**Лекція 8. Арени**

**Аре́ни** (*також* ***аромати́чні вуглево́дні***) — [органічні сполуки](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8), які належать до класу [карбоциклічних сполук](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8&action=edit&redlink=1). У складі [молекули](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0) ароматичних вуглеводнів є одна або кілька груп з 6 [атомів](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) [вуглецю](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C) (Карбону), сполучених у кільце ([бензенове ядро](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE%22%20%5Co%20%22%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE)) простими і подвійними зв'язками ([формула Кекуле](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B5_%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB%D0%B0&action=edit&redlink=1)). За сучасними уявленнями, атоми Карбону в бензеновому ядрі сполучені [електронами](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) двох типів: одні електрони містяться в площині молекули, інші розміщені перпендикулярно до неї.

*Структура* [*бензену*](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B5%D0%BD) *і* [*нафталену*](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD&action=edit&redlink=1)

Представники. Найпростішим представником ароматичних вуглеводнів є [бензен](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B5%D0%BD), складнішими — [нафтален](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD&action=edit&redlink=1), [антрацен](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B5%D0%BD), які мають кілька бензенових ядер.

У великій кількості вони містяться в кам'яновугільній смолі, яку одержують при [коксуванні](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BA%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) [вугілля](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F).

Назва «ароматичні» виникла в зв'язку з тим, що перші сполуки цього класу добували з природних запашних речовин.

*Моделі молекул поліциклічних вуглеводнів*

***Фізичні властивості***

Моноциклічні (одноколові: бензен, толуен) арени - безбарвні рідини зі специфічним запахом, леткі, вогненебезпечні, легші за воду, не розчиняються в ній. Добре розчиняються в органічних розчинниках, є розчинниками для багатьох органічних речовин.

***Хімічні властивості***

Ароматичні вуглеводні відзначаються особливою здатністю до [реакцій заміщення](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) і стійкістю бензенового ядра. При заміні [водню](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) в ароматичних вуглеводнів на [галоген](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD) утворюються [галогенопохідні](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D1%96&action=edit&redlink=1); при реакціях з концентрованою [азотною](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) або [сірчаною кислотами](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) — [нітросполуки](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8) або [сульфосполуки](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8&action=edit&redlink=1).

Ароматичні вуглеводні майже не здатні до [реакцій приєднання](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%94%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F&action=edit&redlink=1).

* Реакція [горіння](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F) (на прикладі бензолу): 2 C6H6 + 15 O2 → 12 CO2 + 6 H2O

Арени горять кіптявим полум'ям, що свідчить про великий вміст Карбону.

* + Реакції заміщення. Галогенування (на прикладі бензолу):

 C6H6 + Br2 (чиста речовина) → C6H5Br + HBr

Реакція відбувається за умови каталізатора [FeCl3](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%BC%28III%29_%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4) і простої речовини Br2 у чистому вигляді до утворення [хлорбензолу](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%BE%D0%BB&action=edit&redlink=1) і [бромідної кислоти](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0&action=edit&redlink=1). На прикладі толуену:

 C6H5CH3 + 3 Br2 (водний розчин) → C6H5Br3CH3 + 3 HBr

Реакція відбувається за звичайних умов при взаємодії толуену з бромною водою (розчин простої речовини брому у воді) до утворення 2,4,6-трибромтолуену (2,4,6-бром-1-метилбензен) - білого осаду (якісна реакція на толуен) і бромідної кислоти у співвідношенні 1:3

При заміщенні аренів атомом [Хлору](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80) (Cl) використовується [каталізатор](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) [AlCl3](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%8E).Нітрування (на прикладі бензолу): C6H6 + HONO2 → C6H5NO2 + H2O

В результаті взаємодії бензолу і нітратної кислоти утворюється [нітробензен](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B5%D0%BD) і вода. В результаті реакції утворюється жовта рідина і запах гіркого мигдалю, що є [*якісною реакцією*](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AF%D0%BA%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F&action=edit&redlink=1) *на бензен*. Реакція відбувається за наявності каталізатора H2SO4 (концентрованого розчину) - сульфатної кислоти, що є дуже [гігроскопічною](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) речовиною і поглинає воду, а також високої температури.

Окиснення (на прикладі толуену): C6H5CH3 + 3 [O] C6H5COOH + H2O

Окисником виступає [K](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9)[Mn](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD)[O](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%BD)4 ([перманганат калію](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82_%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%8E)). В результаті окиснення утворюється бензойна кислота, [оксид марганцю(IV)](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%8E%28IV%29) і вода. Під час реакції відбувається знебарвлення розчину перманганату калію. Приєднання.

 [Гідрування](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) (на прикладі бензолу): C6H6 + 3 H2 → C6H12

При приєднанні до бензолу атомів водню утворюється [циклогексан](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD). Відбувається розірвання подвійних зв'язків (у формулі [Кекуле](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B5)). Реакція відбувається за наявності нікелевого каталізатора і підвищеної температури

 

[Хлорування](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) (на прикладі бензолу): C6H6 + 3 Cl2 → C6H6Cl6

При приєднанні до бензолу атомів хлору утворюється гексахлорциклогексан ([гексахлоран](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD&action=edit&redlink=1)). Реакція відбувається лише за наявності світла.

***Добування***

Ароматичні вуглеводні синтезують за [реакціями Віттіга](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%92%D1%96%D1%82%D1%82%D1%96%D0%B3%D0%B0) та [Фріделя — Крафтса](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A4%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8F_%E2%80%94_%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%82%D1%81%D0%B0). В [промисловості](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) ароматичні вуглеводні спочатку добували з [кам'яновугільної смоли](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%27%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%83%D0%B3%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B0); тепер їх добувають гол. чин. ароматизацією погонів [нафти](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%B0). [Реакція](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%97%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE&action=edit&redlink=1) [Зелінського](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0_%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) (на прикладі бензолу):

 C6H12 → C6H6 + 3 H2

Добування бензолу відбувається із циклогексану при його [термічному розпаді](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%B0%D0%B4&action=edit&redlink=1) за наявності каталізатора [Платини](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) чи [Паладію](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9) до утворення бензолу і водню. Тримеризація [ацетилену](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%86%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD):

 3 C2H2 → C6H6

При нагріванні (температура близько 600°)і наявності каталізатора -[активованого вугілля](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D1%83%D0%B3%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F) 3 молекули ацетилену об'єднуються в одну молекулу бензолу.

 

**Застосування**

Ароматичні вуглеводні широко застосовують у виробництві [барвників](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA), [пластичних мас](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B8), хіміко-фармацевтичних препаратів, [вибухових речовин](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B1%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8), [синтетичних волокон](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%B0), [моторного палива](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE&action=edit&redlink=1) тощо.