

Inovace studia molekulární a buněčné biologie reg. č. CZ.1.07/2.2.00/07.0354

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

LRR/CHPB2

Chemie pro biology 2

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Uhlovodíky

Alkany, Alkeny, Alkyny.
Aromatické uhlovodíky

Lucie Szüčová

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Cíle přednášky:

rozdíl mezi nasycenými a nenasycenými uhlovodíky
fyzikální a chemické vlastnosti uhlovodíků
toxicita uhlovodíků

Klíčová slova: uhlovodíky, alkany, cykloalkany, alkeny, alkyny, aromatické uhlovodíky

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Otázky před přednáškou:

- 1) Jak se liší nasycené a nenasycené uhlovodíky?
- 2) Jak se získávají alkany?
- 3) Co jsou to areny?
- 4) Co je to vosk?
- 5) Jak fungují detergenty?

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Uhlovodíky: výskyt v přírodě

- většina známých alifatických i aromatických uhlovodíků se nachází **v ropě** (vznikly rozkladem org. látek za nepřístupu vzduchu)
- **v zemním plynu** (95% methanu + vyšší alifatické uhlovodíky)
- **v uhlí**
- v malé míře **v atmosféře**
- **v esenciálních olejích** některých rostlin (alkeny)
- **v rostlinných pigmentech** (karoteinoidy)
- methan je produkován některými bakteriemi
- včelí vosk (pevné vyšší alkany)
- hmyzí feromony (undekan, ale i nenasycené alkeny)

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Zdroje uhlovodíků: ropa, zemní plyn, uhlí

- **ROPA**

vznikla rozkladem org. látek bez přístupu vzduchu
v rafinérii se ropa frakční destilací rozdělí na složky
(plynné uhlovodíky, benzín, petrolej, nafta, asfalt)

- **ZEMNÍ PLYN**

tvořen z 95% methanem, dále propan, butan, používá
se na topení

- **UHLÍ**

černé, hnědé, koks, antracit, používá se k topení,
spalování a získávání energie, ale také k
získávání celé řady aromatických uhlovodíků

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Alkany: fyzikální vlastnosti

obecný vzorec: C_nH_{2n+2}

homologická řada alkanů

nejjednodušší org. látky

v alkanech jsou uhlíkové atomy spojeny jen jednoduchými vazbami

Fyzikální vlastnosti alkanů

jsou dány délkou řetězce, větvením řetězce a Mr

až do 15 uhlíků se jedná o kapaliny, dále pevné látky (parafiny)

Název	Vzorec	Konstituční vzorec	skupenství	Teplota varu (°C)
Methan	CH ₄	CH ₄	plyn	-161,5
Ethan	C ₂ H ₆	CH ₃ CH ₃	plyn	-88,0
Propan	C ₃ H ₈	CH ₃ CH ₂ CH ₃	plyn	-42,2
Butan	C ₄ H ₁₀	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	plyn	-0,5
Pentan	C ₅ H ₁₂	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	kapalina	36,0
Hexan	C ₆ H ₁₄	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	kapalina	39,0

nižší uhlovodíky nemají žádný zápach, žádné zbarvení. vyšší uhlovodíky mají benzínový zápach, mohou mít jak přímé tak rozvětvené řetězce

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Fyzikální vlastnosti alkanů a jejich důsledky

- nepolární, tzn. nerozpustné ve vodě
- rozpustné v nepolárních rozpouštědlech (podobné s podobným)
- jsou lehčí než voda: ekologické katastrofy při haváriích tankerů
- ropa: směs uhlovodíků
- tvoří na povrchu vody nepropustný, tenký film
- obalují křídla ptáků, žábry ryb

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

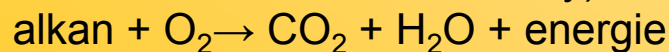
Alkany: chemické vlastnosti

- nejsou příliš reaktivní,
- podléhají zejména radikálové substituci

tři fáze:

1. iniciace
2. propagace
3. terminace

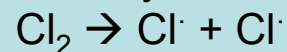
spalování uhlovodíků na vodu a oxid uhličitý, při nedokonalém spalování na oxid uhelnatý (nebezpečné při topení v uzavřené místnosti, karmy)



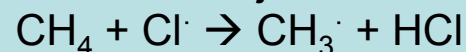
nedokonalé spalování:



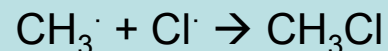
1) *Zahájení (iniciace)* – rozštěpení na radikály



2) *Šíření (propagace)* – radikál chloru substituuje atom vodíku



3) *Ukončení (terminace)* – reakce chlorového a methylového radikálu



Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Alkany: použití

- celá řada alkanů tvoří **složky paliv** (zejména methan, ethan, propan, butan)
- pentan, hexan, heptan a oktan jsou součástí benzínu
- od počtu uhlíků větším než osm: kerosin, diesel, palivo pro letadla a stíhačky (součást)
- směs vyšších alkanů může být použita jako laxativa, lubrikanty (minerální oleje)

petrolatum (vazelína), počet uhlíků větší než 25, je směsí vyšších alkanů, použití v lékařství, kosmetice

všeobecně alkany lze použít jako nepolární rozpouštědla

rozličná použití závisí na různých fyzikálních vlastnostech alkanů, které se liší s rostoucí délkou řetězce

Investice do rozvoje vzdělávání

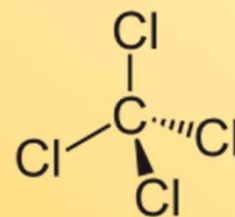


Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Substituované alkany: použití

rozpouštědla

- CCl_4 byl dlouho používán v čistírnách oděvů (karcinogenní, hepatotoxický)
dnes se používá dichlormethan, 1,1,1-trichlorethan atd.



anestetika

jako nepolární látky rozpustné v nervových membránách, snižují schopnost nervových buněk vést vzruch: dříve chloroform (toxický, karcinogenní), dnes halotan, fluothan (2-brom-2-chlor-1,1,1-trifluoethan)

Cykloalkany

- jsou alkany s cyklickou strukturou
- obecný vzorec C_nH_{2n}
- vyšší *bp* než alkany, větší hustota
- cyklopropan a cyklobutan jsou plyny, cyklopentan je kapalina a cyklooktan pevná látka s T_t 14° C



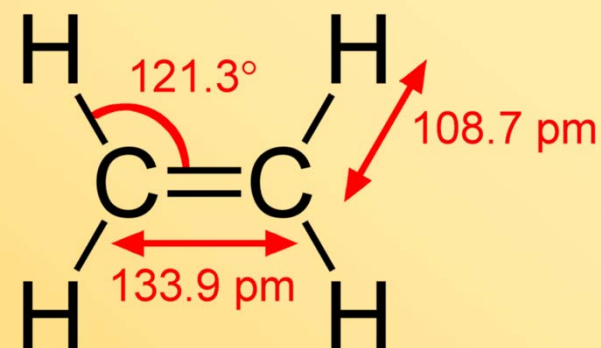
Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Alkeny

- jsou alifatické nenasycené uhlovodíky (olefiny), mající alespoň jednu dvojnou vazbu
- tvoří homologickou řadu obecného vzorce C_nH_{2n}
- nejjednodušší molekulou je ethen (etylen), kde jsou dva uhlíkové atomy spojené dvojnou vazbou: C_2H_4
- Kolem dvojně vazby nemůže docházet k volnému otáčení, což dává vznik izomerů cis a trans, nebo izomerů typu E/Z
- Alkeny se svými vlastnostmi podobají alkanům, jejich skupenství také závisí na molární hmotnosti a počtu atomů uhlíku v řetězci
- Ethen, propen a buten jsou plyny, alkeny 5-16 uhlíků jsou kapaliny a vyšší jsou pevné, voskovité látky



Ethen - ethylen

- plynná látka, rostlinný hormon, který řídí proces dozrávání ovoce
- přirozeně se vyskytuje v dozrávajících plodech
- použití v zemědělství: nedozrálé plody se vystavují jeho účinkům před prodejem,
- etylen také zrychluje rozklad celulózy a tím odkvétání květů a opadávání listů

Investice do rozvoje vzdělávání

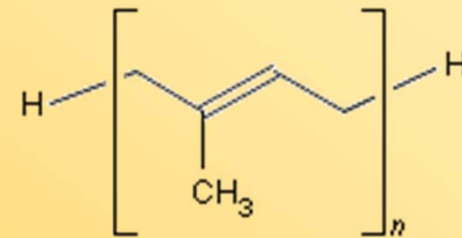


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Isopren

- 2-methyl-1,3-butadien
- Pro životní prostředí může kapalina izopren způsobovat dokonce ohrožení: je velmi reaktivní
- V přírodě vytváří izoprenoidní jednotku jak rostliny tak živočichové
- Velmi častým strukturním motivem ve složitějších přírodních sloučeninách (terpeny potažmo karotenoidy, koenzym Q10, retinol (vit. A) tokoferol (vit. E))



Jeho přirozeně se vyskytující polymery jsou kaučuk a gutaperča

Investice do rozvoje vzdělávání

Alkeny: feromony

- Dvojná vazba alkenů se uplatňuje u látek, které používá hmyz a jiní živočichové k chemické komunikaci: ve feromonech
- feromony přitahují, varují před nebezpečím, přitahují opačné pohlaví
- Např. bombykol, molekula s dvěma dvojnými vazbami a OH skupinou je sexuálním feromonem bource morušového

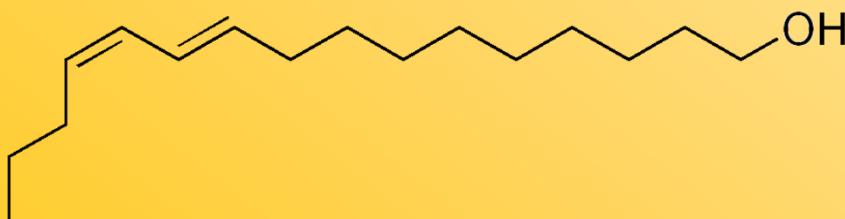
Investice do rozvoje vzdělávání

Účinnost feromonů také závisí na *cis/trans* geometrii

Některé uhlovodíky: agregační feromony hmyzu

(mravenci, švábi, ...) – obrana proti predátorům, výběr partnera

undekan, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$, and tetradekan, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$ (1:1) - švábi

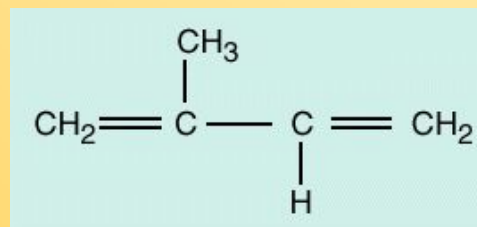


Terpeny a terpenoidy

- mezi terpenoidy řadíme látky, které obsahují isoprenové
- jednotky (isoprenoidy)
- nacházejí se většinou v rostlinách a získávají se z nich destilací s vodní parou
- mají výraznou vůni a často i výrazné zbarvení
- patří mezi ně lykopen (rajčata), karoten (mrkev), myrcen, limonen, geraniol, menthol

- monoterpeny (2 isoprenové jednotky)
- seskviterpeny (3 jednotky)
- diterpeny (4)
- triterpeny (6)
- tetraterpeny (8)

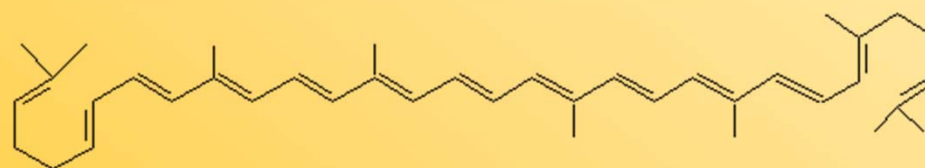
- myrcen se vyskytuje v verbeně, bobkovém listu (vavřínu)
- limonen se vyskytuje v kůře citrusů



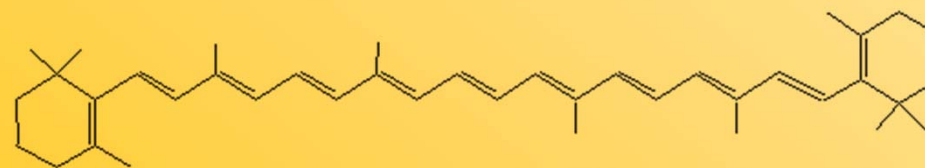
Investice do rozvoje vzdělávání

Terpeny a terpenoidy v přírodě: karoten a lykopen

- Lykopen: v rajčatech, ale i v jiné zelenině, řasách, patří mezi karotenoidy, stejně jako karoten, jeho jedenáct dvojných vazeb (8 isoprenových jednotek): antioxidační aktivita – spekulace o prevenci rakoviny
- Karoten: karotenoid (terpen) v mrkvi (obsahuje 8 jednotek isoprenu)- beta karoten se v těle přeměňuje na vit. A (prekursorem retinol) a tak působí příznivě na zrak



Lycopene (C₄₀H₅₆)



β-carotene (C₄₀H₅₆)

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické vlastnosti alkenů

- látky poměrně stálé
- preferovanou reakcí alkenů: adice
- patří sem halogenace, oxidace, hydrogenace a adice vody a kyselin

adice může u alkenů probíhat radikálovým nebo iontovým mechanismem, pokud probíhá iontovým elektrofilním mechanismem, pak se při ní uplatňuje tzv. **Markovnikovo pravidlo**

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Markovnikovo pravidlo

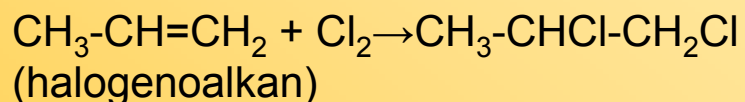
- formuloval ruský chemik Markovnikov v roce 1869
- Markovnikovo pravidlo při adici HCl
- toto pravidlo nám říká, že při
- elektrofilní adici se kladnější
- část činidla aduje
- na uhlík s větším počtem vodíků



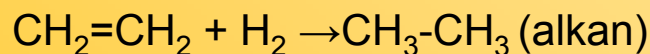
Investice do rozvoje vzdělávání

Chemické vlastnosti alkenů

- dvojná vazba alkenů podléhá snadno adiční reakci (A), jakou je například halogenace:



- hydrogenace katalytická (Raney Ni, Pd, Pt houba)



- Hydratace



Hydrogenace nenasycených tuků: rostlinné oleje jako např. olej slunečnicový nebo kukuřičný jsou tvořeny nenasyc. mastnými oleji: tzn. mají celou řadu dvojných vazeb. Při jejich průmyslové hydrogenaci: saturaci, se z těchto olejů stávají nasycené, ztužené pokrmové tuky (margaríny)

Investice do rozvoje vzdělávání

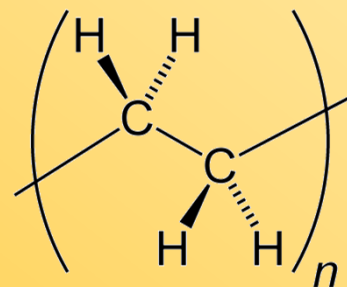


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické vlastnosti alkenů

- Polymerace: je reakce, při které z malých molekul (přesněji řečeno jejich monomerních jednotek) vznikají jejich řetězením polymery (plasty, gumy, pryže, tmely apod.)



Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Alkyny a jejich fyzikální vlastnosti

- Jsou nenasycené alifatické uhlovodíky s minimálně jednou trojnou vazbou v řetězci
- Obecný vzorec je C_nH_{2n-2}
- Nerozpustné ve vodě, jsou lehčí než voda
- Jejich bod varu vzrůstá s počtem uhlíků v molekule



- Při spalování ethynu (acetylenové svařování) se uvolňuje velké množství energie (slabší trojná než dvojná vazba vznikajícího oxidu uhličitého)

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Ethyn (acetylen)

- nejjednodušším alkyнем je ethyn (acetylen)
- ETHYN: Bezbarvý plyn, používá se na svařování
- směs se vzduchem obsahující 3-82% je výbušná
- běžný ve vesmíru: vyskytuje se v atmosférách tzv. „plynných obrů“ (Jupiter, Saturn)

- Kuriozní: na měsíci Enceladus (Saturn) nemůže vznikat kvůli zimě katalytickou dekompozicí dlouhých uhlovodíkových řetězců (1770 K) – pravděpodobně nastává uvnitř měsíce: místo pro prebiotickou chemii?

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Propyn

- druhým nejjednodušším alkynem
- je možné jeho využití pro palivové systémy raket
- jeho kombinace s kapalným kyslíkem je vysoce účinná a mnohem méně toxická než dosud užívané směsi (monomethylhydrazin s N_2O_4)

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



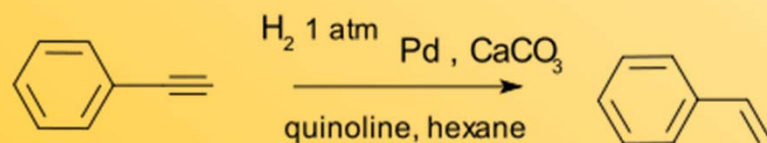
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické chování alkynů

- Ve srovnání s alkeny jsou alkyny méně stabilní a reaktivnější
- Poměrně kyselé, reagují se silnými bázemi:
 - $2 \text{RC}\equiv\text{CH} + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{RC}\equiv\text{CNa} + \text{H}_2$
 - Podléhají elektrofilní adici hydrogenaci:



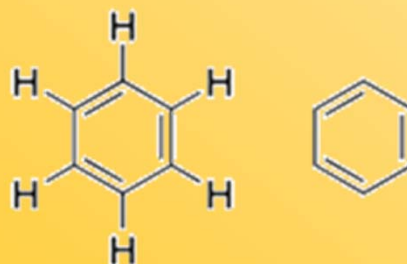
- Důležitá je též cykloadice (např. Diels-Alderova reakce):



- Příprava ethynu (nejčastěji v lab. Z karbidu vápenatého
- $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$

Aromatické uhlovodíky (Areny)

- sloučeniny, obsahující tzv. aromatický systém
- tj. delokalizovaný systém π -elektronů v planární cyklické molekule
- většinou mají ostrý „aromatický“ zápach
- nejjednodušší benzen, benzylový zbytek se nazývá fenyl
- pro aromatické systémy platí tzv. Huckelovo pravidlo: aromatické jsou ty sloučeniny, které mají $4n+2$ π elektronů, kde $n = 0, 1, 2, 3, \dots$



Zástupci aromatických uhlovodíků

- **BENZEN**
 - Bezbarvá, vysoce hořlavá kapalina charakteristického zápachu
 - Jedovatý, má karcinogenní účinky, páry na vzduchu výbušné
 - Používá se jako nepolární rozpouštědlo, při syntéze léčiv, pesticidů, plastů, barviv atd.
-
- **NAFTALEN**
 - pevná bílá látka typického zápachu (nové boty), dobře sublimuje, účinný proti molům
 - **v přírodě:** květy některých magnólií, dále pak u některých termitů (obrana), naftalen se nachází v některých meteoritech, dále byl pak objeven ve spektrálních čarách mezihvězdného prostoru blízko hvězdy Cernis 52 (souhvězdí Perseus)

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

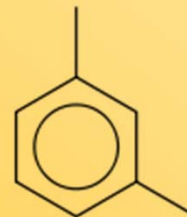
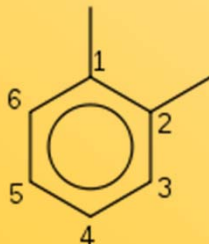
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Zástupci aromatických uhlovodíků a jejich derivátů

- TOLUEN – kapalina ostrého sladkého zápachu, výskyt v ropě
- používá se jako rozpouštědlo, jeho zneužití formou inhalace může vést ke smrti

- *o*-, *m*- a *p*-XYLEN – kapaliny, rozpouštědla



- FENOL – narůžovělá pevná látka, vyskytuje se v některých rostlinách (americký jedovatý dub) jako látka ochrany proti škůdcům

Investice do rozvoje vzdělávání

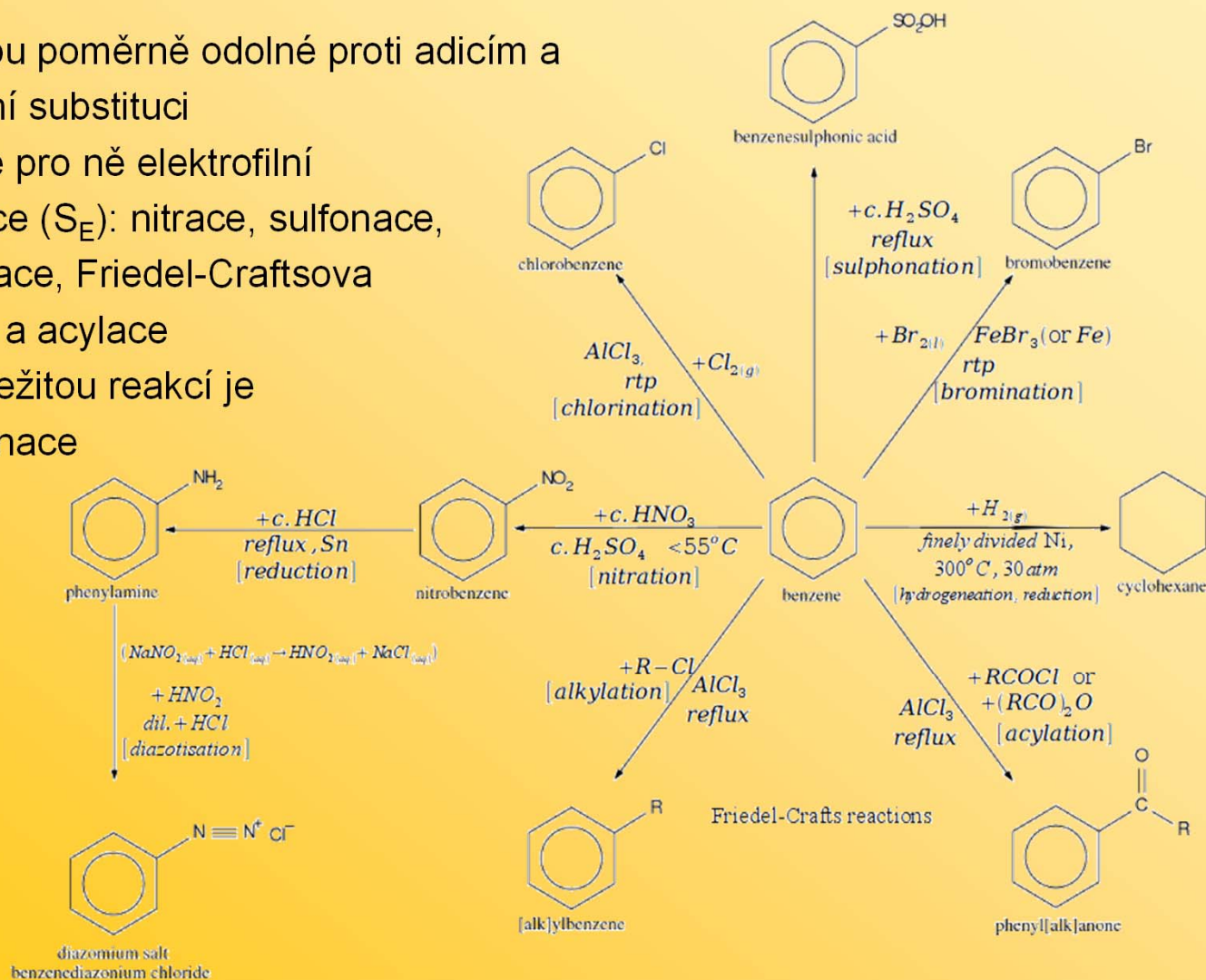


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické chování arenů

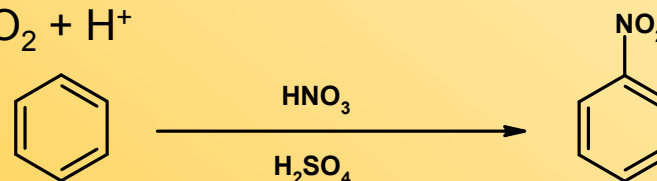
- Areny jsou poměrně odolné proti adicím a nukleofilní substituci
- typická je pro ně elektrofilní
- substituce (S_E): nitrace, sulfonace,
- halogenace, Friedel-Craftsova
- alkylace a acylace
- Další důležitou reakcí je
- hydrogenace



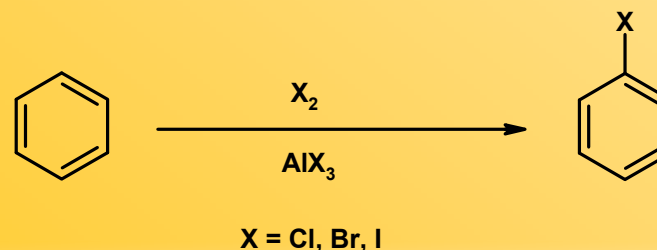
Investice do rozvoje vzdělávání

Chemické chování arenů

- *Nitrace*
- Aromatické molekuly jako je benzen se nitrují nitrační směsí (konc. kyselina dusičná a sírová) při teplotě asi 50 °C. Při těchto podmínkách vzniká nitrosylový kationt dle následujících reakcí:
- $2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow 2 \text{HSO}_4^- + \text{NO}_2^+ + \text{H}_3\text{O}^+$
- a tento kationt nitruje benzen za vzniku nitrobenzenu:
- $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{NO}_2^+ \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}^+$

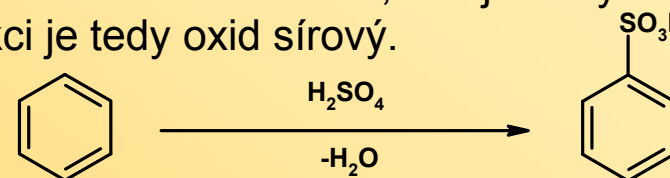


- *Halogenace*
- Halogenace se provádí halogeny za přítomnosti příslušného halogenidu hlinitého či železitého:
- $\text{X}-\text{X} \dots \text{AlX}_3 \rightarrow \text{X}^{(+)} \text{ (elektrofil) } + [\text{AlX}_4]^{(-)}$

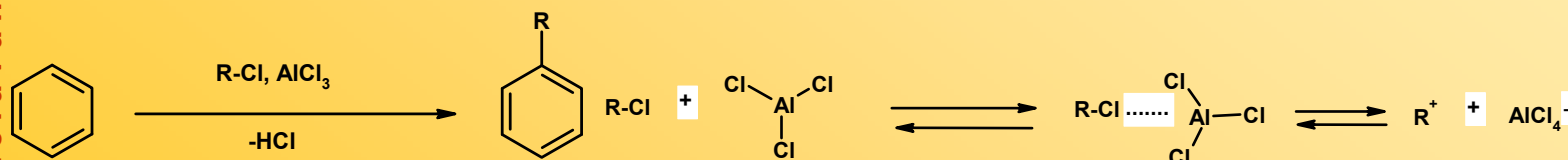


Chemické chování arenů

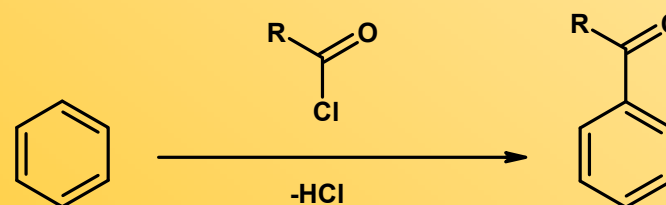
- *Sulfonace*
- Sulfonace se provádí kyselinou sírovou nebo tzv. oleem, což je nasycená směs SO_3 v H_2SO_4 . Činidlem v reakci je tedy oxid sírový.



- *Friedel-Craftsova alkylace*
- Je velice důležitá metoda pro vnesení alkylového substituentu do aromatického kruhu. Nejčastějším používaným katalyzátorem při této reakci je AlCl_3 , nicméně je možné použít také SbF_5 , TiCl_4 , SnCl_4 nebo BF_3 .



- *Friedel-Craftsova acylace*
- Je acylace za přítomnosti katalyzátoru AlCl_3 , přičemž mechanismus reakce je podobný mechanismu alkylace (viz výše). Takže zjednodušeně a bez rozepisování vzniku komplexu pak vypadá Friedel-Craftsova acylace takto:



Investice do rozvoje vzdělávání

- Děkuji Vám za pozornost



Investice do rozvoje vzdělávání

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.