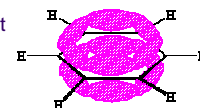


Areny

Struktura
Vlastnosti
Chemické vlastnosti
Indukční a mezomerní efekt
Významné areny

1. Struktura

- Aromatické látky
- Cyklické, odvozené od **benzenu** - obsahují **benzenové jádro**
- Molekula benzenu je rovinná
- π -elektrony jsou **delokalizované** – tj. rozprostřeny rovnoměrně po celé struktuře – nestřídají se – a = vazby
- Všechny vazby jádra jsou stejně dlouhé – 0,139 nm ($d_{C-C} = 0,154$ nm ; $d_{C=C} = 0,133$ nm)
- Delokalizace způsobuje **vyšší stálost** sloučenin, energie snížena o tzv. delokalizační energii



Aromatické sloučeniny

- Cyklické, atomy tvořící kruh musí ležet v jedné rovině
- Musí existovat alespoň 2 struktury, z nichž jednu od druhé odvodíme myšleným posunem p-elektronů
- Hückelovo pravidlo**: Celkový počet p-elektronů (včetně volných elektronových párů), účastnících se myšleného posunu, musí být roven $4n+2$ (n je celé kladné číslo nebo nula)

Př.: aromatický charakter

ano



ne

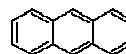


Kondenzované sloučeniny

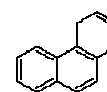
- více jader spojených společnou dvojicí uhlíků



naftalen



anthracen



fenanthren

2. Vlastnosti

- Skupenství - kapalné – benzen, toluen, xyleny
- pevné – naftalen, anthracen, fenanthren
– často sublimují
- Nerozpuštěné ve vodě (nepolární sloučeniny)
- Rozpuštěné v organických rozpouštědlech
- Hoří čadivým plamenem
- Často zdraví škodlivé
- Tradičním zdrojem je černouhelný dehet

3. Chemické vlastnosti

- ve skutečnosti se nestřídají – a = vazby \Rightarrow benzen se nechová jako nenasycená látka

Adice (radikálová)

- pouze působením katalyzátorů

1. Hydrogenace

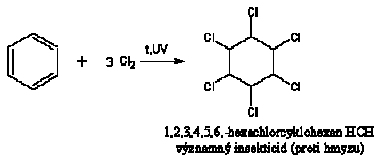


benzen

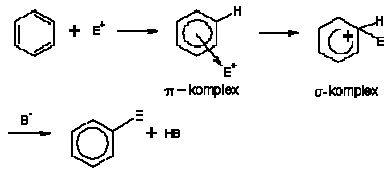


cyklohexan

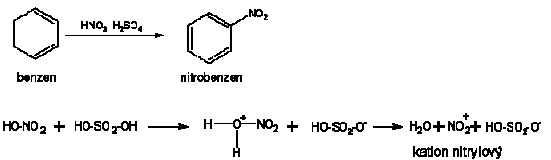
2. Chlorace



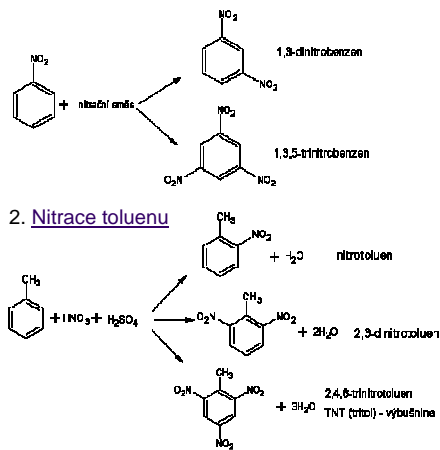
Substituce (elektrofilní)



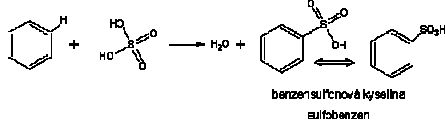
1. Nitrace benzenu



2. Nitrace toluenu

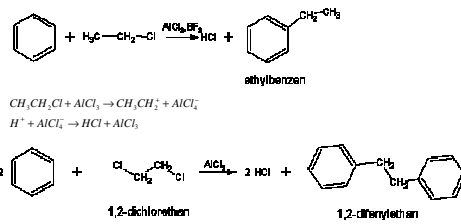


3. Sulfonace



4. Alkylace (Friedel – Craftsovy)

- Užití alkyhalogenidů a Lewisových kyselin jako katalyzátorů

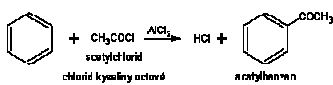
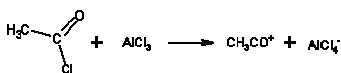


5. Acylace

- Zavedení acylu – tj. zbytek z karboxylové kyseliny vytvořený odštěpením skupiny –OH

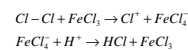
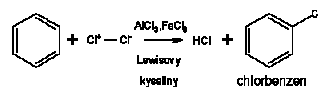


- Provádí se halogenidy karboxylových kyselin, katalýza Lewisovými kyselinami



6. Halogenace

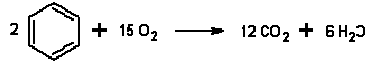
- Před. chlorace a bromace
- Katalýza Lewisovými kyselinami
- Př.: chlorace



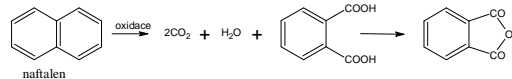
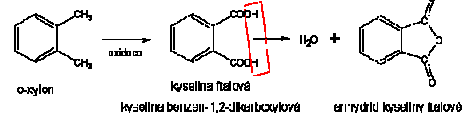
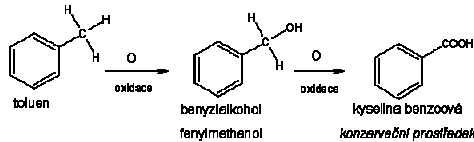
Oxidace

1. Úplná

- Exotermická reakce



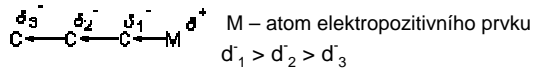
2. Částečná



4. Indukční a mezomerní efekt

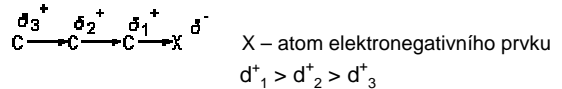
1. Indukční efekt – ozn. *I*

- Posun elektronů po σ -vazbách vyvolaný přítomností polárně kovalentní vazby
- Ve vzorcích se znázorňuje šipkami
- +I efekt** - vyvolávají atomy nebo skupiny atomů, které přitahují elektrony méně než H (nižší elektronegativita než H)
 - např. -O⁻, -S⁻, alkyly, kovy



- I efekt** - vyvolávají atomy nebo skupiny atomů, které přitahují elektrony víc než H (vyšší elektronegativita než H)

- např. -F, -OR, -NH₂, -Cl, -Br, -I, =O, \equiv N, =NR, -NR₂, -NO₂



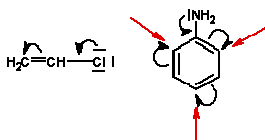
2. Mezomerní (konjugační) efekt – ozn. *M*

- Posun elektronů násobných vazeb a volných el. párů
- V systémech, kde se pravidelně střídají jednoduché a násobné vazby, nebo kde je v konjugaci násobná vazba s volným el. párem

- +M efekt** - vyvolávají atomy nebo skupiny, které poskytují volný elektronový pár a zvyšují elektronovou hustotu na uhlíku s násobnou vazbou nebo na aromatickém systému

- např. -O⁻, -OH, -OR, -O-CO-R, -SH, -NH₂, -X, -R, -Ar, -NR₂

- substituce na benzenovém jádře probíhá do poloh **o**- (ortho) nebo **p**- (para)



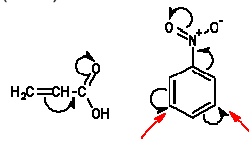
- M efekt** - vyvolávají skupiny (s násobnou vazbou), které elektrony odčerpávají

- dochází k elektronovému zředění na násobných

vazbách nebo aromatických systémech

- např. -NO₂, -CHO, -COR, -COOH, -C \equiv N

- na benzenovém jádře probíhá substituce do polohy **m**- (meta)



Vliv substituentů na benzenovém jádře na průběh další substituce



- Substituenty 1. třídy
 - 2. substituent do poloh *o*- a *p*-
 - +*M* efekt, +*I* nebo -*I* efekt (+*M* převládá nad -*I*)
 - alkyl, aryl, -OH, -X, -NH₂, -SH, -OR, -NR₂, -NO
- Substituenty 2. třídy
 - 2. substituent do polohy *m*-
 - -*M* a -*I* efekt
 - -NO₂, -SO₃H, -COOH, -CN, -CONH₂, -CHO, -COR

5. Významné areny



Benzen

- Bezbarvá kapalina, jedovatý, hořlavý
- vzniká karbonizací uhlí
- Užití: rozpouštědlo, výroba styrenu, fenolu, anilínu, léčiv, aj.
- Při vdechování par
 - snížená produkce červených krvinek, poškození jater, narušení srdečního rytmu apod.



Toluen

- Užití: rozpouštědlo, výroba kyseliny benzoové, benzaldehydu, TNT
- Páry mají narkotické účinky, čichání může způsobit poškození mozku, poruchu srdeční činnosti i smrt

Styren

- Užití: výroba polystyrenu a syntetického kaučuku
- Karcinogenní účinky – vdechování par způsobuje poškození kostní dřeně

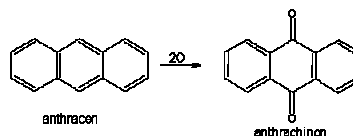
Naftalen

- Bílé šupinkovité krystalky, pronikavý zápach, sublimuje
- Užití: výroba kyseliny ftalové, azobarviv, ochrana šatů proti molům



Anthracen, fenanthren

- Krystalické látky s charakteristickým zápachem
- Snadno se oxidují na chinony



- Vícecyklické areny – jsou karcinogenní
- Podstata karcinogenity – přeměnou vznikají v těle cyklické ethery (epoxydy), které jsou schopné reakce s DNA

