

# Aromatické uhl'ovodíky

---

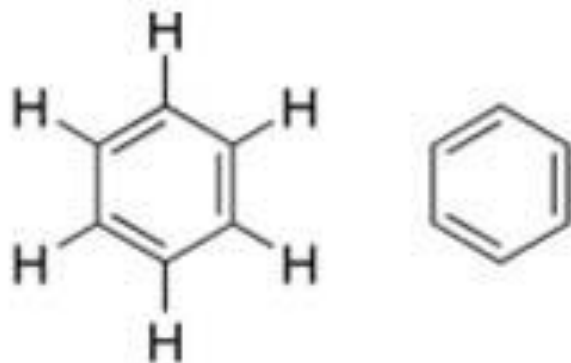
# Aromatické uhľovodíky - arény

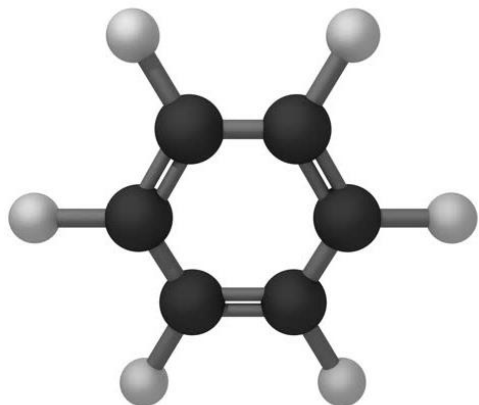
---

Ich názov vznikol pôvodne ako pomenovanie pre voňavé prírodné látky obsiahnuté v rôznych rastlinách a koreniach ako napr.:

horké mandle, vanilka, rasca, škorica

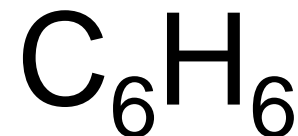
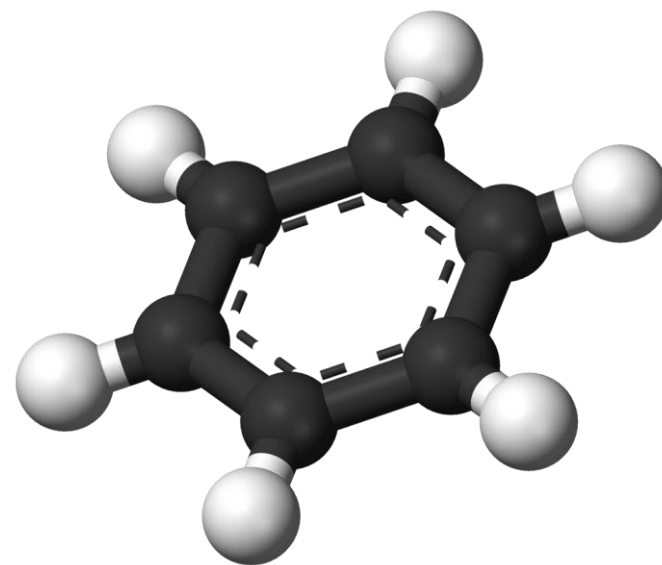
Hlavným predstaviteľom aromatických uhľovodíkov je **benzén**





Takéto usporiadanie  
nevystihuje vlastnosti  
benzénu.

- Benzén sa nespráva ako nenasýtený uhľovodík, nedáva adičné reakcie.
- Všetky väzby medzi uhlíkmi sú rovnako dlhé 0,139 nm, zvierajú uhol  $120^\circ$ , molekula benzénu je pravidelný rovinný útvar.



# Podmienky aromaticity

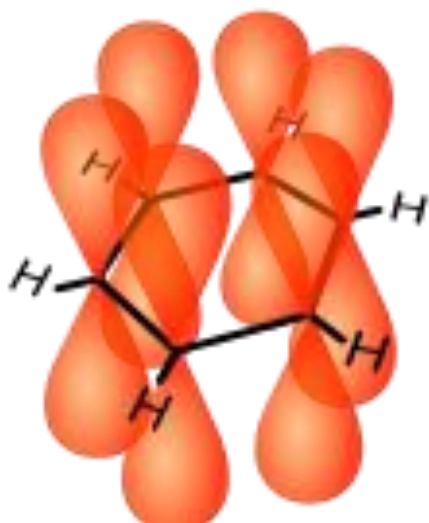
---

1. planárna cyklická štruktúra
2. konjugovaný systém 2-itých väzieb
3. Hückelovo pravidlo – majú  $4n+2$   
 $\pi$ -elektrónov, kde  $n \in \mathbb{N}$

# Aromatický charakter benzénu

---

Konjugovaný systém väzieb



6  $\pi$  – elektrónov



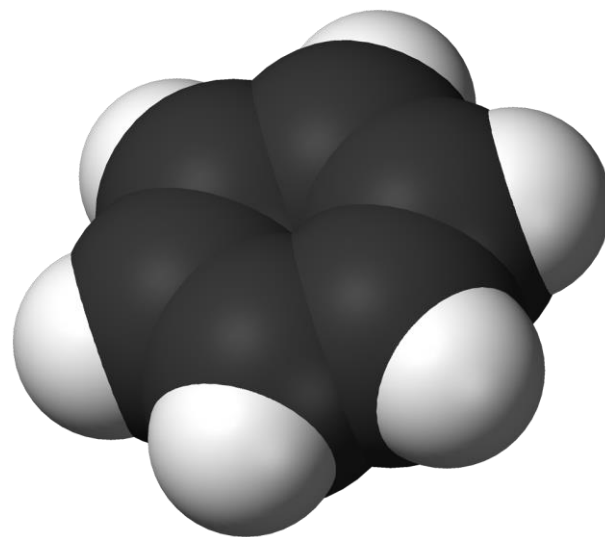
delokalizované väzby

# Aromatický charakter benzénu

---

Delokalizáciou  $\pi$ -elektrónov získal benzén:

- ▶ vysokú stabilitu,
- ▶ znížila sa energia systému,
- ▶ vznikol aromatický systém.



# Aromatické uhľovodíky - arény

---

- sú cyklické uhľovodíky, ktoré majú v molekule konjugovaný systém dvojítych väzieb, v ktorom dochádza k delokalizácii  $\pi$ -elektrónov.

# Rozdelenie arénov podľa počtu cyklov

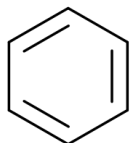
---



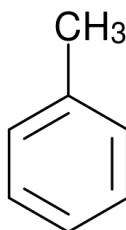


# Monocyklické arény

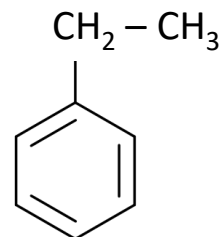
---



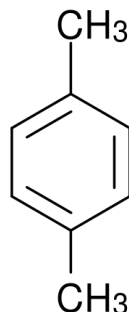
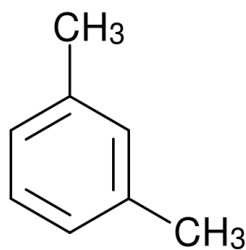
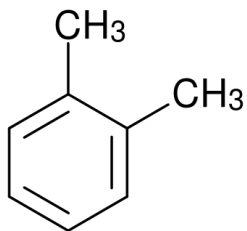
**benzén**



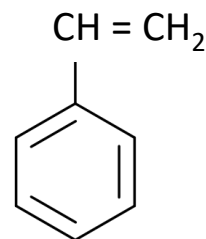
**metylbenzén  
(toluén)**



**etylbenzén**

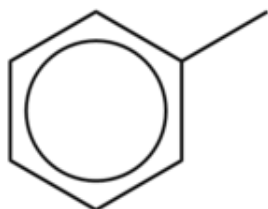


**... -dimetylbenzén  
(*o*-xylén, *m*-xylén, *p*-xylén)**

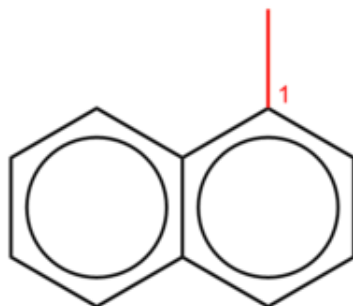


**vinylbenzén (styrén)**

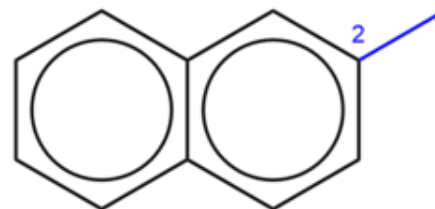
# Uhlíkové jednoväzbové zvyšky



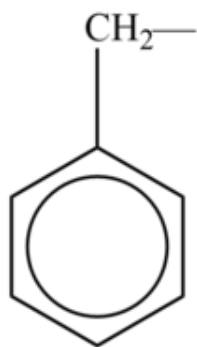
*fenyl*



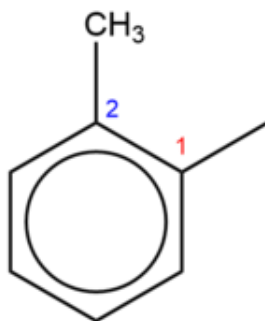
*1-naftyl*



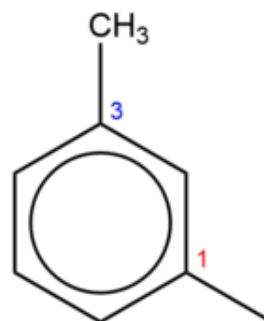
*2-naftyl*



*benzyl*



**2-tolyl**  
***o*-tolyl**



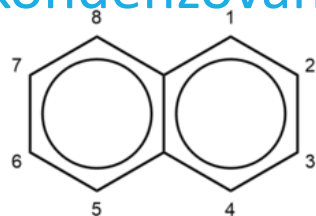
**3-tolyl**  
***m*-tolyl**



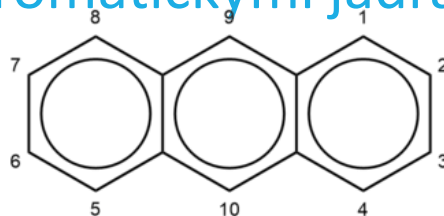
**4-tolyl**  
***p*-tolyl**

# Polycyklické arény

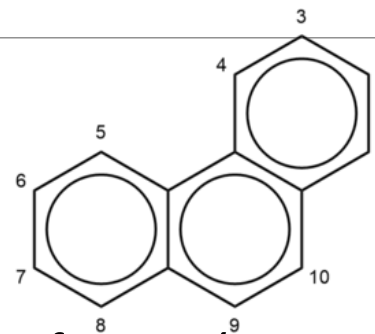
s kondenzovanými aromatickými jadrami



naftalén

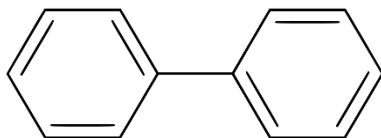


antracén

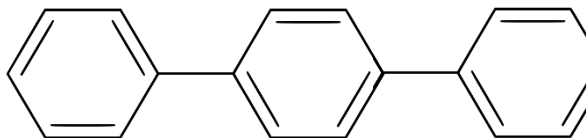


fenantrén

s izolovanými aromatickými jadrami

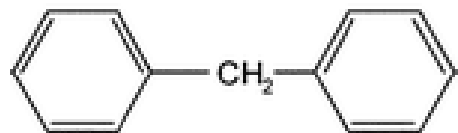


bifenyl

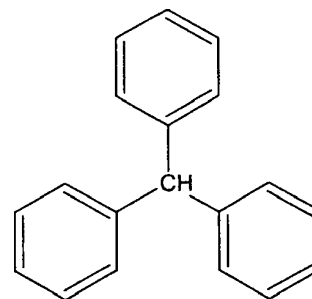


trifenyl

s oddelenými aromatickými jadrami



difenylmetán



trifenylmetán

# Fyzikálne vlastnosti arénov

---

- monocyklické sú horľavé kvapalné látky,
- polycyklické sú tuhé látky,
- sú nerozpustné vo vode, dobre rozpustné v organických rozpúšťadlách, niektoré sú samé dobré rozpúšťadlá
- sú toxické, niektoré majú narkotické účinky (benzén, toluén)
- benzén je látka s karcinogénnymi účinkami

# Chemické vlastnosti arénov

---

Typickými reakciami aromatických uhľovodíkov sú **elektrofilné substitúcie** –  $S_E$  - vodík na aromatickom jadre je nahradený elektrofilnou časticou, pričom aromatický systém zostáva zachovaný.

Napr.:

nitrácia – nahradenie vodíka skupinou –  $\text{NO}_2$

halogenácia - nahradenie vodíka halogénom

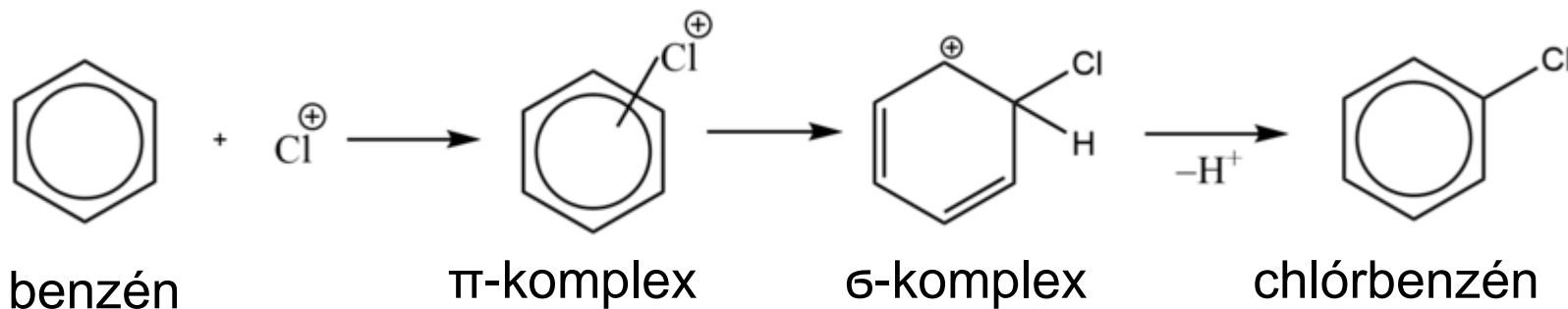
sulfonácia - nahradenie vodíka skupinou –  $\text{SO}_3\text{H}$

alkylácia - nahradenie vodíka jednoväzbovou alkylovou skupinou

acylácia - nahradenie vodíka skupinou –  $\text{CO} - \text{R}$

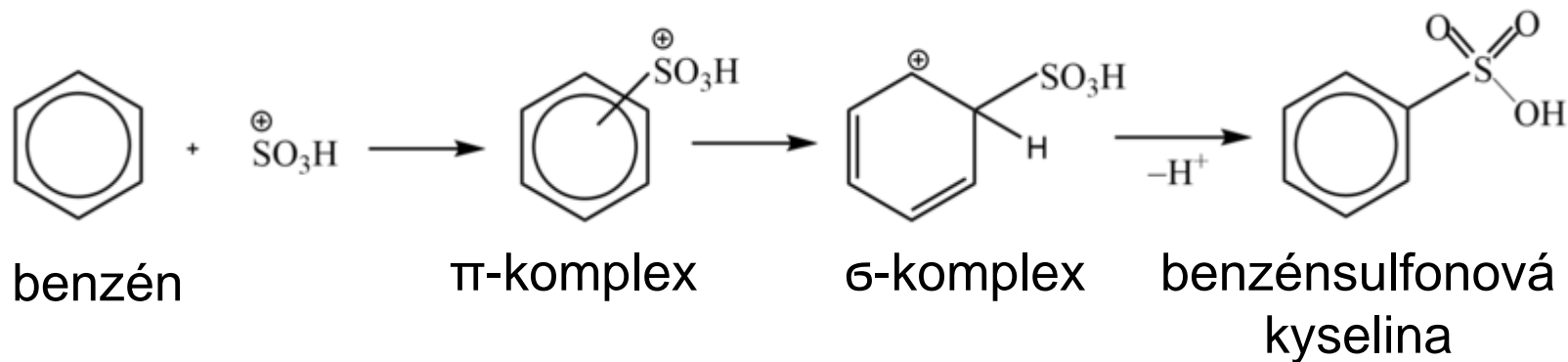
# Chlorácia benzénu

Jeden z atómov vodíka v benzéne sa nahradí atómom chlóru. Chlorácia sa katalyzuje látkami ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ), ktoré heterolyticky rozštiepia molekulu chlóru  $\text{Cl} - \text{Cl}$ , pričom vznikne elektrofilné činidlo  $\text{Cl}^+$ .



# Sulfonácia benzénu

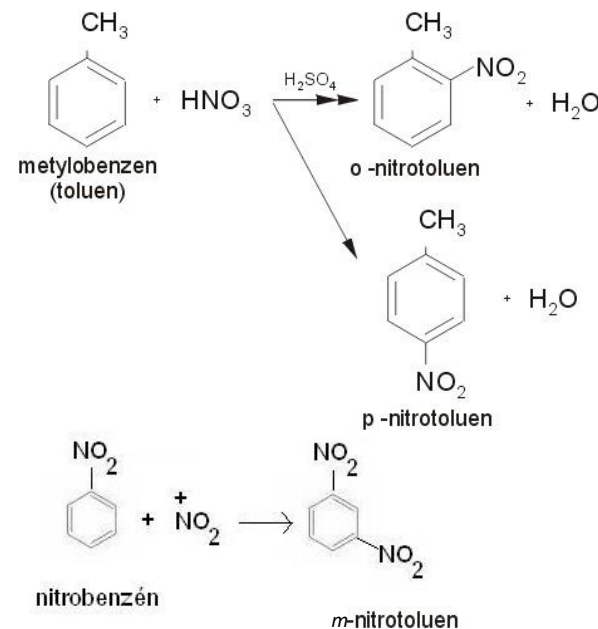
Jeden z atómov vodíka v benzéne sa nahradí skupinou  $-\text{SO}_3\text{H}$ .  
Pri sulfonácii sa používa koncentrovaná kyselina sírová.



# Elektrofilné substitúcie 2. stupňa

Ak sa substitúcia opakuje, dochádza k vzniku disubstituovaného produktu. O mieste naviazania druhého substituenta rozhoduje druh prvého substituenta. Rozlišujeme:

1. **Substituenty 1. rádu** - orientujú vstup ďalšieho substituentu do polohy orto alebo para. Sú to elektrondonorné substituenty (s +I alebo +M efektom). Patria sem: -OH, halogény, -NH<sub>2</sub>, alkyly.
2. **Substituenty 2. rádu** - orientujú vstup ďalšieho substituentu do polohy meta (s -I alebo -M efektom). Patria sem: -SO<sub>3</sub>H, -NO<sub>2</sub>, -COOH, -CN.

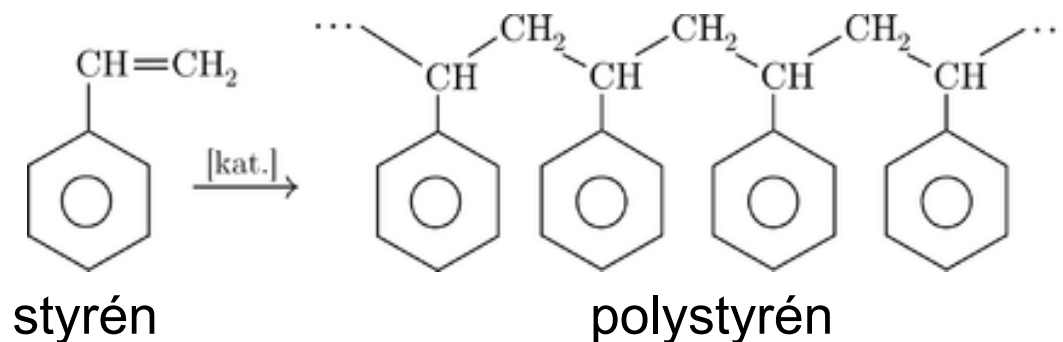




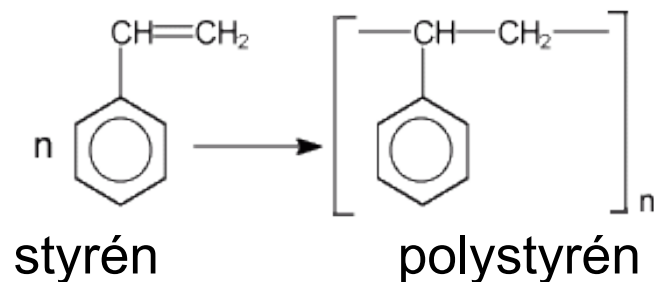
# Reakcie na bočnom reťazci

Závisia od charakteru bočného reťazca.

Pr.: Polymerizácia styrénu:



Resp.



# Prehľad významných arénov

---

- **Benzén** - bezfarebná horľavá kvapalina, používa sa ako rozpúšťadlo, na výrobu iných org. zlúčenín, liečiv, farbív, plastov
- **Toluén** - kvapalina, používa sa ako rozpúšťadlo, na výrobu iných chem. látok ( napr. TNT, sacharín a pod.)
- **Styrén** - východisková látka pri výrobe polystyrénu
- **Naftalén** - biela kryštalická látka s prenikavým zápachom (naftalín – ochrana šatstva pred moľami), surovina na výrobu rôznych org. zlúčenín
- **Antracén** – pevná bezfarebná kryštalická látka, získava sa z čiernouhoľného dechtu, používa sa na výrobu farieb