**I. Изучение нового материала.**

**Ароматические углеводороды. (лекция) 19.10.**

**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.*

**Получение аренов (бензола и его гомологов)**

***В лаборатории***

1. **Сплавление солей бензойной кислоты с твёрдыми щелочами**

C6H5-COONa + NaOH *t→*  C6H6 + Na2CO3

*бензоат натрия*

2. **Реакция Вюрца-Фиттинга**: (здесь Г – галоген)

**С6H5-Г + 2Na + R-Г → C6H5-R + 2NaГ**

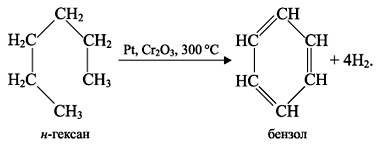
С6H5-Cl + 2Na + CH3-Cl → C6H5-CH3 + 2NaCl

***В промышленности***

* выделяют из нефти и угля методом фракционной перегонки, риформингом;
* из каменноугольной смолы и коксового газа

1. **Дегидроциклизацией алканов** с числом атомов углерода больше 6:

C6H14  *t, kat*→   C6H6 + 4H2

[](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-6.jpg?attredirects=0)

2. **Тримеризация ацетилена** (только для бензола) – **р. Зелинского**:

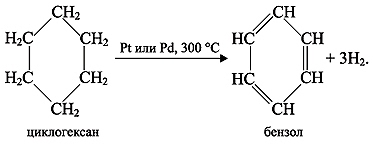
3С2H2        *600°C, акт. уголь* →           C6H6

[https://sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516198/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-7.jpg](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-7.jpg?attredirects=0)

3. **Дегидрированием** циклогексана и его гомологов:

*Советский академик Николай Дмитриевич Зелинский установил, что бензол образуется из циклогексана (дегидрирование циклоалканов*

C6H12 *t, kat*→   C6H6+ 3H2

[](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-5.jpg?attredirects=0)

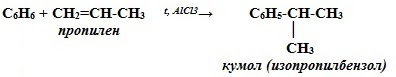
C6H11-CH3   *t, kat*→   C6H5-CH3 + 3H2

*метилциклогексан       толуол*

4. **Алкилирование бензола** (получение гомологов бензола) **– р Фриделя-Крафтса**.

C6H6 + C2H5-Cl        *t, AlCl3*→    C6H5-C2H5 + HCl

*хлорэтан                       этилбензол*

[](https://lh4.googleusercontent.com/-CcOrmolaYrY/VXki02hNHNI/AAAAAAAAJZc/Phaw0xTqgVE/w396-h77-no/%D1%84%D1%8B1.jpg)

**Химические свойства аренов**

**I. РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ**

**1. Горение (коптящее пламя):**

2C6H6 + 15O2 *t* →  12CO2 + 6H2O + Q

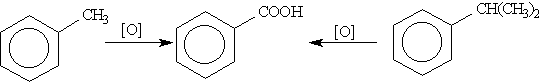
**2. Бензол при обычных условиях не обесцвечивает бромную воду и водный раствор марганцовки**

**3. Гомологи бензола окисляются перманганатом калия (обесцвечивают марганцовку):**

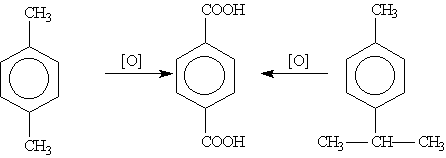
***А) в кислой среде до бензойной кислоты***

*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)*

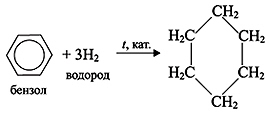
**1. Галогенирование**

C6H6 +3Cl2 *hν*→ C6H6Cl6 *(гексахлорциклогексан - гексахлоран)*

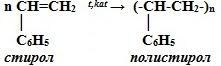
[](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/39-4.jpg?attredirects=0)

**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**

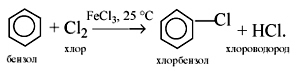
**[](https://lh6.googleusercontent.com/p4XnXW0-VXGFCda6PFGZJNQnCcSWRYfV-lTLsDbLAiA=w221-h66-no)**

**III. РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ**– ионный механизм*(легче, чем у алканов)*

**1. Галогенирование -**

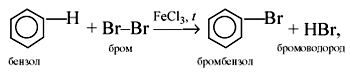
***a) бензола***

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)*

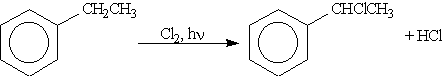
*[](https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no21-fiziceskie-i-himiceskie-svojstva-arenov-polucenie-primenenie/38-3.jpg?attredirects=0)*

***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)

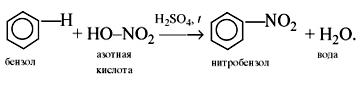
***в) гомологов бензола в присутствии катализатора***

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)*

**Применение бензола и его гомологов**

*Бензол* C6H6 – хороший растворитель. Бензол в качестве добавки улучшает качество моторного топлива. Служит сырьем для получения многих ароматических органических соединений – нитробензола C6H5NO2 (растворитель, из него получают анилин), хлорбензола C6H5Cl, фенола C6H5OH, стирола и т.д.

*Толуол* C6H5–CH3– растворитель, используется при производстве красителей, лекарственных и взрывчатых веществ (тротил (тол), или 2,4,6-тринитротолуол ТНТ).

*Ксилолы*C6H4(CH3)2. Технический ксилол – смесь трех изомеров (*орто*-, *мета*- и *пара*-ксилолов) – применяется в качестве растворителя и исходного продукта для синтеза многих органических соединений.

*Изопропилбензол* C6H5–CH(CH3)2 служит для получения фенола и ацетона.

*Хлорпроизводные бензола* используют для защиты растений. Так, продукт замещения в бензоле атомов Н атомами хлора – гексахлорбензол С6Сl6 – фунгицид; его применяют для сухого протравливания семян пшеницы и ржи против твердой головни. Продукт присоединения хлора к бензолу – гексахлорциклогексан (гексахлоран) С6Н6Сl6– инсектицид; его используют для борьбы с вредными насекомыми. Упомянутые вещества относятся к пестицидам – химическим средствам борьбы с микроорганизмами, растениями и животными.

*Стирол* C6H5 – CH = CH2 очень легко полимеризуется, образуя полистирол, а сополимеризуясь с бутадиеном – бутадиенстирольные каучуки.