5,5 | 80,1 | | *Толуол (метилбензол)* | С6Н5СH3 | -95,0 | 110,6 | | *Этилбензол* | С6Н5С2H5 | -95,0 | 136,2 | | *Ксилол (диметилбензол)* | С6Н4(СH3)2 |  |  | | *орто-* |  | -25,18 | 144,41 | | *мета-* |  | -47,87 | 139,10 | | *пара-* |  | 13,26 | 138,35 | | *Пропилбензол* | С6Н5(CH2)2CH3 | -99,0 | 159,20 | | *Кумол (изопропилбензол)* | C6H5CH(CH3)2 | -96,0 | 152,39 | | *Стирол (винилбензол)* | С6Н5CH=СН2 | -30,6 | 145,2 |   ***Бензол****– легкокипящая (tкип= 80,1°С), бесцветная жидкость, не растворяется в воде*  ***Внимание! Бензол****– яд, действует на почки, изменяет формулу крови (при длительном воздействии), может нарушать структуру хромосом.*  *Большинство ароматических углеводородов опасны для жизни, токсичны.* |

### Химические свойства бензола и его гомологов

|  |
| --- |
| **Химические свойства аренов**  **I. РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ**  **1. Горение (коптящее пламя):**  2C6H6 + 15O2 *t* →  12CO2 + 6H2O + Q  **2. Бензол при обычных условиях не обесцвечивает бромную воду и водный раствор марганцовки**  **3. Гомологи бензола окисляются перманганатом калия (обесцвечивают марганцовку):**  ***А) в кислой среде до бензойной кислоты***  *При действии на гомологи бензола перманганата калия и других сильных окислителей боковые цепи окисляются. Какой бы сложной ни была цепь заместителя, она разрушается, за исключением a -атома углерода, который окисляется в карбоксильную группу.*  *Гомологи бензола с одной боковой цепью дают бензойную кислоту:*  *<https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/Image1604.gif?attredirects=0>*  *Гомологи, содержащие две боковые цепи, дают двухосновные кислоты:*  <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/Image1605.gif?attredirects=0>  5C6H5-C2H5+ 12KMnO4+ 18H2SO4 → 5C6H5COOH + 5CO2 + 6K2SO4 + 12MnSO4+28H2O  5C6H5-CH3+ 6KMnO4+ 9H2SO4 → 5C6H5COOH + 3K2SO4 + 6MnSO4 +14H2O  Упрощённо:  C6H5-CH3+ 3O   *KMnO4*   →    C6H5COOH + H2O  ***Б) в нейтральной и слабощелочной до солей бензойной кислоты***  C6H5-CH3+ 2KMnO4→ C6H5COOК + KОН + 2MnO2 + H2O  **II. РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ***(труднее, чем у алкенов)*  **1. Галогенирование**  C6H6 +3Cl2 *hν*→ C6H6Cl6 *(гексахлорциклогексан - гексахлоран)*  <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-4.jpg?attredirects=0>  **2. Гидрирование**  C6H6 + 3H2*t,Pt или Ni* →    C6H12*(циклогексан)*  <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-3.jpg?attredirects=0>  **3. Полимеризация**  **<https://lh6.googleusercontent.com/p4XnXW0-VXGFCda6PFGZJNQnCcSWRYfV-lTLsDbLAiA=w221-h66-no>**    **III. РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ**– ионный механизм*(легче, чем у алканов)*  **1. Галогенирование -**  ***a) бензола***  C6H6 + Cl2  *AlCl3*→ C6H5-Cl + HCl    *(хлорбензол)*  <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-1.jpg?attredirects=0>  C6H6 + 6Cl2  *t ,AlCl3*→  C6Cl6 + 6HCl   *(гексахлорбензол)*  C6H6 + Br2  *t,FeCl3*→ C6H5-Br + HBr   *(бромбензол)*  *<https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/38-3.jpg?attredirects=0>*  ***б) гомологов бензола при облучении или нагревании***  *По химическим свойствам алкильные радикалы подобны алканам. Атомы водорода в них замещаются на галоген по свободно-радикальному механизму. Поэтому в отсутствие катализатора при нагревании или УФ-облучении идет радикальная реакция замещения в боковой цепи. Влияние бензольного кольца на алкильные заместители приводит к тому, что****замещается всегда атом водорода у атома углерода, непосредственно связанного с бензольным кольцом (a -атома углерода).***  1) C6H5-CH3 + Cl2 *hν*→  C6H5-CH2-Cl + HCl  2)  <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/Image1602.gif?attredirects=0>  ***в) гомологов бензола в присутствии катализатора***  C6H5-CH3 + Cl2 *AlCl3*→ (смесь орта, пара производных) +  HCl  **2. Нитрование (с азотной кислотой)**  C6H6 + HO-NO2   *t, H2SO4*→   C6H5-NO2 + H2O  *нитробензол - запах миндаля!*  <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-2.jpg?attredirects=0>   C6H5-CH3 + 3HO-NO2   *t, H2SO4*→      СH3-C6H2(NO2)3 + 3H2O  *2,4,6-тринитротолуол (тол, тротил)*  ***ВИДЕО-ОПЫТЫ***  [*Изучение физических свойств бензола*](https://youtu.be/k2P5gzGc2YQ)  [*Горение бензола*](https://youtu.be/iOQgEYBspY4)  [*Изучение отношения бензола к бромной воде и раствору перманганата калия*](https://youtu.be/pJ1hJBCaxhg)  [*Бромирование бензола*](https://youtu.be/MURsDwNTXgQ)  [*Нитрование бензола*](https://youtu.be/X0T5Sjwe7F0)  [*Хлорирование бензола (получение гексахлорана)*](https://youtu.be/TvsP440LY3w) |