***Опорный конспект: Арены. Бензол. Тест по теме «Арены. Бензол». Решение расчетных и качественных задач по теме.***

АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АРЕНЫ) БЕНЗОЛ

План:

1. Определение, общая формула гомологического ряда, строение молекулы (на примере бензола)
2. Физические свойства бензола
3. Химические свойства бензола:

а) реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование);

б) реакции присоединения (гидрирование, хлорирование);

в) реакции окисления (горение)

1. Получение бензола (в промышленности – переработкой нефти и угля, дегидрированием циклогексана, ароматизацией гексана, тримеризацией ацетилена; в лаборатории – сплавлением солей бензойной кислоты с щелочами)

**Арены** – это углеводороды, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец. Под бензольным кольцом подразумевается кольцевая система атомов углерода с делокализованными π-электронами. В 1931г Э.Хюккель сформулировал правило, гласящее, что соединение должно проявлять ароматические свойства, если в его молекуле содержится плоское кольцо с (4n + 2) обобщенными электронами, где n может проявлять значения целых чисел от 1 и далее – *правило Хюккеля*. Согласно этому правилу системы, содержащие 6,10,14 и т.д. обобщенных электронов, являются ароматическими. Различают

Моноциклические арены *Изобразите структурные формулы бензола, толуола,*

*о-ксилола, кумола. Назовите эти вещества по систематической номенклатуре:*

 Полициклические арены с изолированными ядрами *Изобразите структурные формулы бифенила, дифенилметана, стильбена:*

 Полициклические арены с конденсированными ядрами *Изобразите структурные формулы нафталина, антрацена:*

 Общая формула моноциклических аренов ряда бензола *С6Н2n-6, где n≥6.* Простейший представитель – бензол (С6Н6). Предложенная в 1865 г немецким химиком Кекуле циклическая формула бензола с сопряженными связями (циклогексатриен – 1,3,5) не объясняла многие свойства бензола, а именно:

* Для бензола характерны реакции замещения, а не реакции присоединения, как для непредельных углеводородов. Реакции присоединения возможны, но протекают они труднее, чем у алкенов.
* Бензол не вступает в реакции, являющиеся качественными на непредельные углеводороды (с бромной водой и раствором перманганата калия).
* Проведенные позже исследования показали, что все связи между атомами углерода в молекуле бензола имеют одинаковую длину = 0,140 нм (среднее значение между длиной простой связи С-С 0,154 нм и двойной связи С=С 0,134 нм). Угол между связями у каждого атома углерода равен 120°. Молекула бензола представляет собой правильный плоский шестиугольник.

*Современная теория строения молекулы бензола* базируется на представлении о гибридизации орбиталей атома углерода. Согласно этой теории, атомы углерода в бензоле находятся в состоянии *sp2-гибридизации*. Каждый атом углерода образует три σ-связи (две с атомами углерода и одну – с атомом водорода). Все σ-связи находятся в одной плоскости. У каждого атома углерода остается еще по одному р-электрону, не участвующему в гибридизации. Негибридизированные р-орбитали атомов углерода находятся в плоскости, перпендикулярной плоскости σ-связей. Каждое р-облако перекрывается с двумя соседними р-облаками, в результате чего образуется единая *сопряженная π-система.* Единое π-электронное облако расположено над и под бензольным кольцом, причем р-электроны не связаны с каким-либо атомом углерода и могут перемещаться относительно них в том или ином направлении. Такая полная симметричность бензольного ядра, обусловленная сопряжением, придает ему особую устойчивость. Таким образом, наряду с формулой Кекуле используется формула бензола, где обобщенное электронное облако изображают линией внутри кольца. *Изобразите формулу Кекуле и формулу, показывающую сопряженную π-систему:*

 Радикал, образованный от бензола, имеет тривиальное название фенил. *Изобразите его структурную формулу:*

**Физ. свойства**: При обычных условиях бензол представляет собой бесцветную жидкость с температурой плавления 5,5°С, температурой кипения 80°С; имеет характерный запах; легче воды и с ней не смешивается, хороший органический растворитель, токсичен.

**Химические свойства** бензола и его гомологов определяются спецификой ароматической связи. Наиболее характерными для аренов являются

**Реакции замещения:** (для бензола протекают тяжелее, чем для его гомологов)

**Галогенирование.** *Напишите реакцию хлорирования бензола:*

 **Нитрование.** *Напишите реакцию взаимодействия бензола с азотной кислотой:*

 **Сульфирование.** *Напишите реакцию взаимодействия бензола с серной кислотой:*

 **Алкилирование** (реакция Фриделя-Крафтса). *Напишите реакции получения этилбензола при взаимодействии бензола с хлорэтаном и с этиленом:*

 6π-электронная система является более устойчивой, чем 2π-электронная, поэтому **реакции присоединения** менее характерны для аренов, чем для алкенов; они возможны, но при более жестких условиях, например

**Гидрирование.** *Напишите реакцию гидрирования бензола до циклогексана:*

 **Присоединение хлора.** *Напишите реакцию хлорирования бензола до гексахлорана:*

 **Реакции окисления**: для бензола возможна только **реакция горения**, т.к. к действию окислителей бензольное кольцо устойчиво. *Напишите реакцию горения бензола. Объясните, почему ароматические углеводороды горят коптящим пламенем:*

**В промышленности** бензол получают следующими способами:

1. **Переработкой нефти и угля.**
2. **Дегидрированием циклогексана (метод Н.Д.Зелинского).** *Запишите уравнение реакции, укажите условия ее проведения:*
3. **Дегидроциклизацией (ароматизацией) гексана (Н.Д.Зелинский, Б.А.Казанский, А.Ф.Платэ).** *Напишите реакцию получения бензола из гексана:*
4. **Тримеризацией ацетилена.** *Запишите уравнение реакции, укажите условия ее проведения:*
5. **Декарбоксилированием бензойной кислоты.** *Напишите реакцию получения бензола указанным методом:*

 **В лаборатории** бензол можно получить:

**Сплавлением солей бензойной кислоты с щелочами.** *Напишите реакцию получения бензола взаимодействием бензоата натрия и гидроксида натрия:*

ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ НА АРЕНЫ (БЕНЗОЛ И ЕГО ГОМОЛОГИ)

Цепочки превращений:

1. Карбид кальция → ацетилен → бензол → этилбензол → хлорэтилбензол → стирол → углекислый газ
2. Ацетат натрия → метан → ацетилен → хлорэтен → 1,2-дихлорэтан → ацетилен → бензол → кумол (+ бихромат калия, серная кислота) →…
3. Карбид алюминия → метан → ацетилен → бензол → нитробензол (+ хлорэтан) → «А» (+ перманганат калия, вода) →…
4. Ацетилен → бензол → этилбензол → *пара*-бромэтилбензол → *пара*-бромбензоат калия.

ТЕСТ НА ТЕМУ «АРЕНЫ. БЕНЗОЛ»

1. Из перечисленных углеводородов наиболее коптящее пламя при горении дает

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) гексан | б) гексен | в) бензол | г) гексин |

2. Раствор марганцовки не обесцвечивает

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) бутан | б) пропен | в) пропадиен | г) бензол |

3. Бензол вступает в реакции:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а)замещения и разложения | б)присоединения и окисления в растворе | в)замещения и горения | г)замещения и присоединения |

4. Впервые структурную формулу бензола предложил

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) Бутлеров | б) Кекуле | в) Ломоносов | г) Бертло |

5. В качестве растворителей используют

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) воду | б) бензол | в) метан | г**)**этиловый спирт |

6. Массовые доли углерода и водорода в бензоле равны соответственно:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) 7,7% и 92,3% | б) 50% и 50% | в) 72% и 6% | г) 92,3% и 7,7% |

7. Реакция Фриделя-Крафтса проходит в присутствии катализатора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а)хлорида алюминия | б)оксида марганца (IV) | в)солей ртути (II) | г)без катализатора |

8. К промышленным методам получения бензола относится:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а)тримеризация ацетилена | б)дегидрирование циклогексана | в)сплавление бензоатов и щелочей | г)ароматизация гексана |

9. При горении бензола количеством 3 моль выделяется углекислый газ объемом (н.у.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) 22,4л | б) 403,2л | в) 134,4л | г) 18л |

10. Бензол имеет … изомера

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) 0 | б) 1 | в) 2 | г) 3 |

КЛЮЧ К ТЕСТУ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| в | а,г | в,г | б | а,б,г | г | а | а,б,г | б | а |