

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

Investice do rozvoje vzdělávání

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

Hydroxy, thio a oxo deriváty

Alkoholy, thioly, fenoly, ethery

Lucie Szüčová

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.

Osnova:

hydroxy, thio a oxy alifatické i aromatické deriváty
jejich fyzikální vlastnosti,
klíčové chemické reakce,
názvosloví
použití, výskyt, toxicita

Klíčová slova: alkoholy, thioly, fenoly, ethery



Otázky před přednáškou:

1. Co odlišuje alkoholy od ostatních organických látek?
2. Jak byste popsali vlastnosti alkoholů?
3. Jak se liší alkoholy od fenolů?
4. Co je to thiol?
5. Proč jsou ethery těkavé?

Investice do rozvoje vzdělávání



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

Alkoholy

alkoholy jsou alifatické látky, ve kterých se vyskytuje jedna nebo více –OH skupin (tzv. hydroxylových skupin) alkoholy dělíme na primární (koncová OH), sekundární a terciální podle umístění OH skupiny v alif. řetězci

Alkoholy dělíme také podle počtu –OH skupin na monohydroxy- (1), dihydroxy (2) nebo trihydroxy (3) atd. alkoholy

primární alkoholy tvoří homologickou řadu: methanol, ethanol, propanol, butanol atd. a jedná se o kapaliny

po staletí jsou obilniny, zelenina a ovoce fermentovány, aby za pomoci kvasinek produkovaly alkoholy, zejména ethanol z cukrů, které jsou v nich obsaženy

Investice do rozvoje vzdělávání

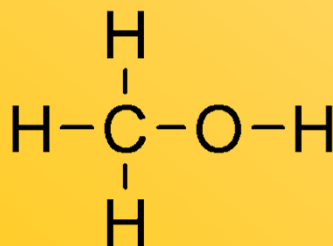


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

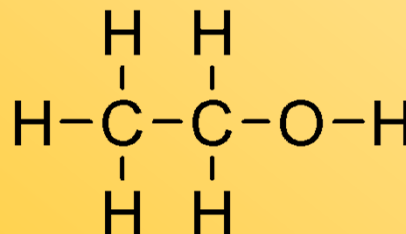
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Methanol

- nejjednodušší člen homologické řady alkoholů
- methylalkohol, karbinol, dřevný líh
- velice toxický, přibližně 5 ml způsobuje nevratnou slepotu a zhruba 30 ml smrt
- methanol se vyrábí ze syntézního plynu a používá se jako rozpouštědlo
- snadná zaměnitelnost s ethanolem, zejména v domácích palírnách!!! bp kolem 65 °C – při destilaci teče dříve než ethanol (78 °C) (směs s ethanolem a vodou zvyšuje jeho bp!!!)
- – směs z počátku procesu se vyhazuje)
- čirá kapalina bez výraznějšího zápachu, výborně mísitelný s vodou



methanol

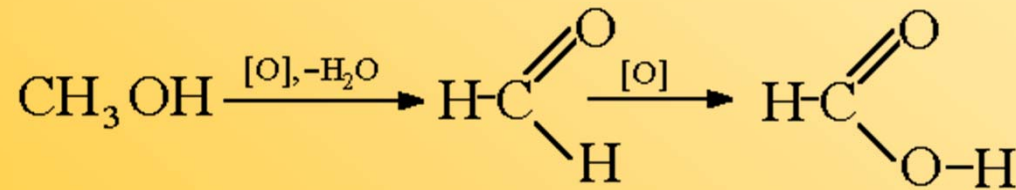


ethanol

Methanol

jedovaté především metabolity **formaldehyd a kyselina mravenčí**
(blokují aminoskupiny v proteinech)

CH_3OH (enzym. oxidace) \rightarrow HCOH (enzym. Oxidace na formaldehyd) \rightarrow HCOOH (enzymatická oxidace na kyselinu mravenčí)



ethanol je sice také toxický (játra) ale ne tak výrazně jako methanol

methanolem se často denaturuje (znehodnocuje) průmyslový ethanol

vyšší alkoholy jako propanol a isopropanol se používají jako rozpouštědla a jsou také hepatotoxické

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Ethanol, C₂H₅OH

- ethanol, ethylalkohol, lidově líh nebo alkohol
- alifatický monohydroxyderivát
- mísitelný s vodou se kterou tvoří azeotrop – není možné je beze zbytku oddělit destilací
- s vodou tvoří také vodíkové můstky (slabé interakce)
- čirá kapalina ostré, ve zředění výrazné alkoholické vůně s teplotou varu asi 78 °C

Investice do rozvoje vzdělávání



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

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

Jak vzniká ethanol? Kvasné procesy

- ethanol se připravuje z cukrů alkoholovým kvašením (působením kvasinky *Saccharomyces*) z brambor, cukrové třtiny, cukrového roztoku, ovoce (z přírodních surovin):
 - $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
 - při konc. 15% ethanolu v roztoku kvasinky umírají a proces se zastaví – následuje **destilace**
 - dále se směs destiluje na 96% alkohol a dále se suší sušidly (absolutní alkohol)
 - alkohol se pro průmyslové použití denaturuje methanolem, benzínem
 - Synteticky se připravuje hydratací ethenu
 - $CH_2=CH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$

Investice do rozvoje vzdělávání



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

Jak funguje ethanol v lidském těle?

- dávkování ethanolu je relativní (záleží na tělesné váze a na zvyku organismu ho přijímat)
- v malých dávkách způsobuje euforii, uvolnění, ve velkých ztrátu koordinace, deprese, sníženou vnímavost, agresivitu
- půs. enzymu alkohol dehydrogenázy vzniká jeho metabolit **acetaldehyd**, který napadá proteiny obsahující SH skupiny
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (oxidace, alkohol dehydrogenáza) \rightarrow CH_3COH
 - odbourává se pomalu pomocí enzymu acetaldehyd dehydrogenasy na **kyselinu octovou**
 - CH_3CHO (oxidace, acetaldehyd dehydrogenáza) \rightarrow CH_3COOH
 - acetaldehyd způsobuje cirhózu jater a je odpovědný za alkoholismus
 - ethanol lze použít jako antidotum při otravě methanolem

Investice do rozvoje vzdělávání



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

Bioethanol jako palivo

- vzniká přípravou/výrobou ethanolu alkoholovým kvašením (fermentací) z **biomasy** (kukuřice, brambory, cukrová řepa, cukrová třtina)
- lze použít jako samostatné palivo (Brazílie – třtinový ethanol)
- v Evropě: 5-10% se přidává do klasického paliva z ekologických důvodů

významná fce: snižování emisí oxidu uhličitého a zmírňování skleníkového efektu

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.

Použití ethanolu

- Jako rozpouštědlo – rozpuštěním jodu vzniká například jodová tinktura
- V parfumářském průmyslu se přidává do parfemovaných a toaletních vod
- v lékařství: dezinfekční účinky, zabíjí mikroorganismy
- součástí alkoholických nápojů (omamné účinky)
- hořlavina 1. třídy

Investice do rozvoje vzdělávání



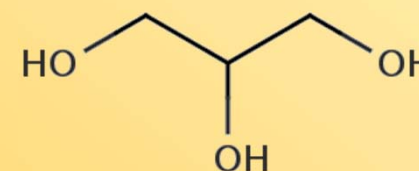
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Vícesytné alkoholy – dioly (glykoly) a trioly

- dioly mají dvě hydroxy-skupiny
- trioly mají tři hydroxy-skupiny
- známým diolem je třeba ethylenglykol: toxický, rozmrazovač do aut, součástí nemrznoucí směsi, chladicí systémy aut, slouží k výrobě plastů
- glycerol –triol, viskózní kapalina, málo toxický, sladká chuť, rozpustný ve vodě
- používá se v potravinářství, kosmetice, léčivech
- jeho ester s kyselinou dusičnou: nitroglycerin (glyceroltrinitrát) je výbušnina a lék na některé srdeční choroby



Ethylenglykol
Ethan-1,2-diol



Glycerol,
Propan-1,2,3-triol

Investice do rozvoje vzdělávání

Alkoholy s více než třemi OH skupinami (polyoly)

- Alkoholy mající více než tři hydroxy skupiny
- Význam pro potravinářskou chemii a pro chemii polymerů
- Přidávají se do žvýkaček protože na rozdíl od jednoduchých cukrů nepodléhají rozkladu v ústech bakteriemi a nepřispívají ke vzniku kazů
- V chemii polymerů se používají k přípravě polyurethanů (výplně automobilových sedaček)
- Polyoly se přirozeně vyskytuje v ricinovém oleji (*Ricinus communis*) – Skočec obecný, dále také v sóji, arašidech, řepkovém oleji
- Celá řada polyolů se vyrábí uměle

Investice do rozvoje vzdělávání

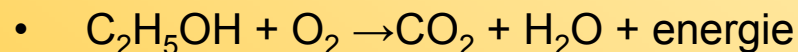


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

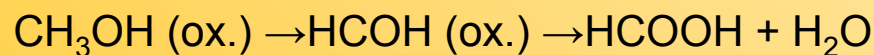
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické chování alkoholů

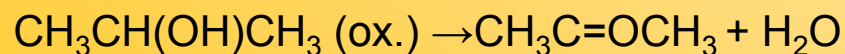
silná oxidace alkoholů spalování s kyslíkem: hoří na spalné produkty H_2O a CO_2



oxidace oxidačními činidly: má u primárních a sekundárních alkoholů dva stupně
primární alkoholy se nejprve oxidují na **aldehyd** a potom na příslušnou karboxylovou kyselinu

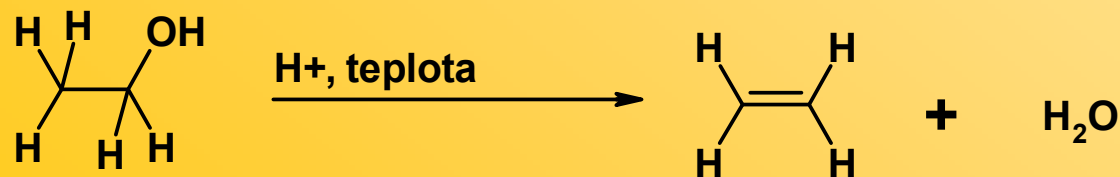


sekundární alkoholy se oxidují na **keton**:



terciální alkoholy se oxidují až na CO_2 a H_2O

dehydratace alkoholů vede na alkeny (eliminace)



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.

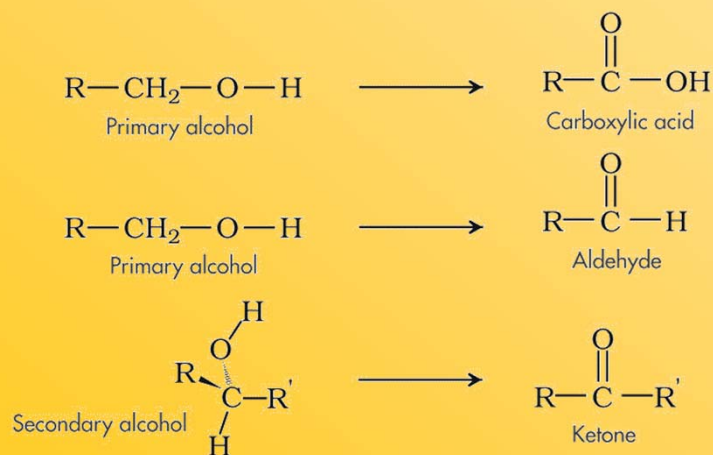
Chemické chování alkoholů

Oxidace

Primární alkohol se oxiduje na aldehyd a ten následně na příslušnou karboxylovou kyselinu

Sekundární alkohol se oxiduje na keton

Terciální alkohol se neoxiduje, jen silnými oxidačními činidly se „spálí“ až na oxid uhličitý a vodu



Investice do rozvoje vzdělávání

Alkohol tester a jak funguje

- starý, trubičkový i nový digitální alkohol tester mají stejný princip a to je oxidace alkoholu z dechu na kyselinu octovou, která je pak detekovatelná nějakým činidlem (změna zbarvení žlutého Cr(VI) iontu na zelený Cr(III))
- nový, digitální: v nových digitálních testerech se alkohol z dechu průchodem přes katalytickou mřížku oxiduje na kys. octovou a ta je dále oxidována na vodu a CO₂, přičemž dochází k detekovatelnému uvolnění energie a ta je zpracována na digitální výstup

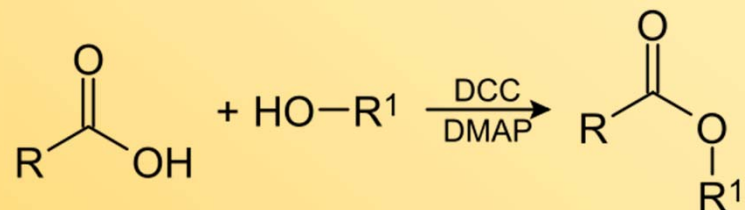
Investice do rozvoje vzdělávání



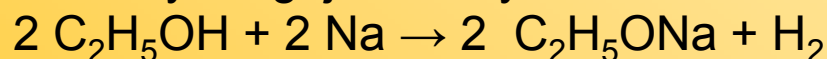
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické chování alkoholů

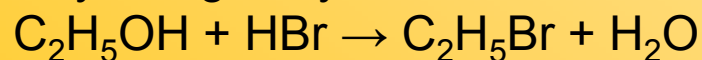
Esterifikace je reakce kyseliny, zpravidla karboxylové, s alkoholem, při které vzniká ester a voda.



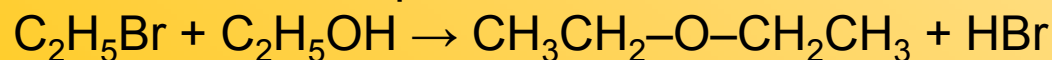
alkoholy reagují se silnými bázemi za vzniku alkoholátů:



působením halogenovodíků na alkoholy vznikají alkylhalogenidy:



tato reakce může pokračovat:



Investice do rozvoje vzdělávání



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

Thioly

- jsou látky strukturně podobné alkoholům, nicméně mají místo skupiny –OH skupinu –SH (thiolová skupina)
- výraznou vlastností thiolů je jejich výrazný zápach, charakteristický pro ústřice, čedar, cibuli a česnek, kde se také vyskytují
- ethanthiol je přidáván do propan-butanu kvůli detekci úniku plynu
- 1-propanthiol se vyskytuje v cibuli
- 2-propen-1-thiol se vyskytuje v česneku
- methanthiol se vyskytuje v ústřicích

Investice do rozvoje vzdělávání



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

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

Chemické chování thiolů

- oxidace (ztráta H atomu z SH skupiny: vzniká tzv. disulfid)
- spousta proteinů ve vlasech je spojena disulfidickými můstky, zejména pak u SH skupin aminokyseliny cysteinu
- když se provádí (prováděla) „trvalá ondulace“, použije se oxidační činidlo, které způsobí vznik –S-S- můstků v té části proteinů, které jsou spoluvytvářeny aminokyselinami s SH skupinou (cystein) a na nových místech a tak vznikají vlny

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.

Fenoly

- fenoly mají **hydroxylovou skupinu** přímo na aromatickém kruhu
- nejjednodušším fenolem je FENOL, jestliže molekula obsahuje i další funkční skupiny, lze pojmenovat tyto látky např.
- 2-chlorofenol nebo 4-ethylfenol
- **fenol** je pevná krystalická látka, jejíž roztok se dříve používal k dezinfekci (kyselina karbolová) dnes je u fenolu podezření na karcinogenní účinky, leptá kůži, získává se z černouhelného dehtu
- fenoly tvoří silnější vodíkové můstky než alkoholy
- jsou ve vodě omezeně jen rozpustné
- používají se k výrobě plastů, léčiv, např. aspirinu (kyselina acetylsalicylová)

Investice do rozvoje vzdělávání



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

Výroba fenolu a jeho chemické chování

- fenol se připravuje ve dvou krocích, nejprve oxidací kumenu na kumenhydroperoxid, ze kterého se poté uvolňuje fenol
- fenol se používá například pro přípravu tzv. **fenol-formaldehydových pryskyřic**, které patří mezi plasty (bakelit)

Investice do rozvoje vzdělávání



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

Fenoly: katechol, resorcinol

- katechol, resorcinol nebo hydrochinon jsou dvousytné fenoly, které jsou součástí biomolekul a používají se v kosmetologii a lékařství (kapaliny)
- urushiol: látka způsobující iritaci kůže, obsažena v jedovatém břečťanu, jedná se o žlutou kapalinu s bp nad 200 °C
- kapsaicin (*8-methyl-N-vanilyl-6-nonenamid*), aktivní složkou chilli papriček (*Capsicum*), pálivá látka s iritačními účinky, voskovitá látka bez zbarvení a zápachu, sekundární metabolit papriček jako ochrana proti škůdcům

Investice do rozvoje vzdělávání

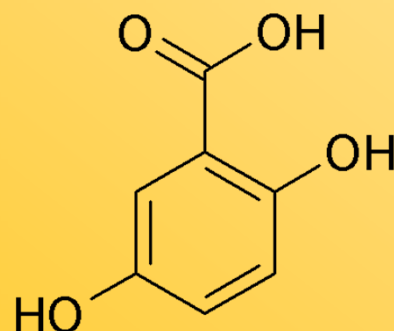


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

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

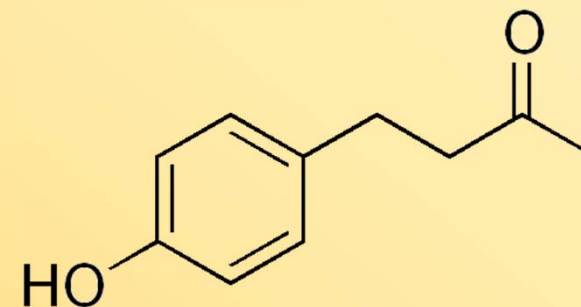
Další fenoly – hydrochinon

- Hydrochinon je bílá granulovitá látka
- Spolu s peroxidem vodíku v obranných žlázách tzv. brouků prskavců (hydrochinon produkují epidermální buňky, je doprovázen peroxidem vodíku)
- v ohrožení je smíchán hydrochinon a peroxid s enzymy katalasou a peroxidasou – dochází k přechodu hydrochinonu na *p*-chinon a vzniká volný kyslík a obrovské množství tepla – vystříknutí (exploze) ve směru nepřítele
- hydrochinon je také základem kyseliny gentisové, což je anti-revmatický lék, který obsahuje motiv hydrochinonu
- ve své substruktuře



Polyfenoly a fenolické látky v potravinách

- se přirozeně vyskytují v rostlinách
- frambinon: tzv. „malinový keton“ je fenolická látka syntetizovaná v malinových plodech, odpovědná za charakteristickou vůni malin (1-4 mg v 1 kg malin)



frambinon

- polyfenolické látky se vyskytují v bobulích, pivu, vínu, olivovém oleji, čokoládě, kakau (katechin), ořeších, zelenině..
- antioxidanty

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

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

Ethery

- funkční skupinou -O- , tzn. dvojvazný kyslíkový atom
- můžeme tudíž ethery považovat za deriváty vody, kde místo vodíků jsou napojeny uhlovodíkové zbytky
- mnohem těkavější než alkoholy – nevytvářejí vodíkové můstky jako alkoholy
- směs etherů je se vzduchem výbušná! pozor v laboratoři – nemíchat!
- tvoří často vonné součásti ovoce a květin – těkavost
- Některé jsou součástí ananasové esence nebo také rumové



Ethery: diethylether

- nejjednodušší zástupce je diethylether (ether, ethoxyethan)
- v minulosti byl používán jako anestetikum, narkotikum
- čirá kapalina ostrého zápachu s narkotizačními účinky
- látka je kapalná kvůli velmi slabému mezimolekul. působení
- těkavá (mezimolekul. půs. velmi slabé), b.p. 37 °C
- směs se vzduchem hořlavá a výbušná – všechny ethery

Investice do rozvoje vzdělávání

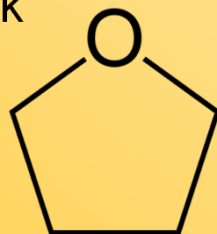


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

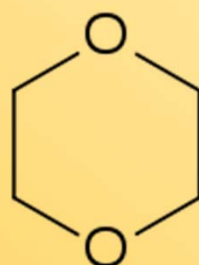
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Cyklické ethery

- cyklické : např. **tetrahydrofuran THF**:
- vyšší bod varu než alifatické ethery a to 66 °C, na rozdíl od diethyletheru se dobře mísí s vodou, jedná se opět o kapaliny, organická rozpouštědla pro celou řadu látek



THF



1,4-dioxan

1,4-dioxan: vůně podobná diethyletheru, bp 101 °C, organické rozpouštědlo, mísitelný s vodou

Crown ethery: jsou cyklické polyethery, vyskytují se v přírodě, jsou to např. makrotetrolidové antibiotikum nonaktin, valinomycin (viz obrázek), který se získává z některých *Streptomyces*

Chemické chování etherů

- Ethers nejsou tak reaktivní jako například alkoholy, ale jsou zase mnohem reaktivnější než alkany
- Jsou odolné vůči hydrolýze, ale mohou být štěpeny minerálními kyselinami, například HBr, HI:
 - $\text{ROCH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{ROH}$
- Ethers mohou vytvářet peroxidy, například diethyl ether peroxid, tato reakce je urychlena světlem, kovovými katalyzátory a přítomností stop aldehydů
- Výsledné peroxidy jsou výbušné!! Je třeba skladovat za řádných podmínek.

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.

- Děkuji Vám za pozornost



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Investice do rozvoje vzdělávání

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