



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Jméno autora:** Mgr. Ladislav Kažimír

**Datum vytvoření:** 18.05.2013

**Číslo DUMu:** VY\_32\_INOVACE\_11\_Ch\_OCH

**Ročník:** II.

**Vzdělávací oblast:** Přírodovědné vzdělávání

**Vzdělávací obor:** Chemie

**Tematický okruh:** Organická chemie

**Téma:** Alkoholy

**Metodický list/anotace:**

Prezentace je určena pro téma **Alkoholy** v rozsahu SŠ.

Zopakování základních fyzikálních a chemických vlastností, reakcí a výskytu.

Seznámení studentů se systematickým názvoslovím i triviálním, lze doplnit o další příklady. Typičtí zástupci, jejich vlastnosti, průmyslová výroba a využití.

# HYDROXYDERIVÁTY



# ALKOHOLY

- ALKOHOLY, PŘÍPRAVA A VÝROBA
- NÁZVOSLOVÍ ALKOHOLŮ
- FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI
- CHEMICKÉ VLASTNOSTI
- METHANOL
- ETHANOL
- PROPANOL
- BUTANOL
- CERYLALKOHOL
- GLYKOL (ETHAN-1,2-DIOL)
- GLYCEROL (PROPAN-1,2,3-TRIOL)
- BENZYLALKOHOL

# Alkoholy

# Hydroxyderiváty

☐ Alkoholy jsou nearomatické hydroxylové deriváty uhlovodíků - skupina -OH na C, který není součástí benzenového jádra.

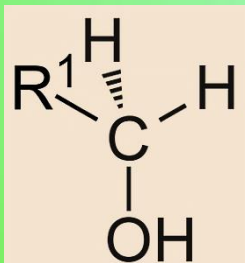
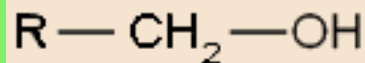
☐ charakteristická skupina

-OH

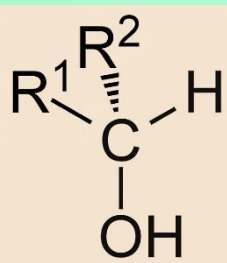
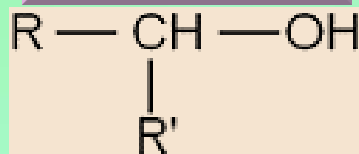


☐ dělíme dle jejich struktury na primární, sekundární, terciární

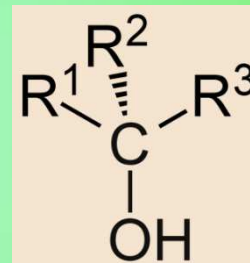
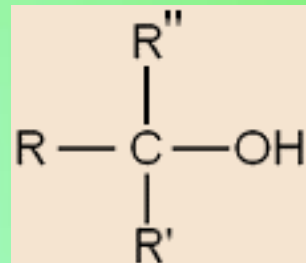
$RCH_2OH$



$R_2CHOH$



$R_3COH$



# Alkoholy

## □ Příprava a výroba alkoholů

- kvašení cukerných roztoků



- hydrolýza škrobu

- adice vody na nenasycené uhlovodíky



- působením zředěných roztoků hydroxidů na halogenderiváty

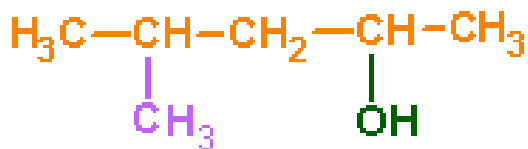


- působením roztoků alkalických uhličitánů na halogenderiváty

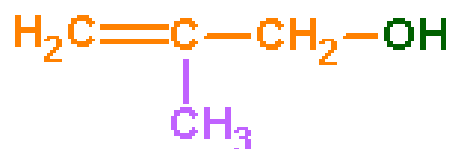
- redukce aldehydů a ketonů

# Názvosloví alkoholů

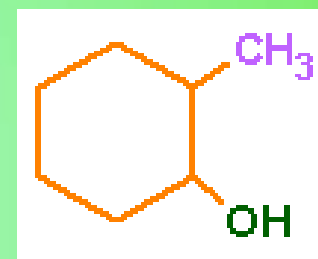
- ❑ složením názvu základního uhlovodíku s příponou **-ol**
- ❑ složením názvu uhlovodíkového zbytku s příponou **-alkohol**
- ❑ Charakteristická skupina **-OH** má při číslování uhlovodíkového řetězce přednost před alkylem, násobnou vazbou, halogenem, nitroskupinou a aminoskupinou.
- ❑ Vyšší prioritu však mají karboxylové a sulfonové kyseliny.



4-methylpentan-2-ol



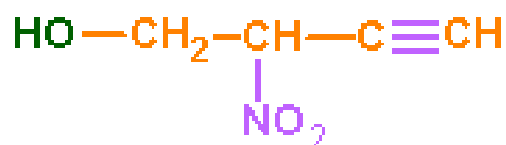
2-methylprop-2-en-1-ol



2-methylcyklohexan-1-ol



3-bromopropan-1-ol



2-nitrobut-3-yn-1-ol



## Fyzikální vlastnosti

- prvních dvanáct homologické řady jsou kapaliny
- alkoholy s počtem atomů uhlíku 12 více jsou pevné látky
- methanol, ethanol a propanol se neomezeně mísí s vodou
- s rostoucím počtu atomů C v jejich molekule, v ní čím dál méně rozpouštějí
- s klesající rozpustností ve vodě se zvyšuje rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech (cyklohexan, chloroform)
- samotné alkoholy jsou dobrými rozpouštědly
- alkoholy mají, oproti uhlovodíkům o stejném počtem C, vyšší body tání i varu, a to díky vodíkovým můstkům

## Chemické vlastnosti

- alkoholy jsou slabé kyseliny mající schopnost odštěpovat proton



- mohou reagovat rovněž se silnějším kyselinami



- reakcí alkoholu se silnějším kyselinami vzniká alkoxoniová sůl

- proto je řadíme mezi amfoterní látky

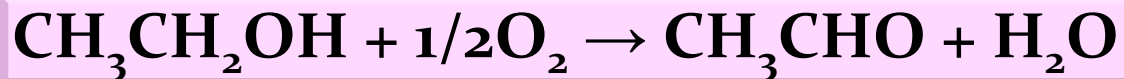
- primární a sekundární alkoholy se snadno oxidují

- k oxidaci alkoholů terciárních vzhledem k jejich vysoké stabilitě nedochází

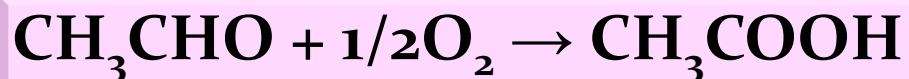


## Chemické vlastnosti

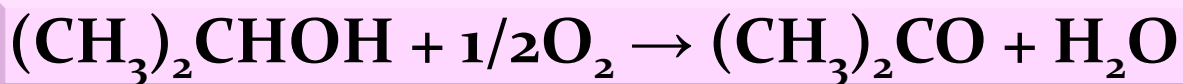
☐ oxidací primárních alkoholů vznikají nejprve **aldehydy**



☐ aldehydy se mohou dále oxidovat až na **karboxylové kyseliny**



☐ oxidací sekundárních alkoholů vznikají **ketony**



Oxidace alkoholů			
<i>Alkohol</i>	primární	sekundární	terciární
Oxidace produkt I	Aldehydy	Ketony	žádná reakce
Oxidace produkt II	Karboxylové kyseliny	žádná reakce	

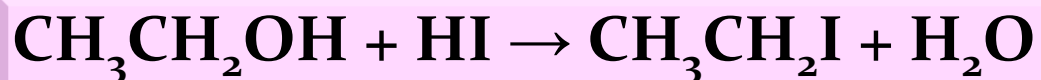


## Chemické vlastnosti

☐ pro alkoholy je charakteristickou reakcí **substituce nukleofilní  $S_N$**

➤ díky volným elektronovým párům na atomu kyslíku

➤ působením halogenovodíkových kyselin vznikají halogenderiváty



☐ dehydratace - odštěpování vody z molekuly

➤ působením dehydratačního činidla - koncentrovaná  $\text{H}_2\text{SO}_4$

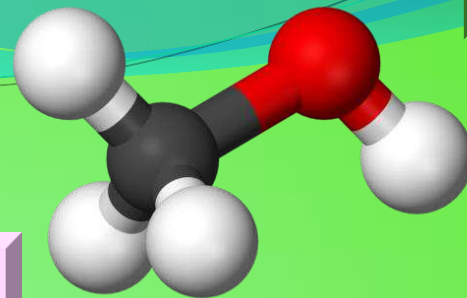


**Methanol**

**CH<sub>3</sub>OH**

**methylalkohol**

**dřevný líh**



bezbarvá, alkoholicky páchnoucí kapalina

těkavý, hořlavý a silně jedovatý



Obr.2



Obr.3



Obr.4

podráždění očí, kůže, horních cest dýchacích, bolest hlavy, ospalost, závratě, nevolnost, zvracení, poruchy zraku, poškození optického nervu (slepota), smrt

vstřebává se kůží (260 mg /m<sup>2</sup>)

slepotu může způsobit již požití 7–15 ml methanolu

smrtelnou dávku pro člověka je považováno 30 až 200 ml

PP - dvě deci kvalitního 40% alkoholu zpomalí tvorbu formaldehydu a poskytne čas pro lékařský zásah.

neomezeně mísitelnou s vodou

Methanol

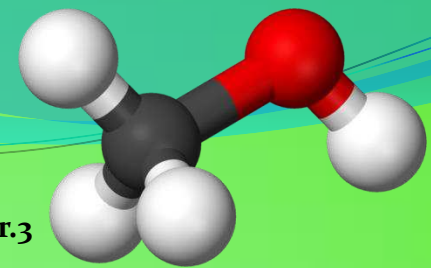
$\text{CH}_3\text{OH}$

methylalkohol

dřevný líh



Obr.3



- Sám o sobě není methanol toxický, ale vytváří velmi toxické metabolity.
- Z relativně netoxické látky vznikne látka toxická teprve po její biotransformaci.
- Methanol se metabolizuje jaterní alkoholdehydrogenázou na formaldehyd ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) a ten pak dále aldehyddehydrogenázou na kyselinu mravenčí ( $\text{HCOOH}$ ).
- Tyto dva metabolity, zejména kyselina mravenčí, jsou zodpovědné za toxicitu methanolu.
- Akumulace kyseliny mravenčí v organismu totiž způsobuje metabolickou acidózu a útlum buněčného dýchán.
- vznikající kyselina mravenčí nemůže být dále odbourávána

Methanol

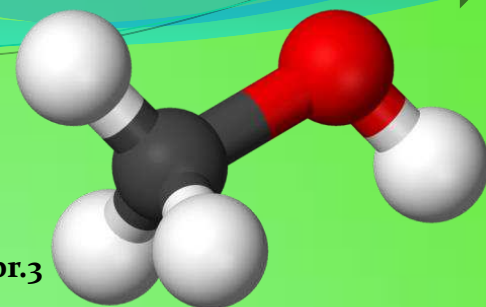
methylalkohol

CH<sub>3</sub>OH

dřevný líh



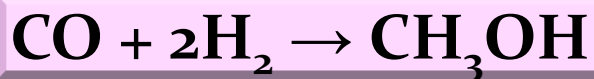
Obr.3



- ❑ Methanol vzniká i při alkoholovém kvašení, avšak nikoliv v množství ohrožujícím život (povolené množství je 12 g/l).

## Výroba

- ❑ Původně se vyráběl suchou destilací dřeva - odtud název.
- ❑ Průmyslově se vyrábí katalytickou hydrogenací CO z vodního plynu, tj. směsi H<sub>2</sub> a CO za vysokých teplot (250 °C) a tlaků (5 až 10 MPa) a za přítomnosti katalyzátorů na bázi směsi Cu, ZnO a Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



**Methanol**

$\text{CH}_3\text{OH}$



Obr.3

**Použití**

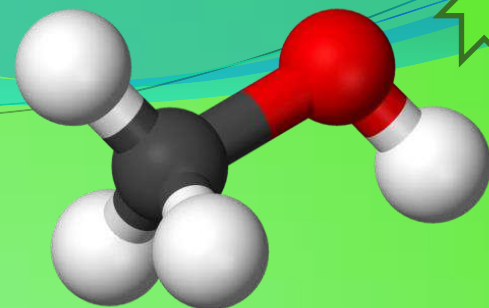
rozpouštědlo



Obr.8



Obr.6



přepracování řepkového (příp. jiného rostlinného) oleje na tzv. bionaftu (směsi methyl-esterů mastných kyselin)

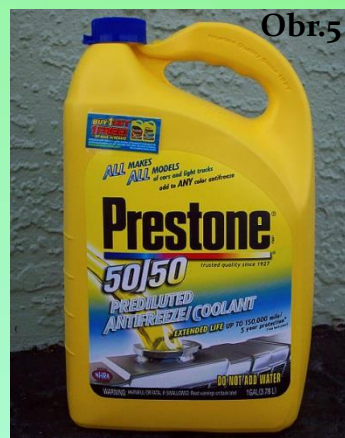
přísada do nemrznoucích směsí

přísada do pohonných látek

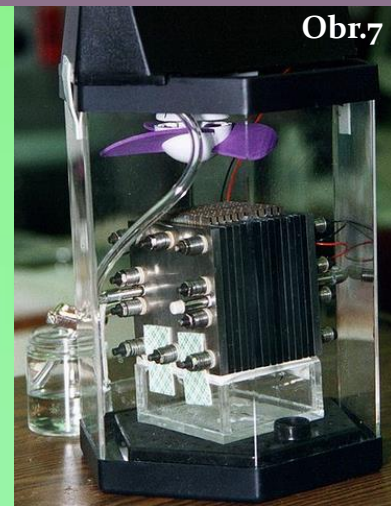
samostatná pohonná látka

použití v palivových člancích

surovina pro výrobu formaldehydu, kyseliny mravenčí, kyseliny octové, dimethyletheru (ekologický hnací plyn pro aerosolové spreje)



Obr.5



Obr.7

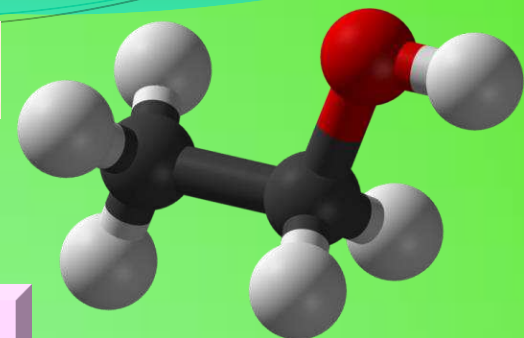
Ethanol



ethylalkohol

lív

„Špiritus“



bezbarvá, alkoholicky páchnoucí kapalina

těkavý, hořlavý a jedovatý



Obr.2



Obr.3



Obr.4

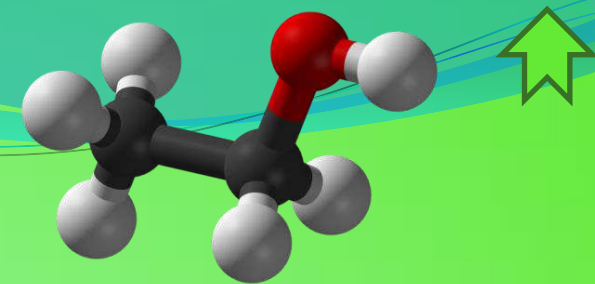
podráždění očí, kůže, horních cest dýchacích, bolest hlavy, ospalost, závratě, nevolnost, zvracení, poruchy zraku, poškození optického nervu (slepota), smrt

vstřebává se kůží (1900 mg /m<sup>3</sup>)

neomezeně mísitelnou s vodou

50 ml H<sub>2</sub>O + 54 ml etanolu = 100 ml roztoku

Ethanol



ethylalkohol

lív

„Špiritus“

❑ Oxidace etanolu probíhá v játrech ve dvou stupních. V prvním je oxidován na acetaldehyd, ve druhém pak acetaldehyd na kyselinu octovou.

❑ Odbourávání probíhá rychlostí 1 g/10 kg tělesné váhy za hodinu. Hladina klesá cca o 0,15 ‰ za 1 hodinu.

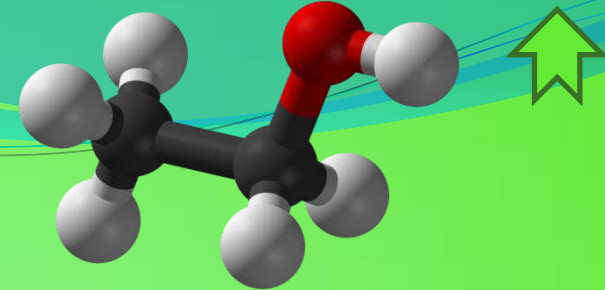
❑ K detoxikaci 100 g alkoholu obsažených asi v jednom litru vína, kdy hladina dosáhne přibližně 2,2 ‰, je nutných zhruba 13 hodin.

❑ Pro přibližné určení hladiny etanolu v krvi lze použít vzorec:

➤ *požitý alkohol v gramech / (tělesná hmotnost muže × 0,68, nebo tělesná hmotnost ženy × 0,55) = ‰ etanolu v krvi*



Ethanol



ethylalkohol

lív

„Špiritus“

- smrtelná dávka pro dítě je 3 g na kg celkové hmotnosti
- smrtelná dávka pro dospělého je 6-8 g/kg celkové hmotnosti
- V malých dávkách ethanol krátkodobě způsobuje euforii a pocit uvolnění.
- Ve vyšších dávkách způsobuje ztrátu koordinace pohybů těla (působením na mozeček), sníženou vnímavost, prodloužení reakce a útlum rozumových schopností, ztrátu smyslu pro realitu (zhoršení úsudku), případně i agresivitu.
- Delirium tremens 5-15% úmrtnost (dříve bez léčby až 30%)
- Delirium tremens („třesoucí šílenství“) život ohrožující stav, který vzniká u alkoholiků po přerušení užívání alkoholu.

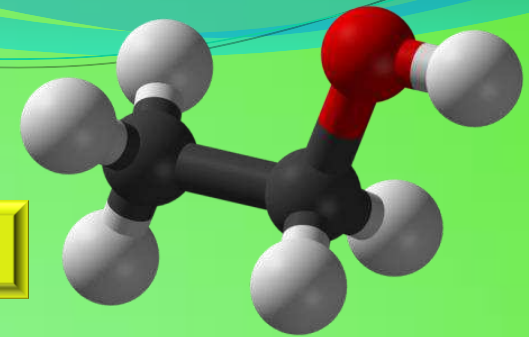
Ethanol

ethylalkohol



lív

„Špiritus“



- Hodnoty 0,3–0,5 ‰ svědčí o požití alkoholického nápoje.
- Hodnoty 0,5–1,0 ‰ jedná se o podnapilost.
- Hodnoty 1,0–1,5 ‰ znamená mírný stupeň opilosti.
- Hodnoty 1,5–2,0 ‰ pak střední stupeň opilosti s jasnými klinickými příznaky.
- Hodnoty 2,0–3,0 ‰ je hodnoceno jako těžký stupeň opilosti
- Při hodnotách vyšších než 3,0 ‰ hovoříme o akutní otravě alkoholem.

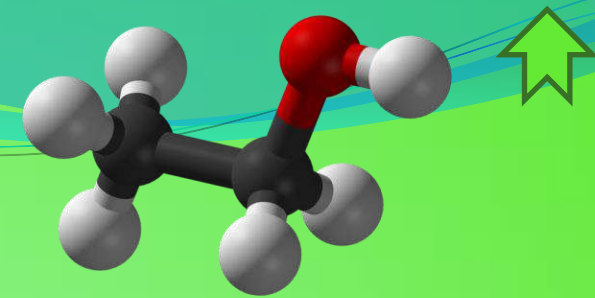
Ethanol



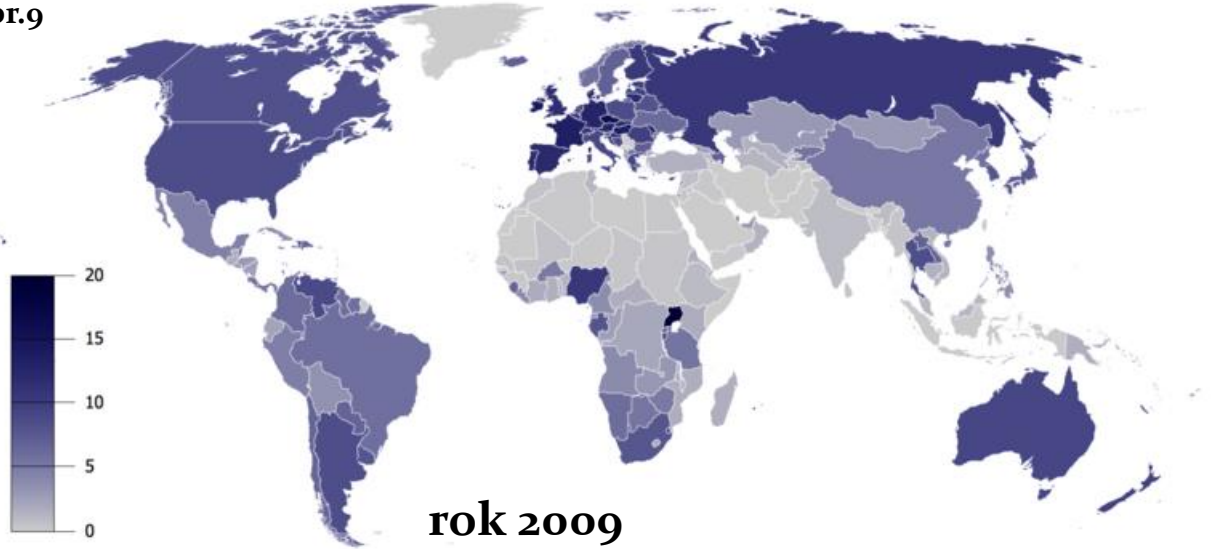
ethylalkohol

lív

„Špiritus“

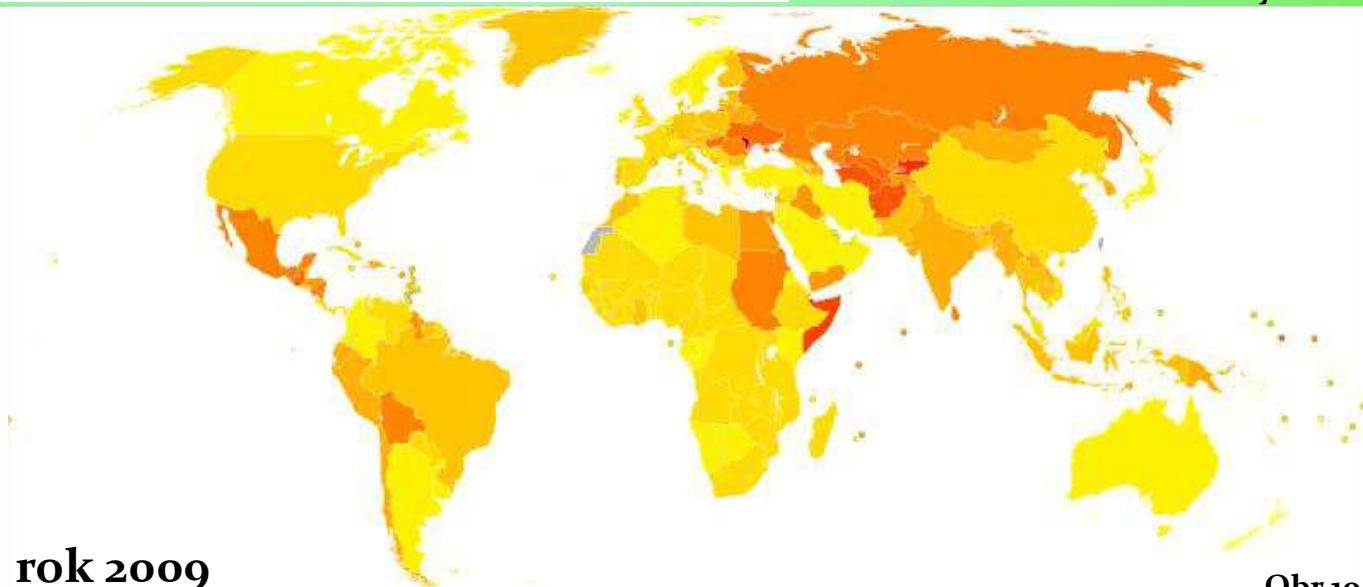
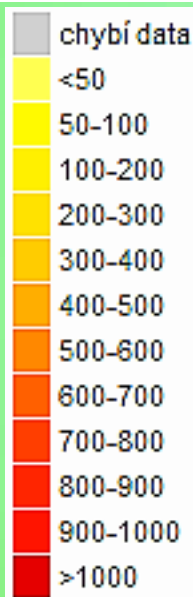


Obr.9



spotřeba na obyvatele (15 +),  
v litrech čistého alkoholu

cirhóza jater v jednotlivých  
zemích na 100.000 obyvatel



Obr.10

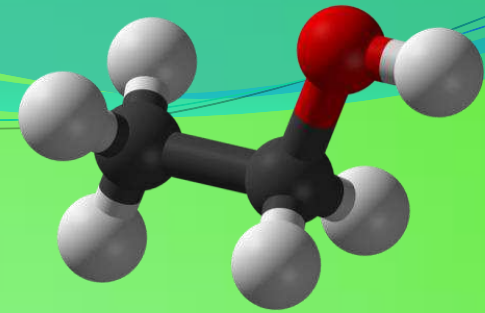
Ethanol



ethylalkohol

lív

„Špiritus“



Výroba

☐ alkoholové kvašení působením různých druhů kvasinek, především různých šlechtěných kmenů druhu *Saccharomyces cerevisiae*.

- používá se k tomu cukerný roztok o maximální koncentraci 20 %.
- Používají se i přímo přírodních surovin sacharidy obsahující, jako jsou např. brambory nebo cukrová třtina.



- vzniká zápara - zředěný vodný roztok ethanolu max. 15 %
- obsahuje nežádoucí příměsi (*přiboudlina*) - vyšší alkoholy
- čištění se provádí na výkonných destilačních kolonách

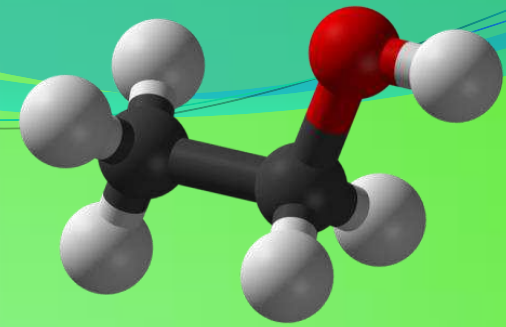
Ethanol



ethylalkohol

lív

„Špiritus“



Výroba

- Lze získat „*absolutní alkohol*“, obsahující 95,57 % ethanolu a 4,43 % vody.
- Zbytek vody lze odstranit destilací s bezvodým síranem vápenatým nebo oxidem vápenatým, které vážou vodu.
- Nebo dlouhodobým působením hygroskopických látek jako např. bezvodého uhličitanu draselného (potaše) nebo bezvodého síranu měďnatého (modré skalice).
- Těmito postupy lze získat ethanol o čistotě až 99,9 %.
- *azeotropická metoda*, spočívající v destilaci s přídavkem benzínu nebo benzenu, kterou lze získat produkt o čistotě až 99,7 %.

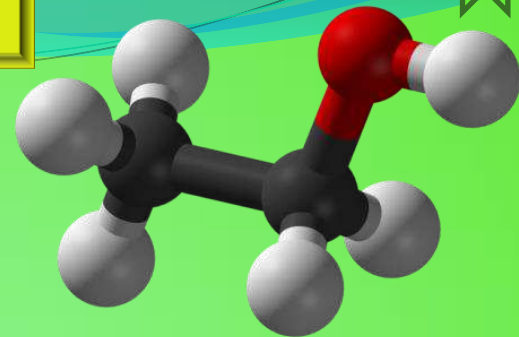
Ethanol

ethylalkohol

líh

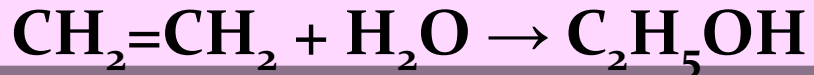
„Špiritus“

Výroba



❖ Výroba syntetického ethanolu

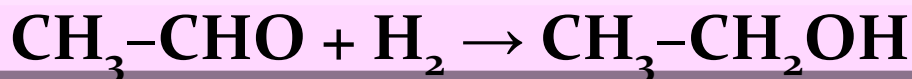
❑ katalytická hydratace ethenu (etylenu)



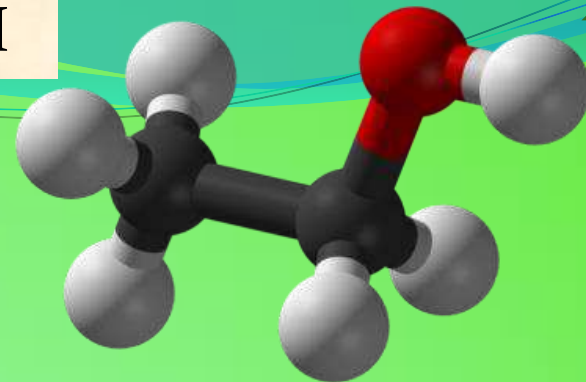
➤ Jako katalyzátor se používá kyselina trihydrogenfosforečná na oxidu křemičitém.

➤ Takto připravený ethanol má mnohem méně nečistot než kvasný a je tedy kvalitnější.

❑ katalytická hydrogenace acetaldehydu, který je průmyslově vyráběn hydratací acetylenu



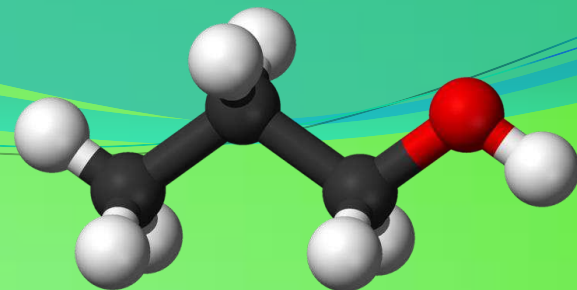
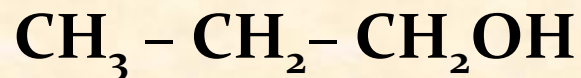
# Ethanol



## Použití

- výroba alkoholických nápojů
- přídavek do pohonných hmot
- biopalivo pro spalovací motory
- lékařství se používá jako rozpouštědlo (jód, tím vzniká *jodová tinktura*)
- příprava některých kapalných přípravků pro vnitřní i vnější použití
  - Při požití je třeba dát pozor a bezprostředně poté neřítit motorová vozidla.
- teploměry (teplota tání  $-114^{\circ}\text{C}$ )
- parfumerie a kosmetika

Propan-1-ol



*n*-propanol

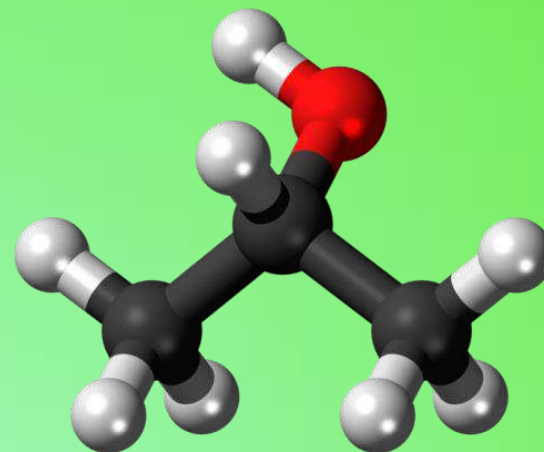
1-propanol

Propan-2-ol



Isopropanol

Isopropylalkohol



organické sloučeniny se  
sumárním vzorcem  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

polohová izomerie

těkavé, hořlavé kapaliny



Obr.2



Obr.11



Obr.12

podráždění očí, kůže, horních cest dýchacích, bolest hlavy,  
ospalost, závratě, nevolnost, zvracení, poruchy zraku

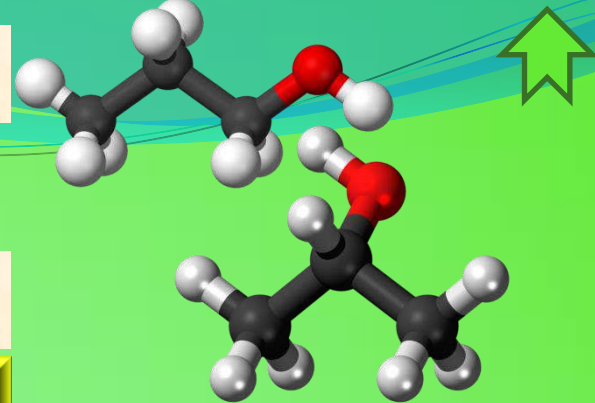
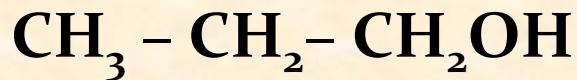
silně páchnoucí

vstřebává se kůží (500 mg /m<sup>2</sup>, 980 mg /m<sup>2</sup>)

podobné účinky jako ethanol 2-4 krát silnější.



Propan-1-ol



*n*-propanol

1-propanol

Propan-2-ol



2-propanol

Isopropylalkohol

Použití

Isopropanol



extrakce a čištění přírodních produktů

srážecí činidlo nukleových kyselin

výroba dezinfekčních prostředků

průmyslové a domácí odmašťovadla

nemrznoucí kapaliny v chladicí soustavě

rozpouštědla - kosmetické, farmaceutické přípravky

rozpouštědlo pro tuky, pryskyřice, barvy, inkousty

rozpouštědlo pro krystalizaci a čištění organických látek



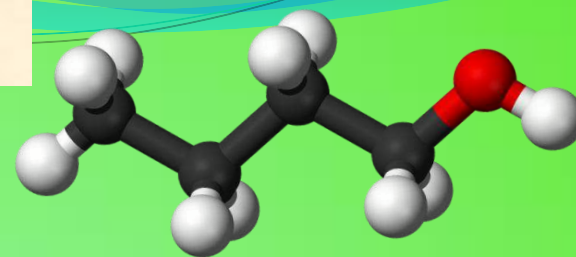


Butan-1-ol

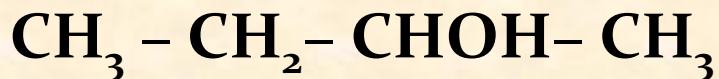


*n*-butanol

1-butanol



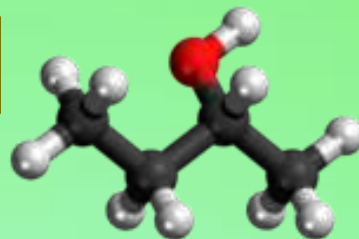
Butan-2-ol



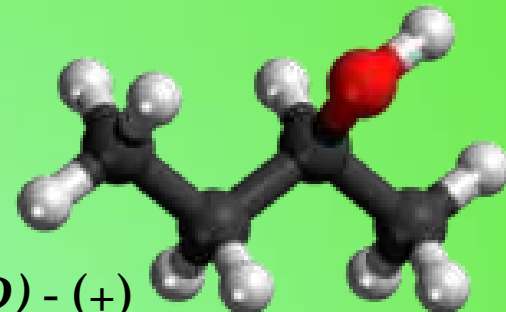
Butan-2-ol

2-butanol

(*L*) - (-)



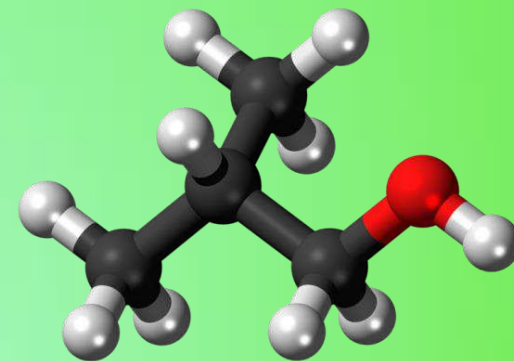
(*D*) - (+)



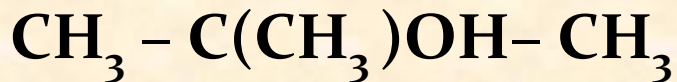
Isobutanol



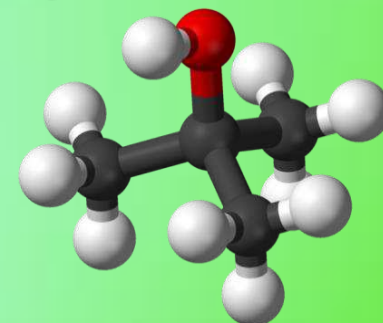
2-methylpropan-1-ol



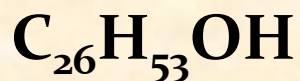
*tert*-butanol



2-methyl-2-propanol



Cerylalkohol

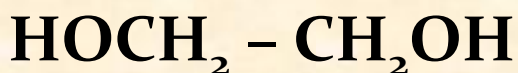


1-hexacosanol



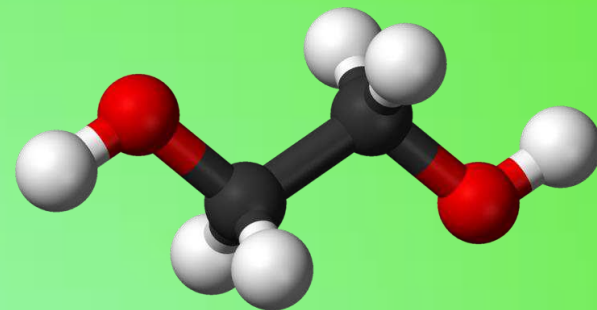
součást vosků

Glykol



ethan-1,2-diol

1,2-ethandiol



bezbarvá, viskózní kapalina

sladké chuti, bez zápachu

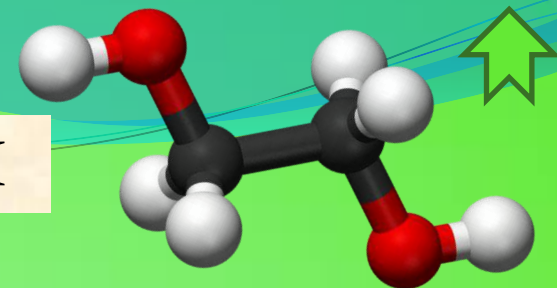
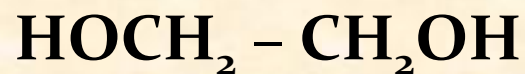
páry jsou se vzduchem výbušné 3,2 - 43%

podráždění očí, kůže, horních cest dýchacích, bolest hlavy, ospalost, závratě, nevolnost, deprese CNS

Díky sladké chuti nebezpečí konzumace hlavně u dětí.

Glykol

ethan-1,2-diol



## Použití

☐ výrobci polyesteru , jako polyethylentereftalátu ( PET )

☐ absorbent pro odstranění vodní páry ze zemního plynu

☐ rozpouštědlo , a současně jako redukční činidlo

☐ výroba nemrznoucích směsí

➤ 60% etylenglykolu a 40% voda  
mrzne při  $-45^{\circ}\text{C}$  (Fridex)

☐ v kapalných chladicích systémech  
pro osobní počítače

☐ přísada do krému na boty a v  
některých inkoustech a barvách

☐ konzervační prostředek pro uchování biologických vzorků



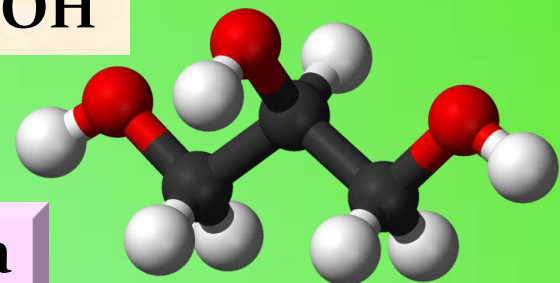
Glycerol

glycerín

$\text{HOCH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

1,2,3-propantriol

propan-1,2,3-triol



hygroskopická bezbarvá viskózní kapalina

sladké chuti, bez zápachu

trojsytný alkohol, slabě jedovatý



V menších dávkách způsobuje bolesti hlavy, žaludeční potíže a zvracení.

Ve větších dávkách může způsobit poškození jater.

Průměrný člověk by jej musel požit nejméně 90 až 120 g.

Hlavním zdrojem glycerolu byly přírodní tuky.

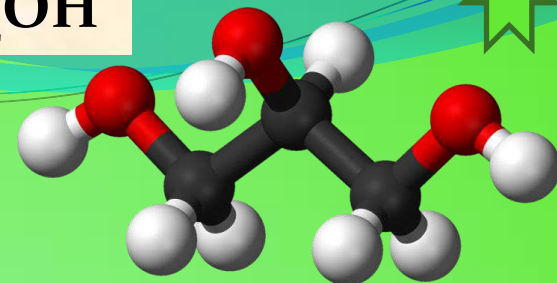
Glycerol

glycerín

$\text{HOCH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

propan-1,2,3-triol

1,2,3-propantriol



## Použití

kosmetické výrobky

➤ hydratační krémy a mýdla

➤ zvlhčovač v zubních pastách

změkčovač při výrobě plastických hmot

potravinářský průmysl - označení E 422

➤ úpravu nápojů a méně kvalitních vín

➤ sladidlo např. v šlehačce ve sprejích

➤ 27 kcal na čajovou lžičku (cukr má 20)

➤ výroba žvýkaček



Obr.24



Obr.25



Obr.26



Obr.27

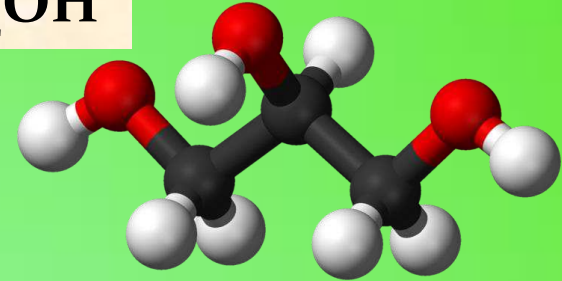
Glycerol

glycerín



1,2,3-propantriol

propan-1,2,3-triol



### Použití



Obr.22

výroba bezvodého ethanolu pro odstranění příměsi vody

v e-liquidech (náplní) do elektronických cigaret

nemrznoucích směsi v kombinaci s ethylenglykolem

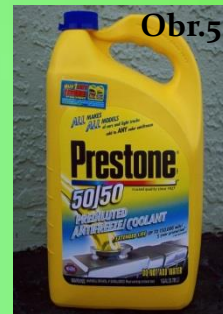
lékařství

➤ při léčbě otoku mozku jako přísada infuzí

➤ snižování nitroočního tlaku

➤ při zácpách ve formě glycerinových čípků

➤ součást klystýrů



Obr.5



Obr.23

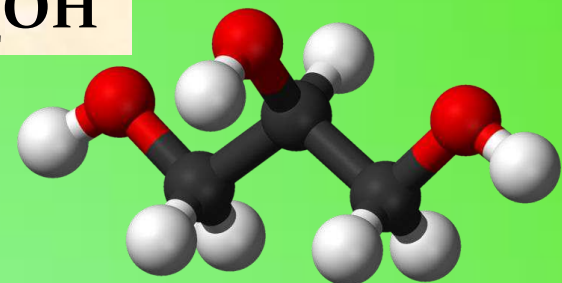
Glycerol

glycerín

$\text{HOCH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

1,2,3-propantriol

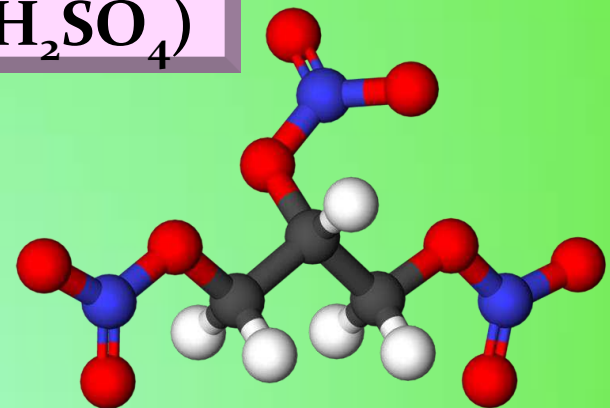
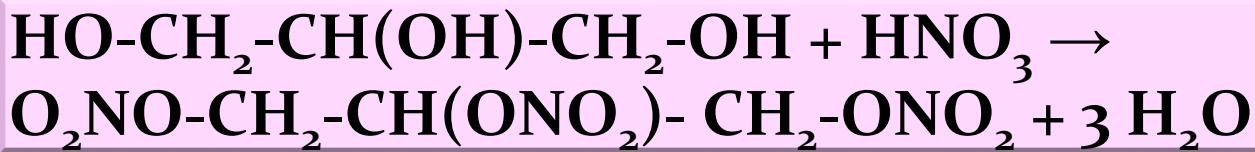
propan-1,2,3-triol



Použití

☐ trinitrát glycerolu, známější pod názvem **nitroglycerin**

➤ působením nitračních činidel ( $\text{HNO}_3$  a  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )



Obr.20



Obr.3



Obr.4



Obr.21

1,2,3-trinitro-oxy-propan (propan-1,2,3-triyltrinitrá)

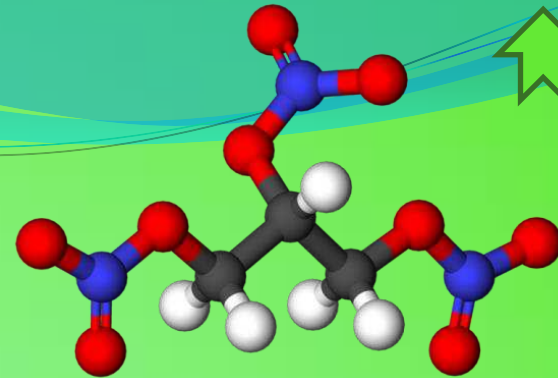
➤ dynamit, bezdýmný střelný prach, plastické trhaviny

➤ zklidnění srdečních arytmií a snížení krevního tlaku



# Dynamit

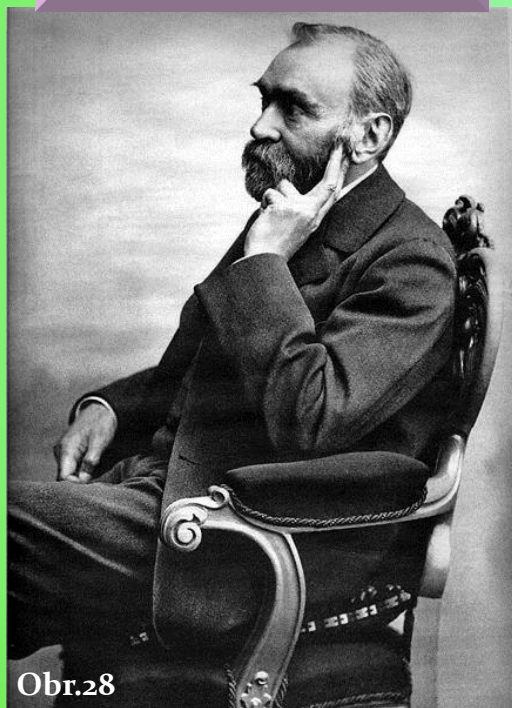
1,2,3-trinitro-oxy-propan  
(propan-1,2,3-triyltrinitrá)



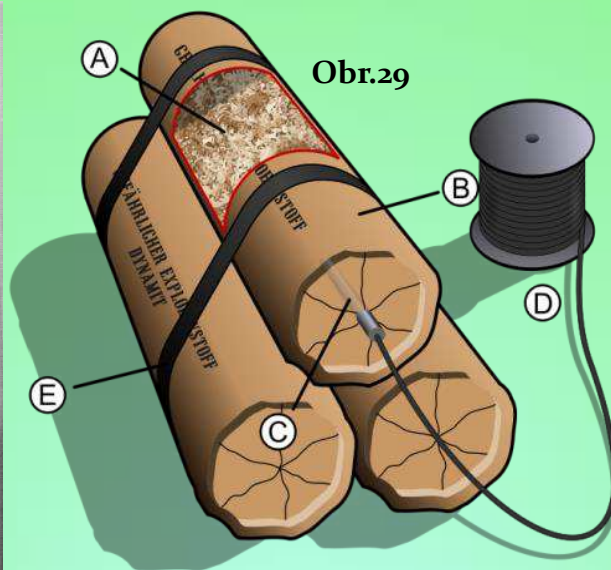
□ Alfred Nobel 1867

➤ nitroglycerin s křemelinou

Alfred Nobel 1833 - 1896



Obr.28



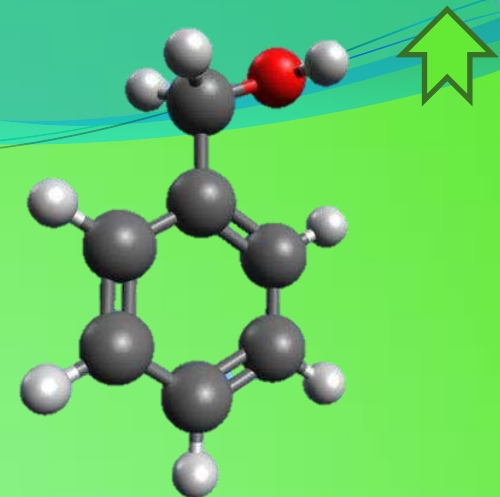
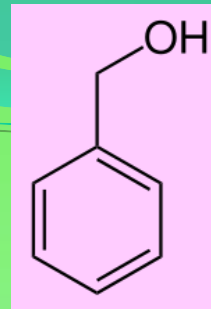
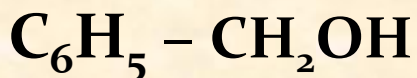
Obr.29



Obr.30

A-Křemelina  
+ nitroglycerin  
B - Ochranný obal  
C - rozbuška  
D - Zápальный drát  
E - Páska

## Benzylalkohol



bezbarvá olejovitá kapalina

s mírnou příjemnou aromatickou vůní

hořká chuť

snadno rozpustný ve většině organických rozpouštědel

částečně rozpustný ve vodě (4 g/100 ml)

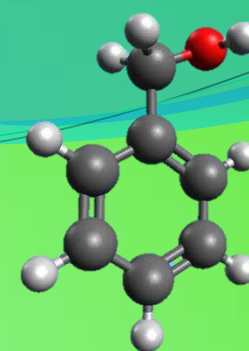
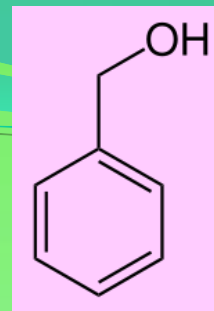
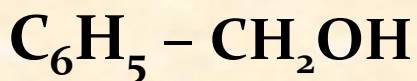
oxiduje na vzduchu pomalu na benzaldehyd

benzylalkohol je produkován přirozeně mnoha rostlinami

běžně se vyskytují v ovoci a čaji

esenciální oleje - jasmín , hyacint a ylang-ylang

# Benzylalkohol



## Použití

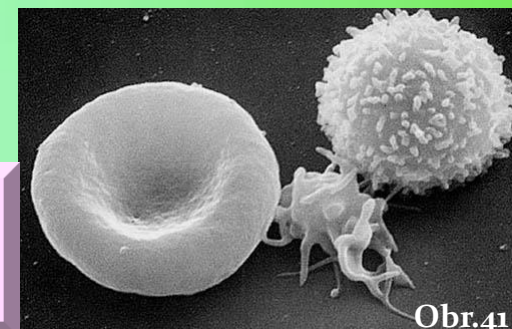
- ❑ rozpouštědlo pro inkousty, barvy, laky a epoxidové pryskyřice
- ❑ estery se používají v mýdlech, parfémeh
- ❑ potravinářská přídatná látka E 1519 příchutě pro některé nápoje, cukrovinky a pečivo.
- ❑ rozpouštědlo - dielektrikum dielektroforézy
  - separace buněk nebo orientace a manipulace s nanočásticemi, rekonfigurace nanovláken
  - oddělení živých a mrtvých buněk, živé buňky jsou životaschopné i po separaci
  - rakovinné buňky z krve, bakterie a viry
  - oddělení červených a bílých krvinek, k detekci apoptózy brzy po užití drogy



Obr.39



Obr.40



Obr.41

# Citace

**Obr.1** WRIGHT, Joseph. *Soubor: JosephWright-Alchemist.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].  
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:JosephWright-Alchemist.jpg>

**Obr.2** HENNING, Torsten. *Soubor:GHS-pictogram-flamme.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013].  
Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-flamme.svg>

**Obr.3** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-skull.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013].  
Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-skull.svg>

**Obr.4** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-silhouete.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013].  
Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-silhouete.svg>

**Obr.5** DNO1967. *Soubor: Antifreeze.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.4.2013].  
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antifreeze.jpg>

**Obr.6** SHIZHAO拍摄. *Soubor: Bionafta-3.png - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013].  
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biodiesel-3.png>

**Obr.7** NASA. *Soubor: Palivový článek NASA p48600ac.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013].  
Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fuel\\_cell\\_NASA\\_p48600ac.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fuel_cell_NASA_p48600ac.jpg)

**Obr.8** PICCOLONAMEK. *Soubor: Aerosol.png - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013].  
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aerosol.png>

**Obr.9** EMILFARO. *Soubor: Alcohol podle Country.png - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013].  
Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alcohol\\_by\\_Country.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alcohol_by_Country.png)

**Obr.10** LOKAL\_PROFIL. *Soubor: Cirhóza jater mapy světa - Daly - WHO2004.svg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013].  
Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cirrhosis\\_of\\_the\\_liver\\_world\\_map\\_-\\_DALY\\_-\\_WHO2004.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cirrhosis_of_the_liver_world_map_-_DALY_-_WHO2004.svg)

**Obr.11** ORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-acid.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013].  
Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-rondflam.svg>

**Obr.12** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-exclam.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013].  
Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-exclam.svg>

# Citace

- Obr.13** MY DNA FRAGRANCE. *Soubor: Můj dna vůně exkluzivní parfém-2.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:My\\_dna\\_fragrance\\_exclusive\\_perfume-2.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:My_dna_fragrance_exclusive_perfume-2.jpg)
- Obr.14** ARZ. *Soubor: Chanel č. 5 parfum.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CHANEL\\_No5\\_parfum.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CHANEL_No5_parfum.jpg)
- Obr.15** SENNA, Rodrigo. *Soubor: Acqua brasilis.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acqua\\_brasilis.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acqua_brasilis.jpg)
- Obr.16** KARWATH, André. *Soubor: Canon S520 inkoustové tiskárně - opened.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canon\\_S520\\_ink\\_jet\\_printer\\_-\\_opened.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canon_S520_ink_jet_printer_-_opened.jpg)
- Obr.17** BLUME, Matti. *Soubor: Acer Aspire 5600 open.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acer\\_Aspire\\_5600\\_series\\_open.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acer_Aspire_5600_series_open.jpg)
- Obr.18** PETAHOLMES. *Soubor: Otevřít černá Kiwi.JPG - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Open\\_black\\_Kiwi.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Open_black_Kiwi.JPG)
- Obr.19** LASTHERO. *Soubor: Soldat Schuhpflege 1982.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 23.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soldat\\_Schuhpflege\\_1982.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soldat_Schuhpflege_1982.jpg)
- Obr.20** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-explos.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-explos.svg>
- Obr.21** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-pollu.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 1.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-pollu.svg>
- Obr.22** MARTEVAX SRO. *Soubor: Ecig-ecigareta.JPG - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ecig-ecigareta.JPG>
- Obr.23** SHATTONBURY. *Soubor: Glycerin suppositories.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glycerin\\_suppositories.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glycerin_suppositories.jpg)
- Obr.24** JPLON. *Soubor: Hrušky-mýdlo barbox.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pears-Soap-barbox.jpg>

# Citace

**Obr.25** GMHOFMANN. *Soubor: Zahncremes.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zahncremes.jpg>

**Obr.26** JONIK. *Soubor: Horká čokoláda se šlehačkou hrnek cream.jpg - Wikimedia Commons*[online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hot\\_chocolate\\_mug\\_with\\_whipped\\_cream.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hot_chocolate_mug_with_whipped_cream.jpg)

**Obr.27** MILENAFOTO. *Soubor: Zvykacky Orbit.tif - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zvykacky\\_Orbit.tif?uselang=cs](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zvykacky_Orbit.tif?uselang=cs)

**Obr.28** FLORMAN, Gösta. *Soubor: AlfredNobel adjusted.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 22.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AlfredNobel\\_adjusted.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AlfredNobel_adjusted.jpg)

**Obr.29** PBROKS13. *Soubor: Dynamite-3.svg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 22.4.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dynamite-3.svg>

**Obr.30** PBROKS13. *Dynamite.svg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 22.4.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dynamite.svg?uselang=cs>

**Obr.31** LINDBERG, Erik; JONATHUNDER. *Soubor: Nobel Prize.png - Wikimedia Commons*[online]. [cit. 22.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nobel\\_Prize.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nobel_Prize.png)

**Obr.32** ARCHIV ÚFCH J.HEYROVSKÉHO AV ČR, VVI. *Soubor: Heyrovského Jaroslav.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heyrovsky\\_Jaroslav.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heyrovsky_Jaroslav.jpg)

**Obr.33** AUTOR NEUVEDEN. *Soubor: Jaroslav Seifert 1931.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jaroslav\\_Seifert\\_1931.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jaroslav_Seifert_1931.jpg)

**Obr.34** PIETZNER, Karl. *Soubor: Bertha-von-Suttner-1906.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bertha-von-Suttner-1906.jpg>

**Obr.35** NOBELOVA NADACE. *Soubor: Carl Ferdinand Cori.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl\\_Ferdinand\\_Cori.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_Ferdinand_Cori.jpg)

**Obr.36** NÁRODNÍ KNIHOVNA MEDICÍNY. *Soubor: Gerty Theresa Cori.jpg - Wikimedia Commons*[online]. [cit. 29.4.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gerty\\_Theresa\\_Cori.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gerty_Theresa_Cori.jpg)

## Citace

**Obr.37** SMITHSONIAN INSTITUTION. *Soubor: Gerty Theresa Cori Radnitz (1896-1957) a Carl Ferdinand Cori (1896-1984) jpg.* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 29.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gerty\\_Theresa\\_Radnitz\\_Cori\\_\(1896-1957\)\\_and\\_Carl\\_Ferdinand\\_Cori\\_\(1896-1984\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gerty_Theresa_Radnitz_Cori_(1896-1957)_and_Carl_Ferdinand_Cori_(1896-1984).jpg)

**Obr.38** FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH. *Soubor: Peter Grünberg.jpg* - *Wikimedia Commons*[online]. [cit. 29.4.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peter\\_Gr%C3%BCnberg.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peter_Gr%C3%BCnberg.jpg)

**Obr.39** THYSSEN, Malene. *Soubor: Ruční soap.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2.5.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Handmade\\_soap.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Handmade_soap.jpg)

**Obr.40** PINGSTONE, Adrian. *Soubor: Parfémy police 536pix.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2.5.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perfume\\_shelf\\_536pix.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perfume_shelf_536pix.jpg)

**Obr.41** ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE ZAŘÍZENÍ NA NATIONAL CANCER INSTITUTE FREDERICK. *Soubor: Red White Blood cells.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2.5.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red\\_White\\_Blood\\_cells.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_White_Blood_cells.jpg)

## Literatura

Honza, J.; Mareček, A. Chemie pro čtyřletá gymnázia (3.díl). Brno: DaTaPrint, 2000;ISBN 80-7182-057-1

Pacák, J. Chemie pro 2. ročník gymnázií. Praha: SPN, 1985

Kotlík B., Růžičková K. Chemie I. v kostce pro střední školy, Fragment 2002, ISBN: 80-7200-337-2

Vacík J. a kolektiv Přehled středoškolské chemie, SPN 1995, ISBN: 80-85937-08-5