



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Ladislav Kažimír

Datum vytvoření: 20.05.2013

Číslo DUMu: VY_32_INOVACE_13_Ch_OCH

Ročník: II.

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Chemie

Tematický okruh: Organická chemie

Téma: Aldehydy

Metodický list/anotace:

Prezentace je určena pro téma **Aldehydy** 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.

KARBONYLOVÉ SLOUČENINY

ALDEHYDY

- ❑ ALDEHYDY, PŘÍPRAVA A VÝROBA
- ❑ VÝSKYT ALDEHYDŮ
- ❑ NÁZVOSLOVÍ ALDEHYDŮ
- ❑ FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI
- ❑ CHEMICKÉ VLASTNOSTI
- ❑ FORMALDEHYD (METHANAL)
- ❑ ACETALDEHYD (ETHANAL)
- ❑ AKRYLALDEHYD (AKROLEIN)
- ❑ BENZALDEHYD
- ❑ CINNAMALDEHYD (ALDEHYD SKOŘICOVÝ)
- ❑ VANILIN (4-HYDROXY-3-METHOXYBENZALDEHYD)

Aldehydy

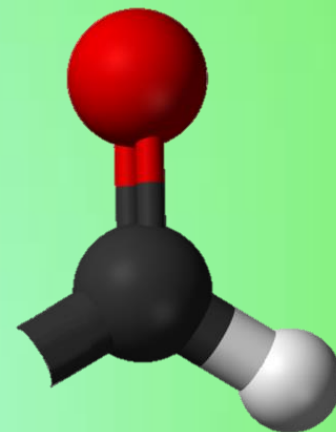
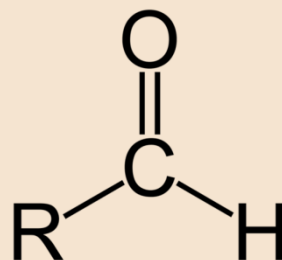
Karboonylové sloučeniny

❑ Pro aldehydy je charakteristická přítomnost **karboonylové skupiny** (oxoskupiny) **$>\text{C}=\text{O}$** .

❑ V aldehydech je jedním substituentem navázaným na karboonylovou skupinu **vždy atom vodíku**.

❑ Funkční skupinu (**$-\text{CHO}$**) je vždy na konci uhlovodíkového řetězce.

❑ charakteristická skupina



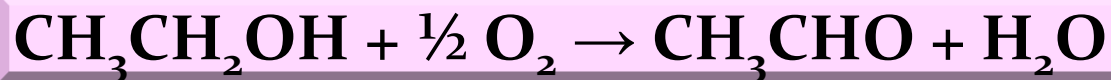
❖ **pozor** na záměnu s alkoholy **$-\text{COH}$!!!**

Aldehydy

□ Příprava a výroba aldehydů

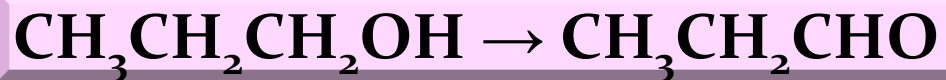
➤ mírnou oxidací primárních alkoholů

- oxidační činidlo - oxid seleničitý, oxid chromový nebo oxid manganičitý

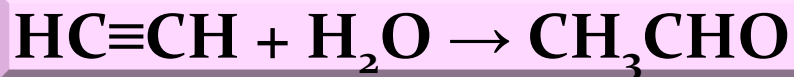


- katalyzátory - jemně rozptýlené stříbro či měď

➤ dehydrogenace primárních alkoholů (základ průmyslové výroby)



➤ adicí vody na alkyny

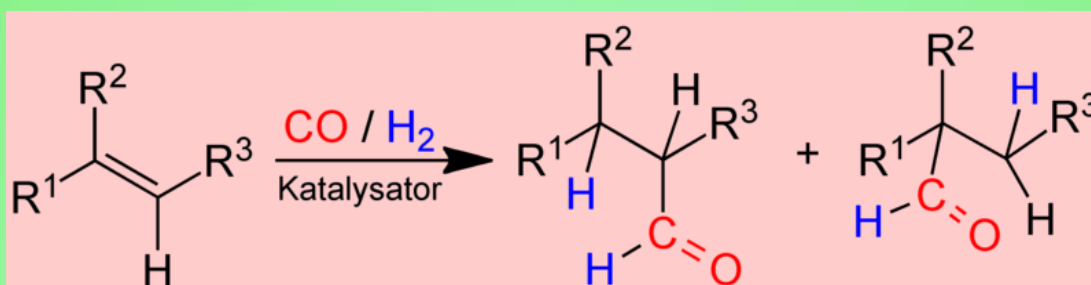


Aldehydy

❑ Příprava a výroba aldehydů

➤ adicí alkenů vodíkem a oxidem uhelnatým

- tato reakce se označuje jako *hydroformylace alkenů* (*oxo-syntéza*)



směs n -aldehydu (vlevo) a i -aldehyd (vpravo)

➤ oxidací arenů u nichž se $-\text{CHO}$ váže přímo na aromatické jádro

- které mají na své aromatické jádro přímo vázán alkyl

Aldehydy - přirozený výskyt

- aldehydy jsou v přírodě velmi běžné
- vonné součásti rostlinných silic
- často se vyskytují v ovoci a zelenině
- hexanal lze nalézt např. v jablka, hrušky, broskve a třešně
- 2-hexenal -jablka, broskve, třešně , švestky hrušky, pomeranče a jahody
- součást mnohých vonných látek - skořice, vanilín



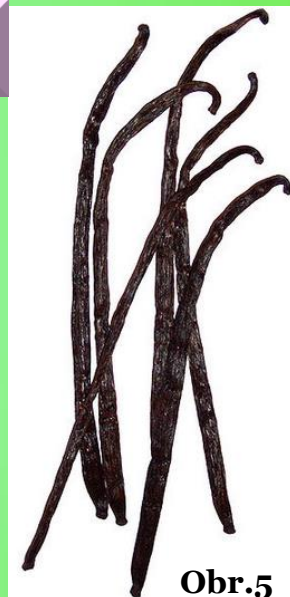
Obr.2



Obr.3



Obr.4



Obr.5

- většina cukrů jsou deriváty aldehydů - aldózy
- aldózy existují jako POLOACETALY

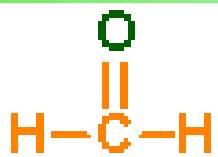


Fyzikální vlastnosti

- ☐ Methanal je jedinou karbonylovou sloučeninou, která se za běžných podmínek vyskytuje v **plynném** skupenství.
- ☐ těkavé aldehydy mají pronikavý zápach
- ☐ fyzikální vlastnosti aldehydů závisí především na počtu atomů uhlíku
- ☐ na vzduchu se rozkládají - autooxidace
- ☐ rozpustnost ve vodě závisí na počtu atomů uhlíku
- ☐ s rostoucím počtem atomů rozpustnost značně klesá
- ☐ tyto sloučeniny se také dobře rozpouštějí v ethanolu a diethyletheru

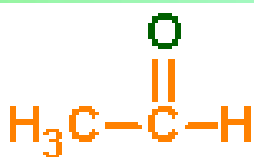
Názvosloví aldehydů

- ❑ složením názvu základního uhlovodíku s příponou **-al**
- ❑ polotriviální názvy, kdy je název aldehydu tvořen z kmenu latinského názvu kyseliny, která vzniká jeho oxidací, a koncovky **-aldehyd**
- ❑ při číslování řetězce má karbonylová sloučenina **vysokou prioritu**
- ❑ Vyšší prioritu však mají karboxylové a sulfonové kyseliny.
- ❑ jednotnou předponou pro karbonylové sloučeniny (aldehydy i ketony) je předpona **oxo-**



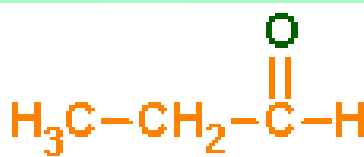
methanal

formaldehyd



ethanal

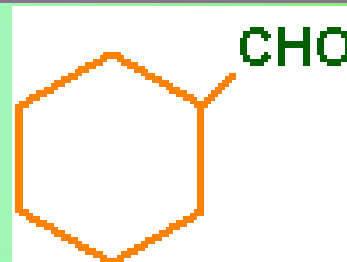
acetaldehyd



propanal

propionaldehyd

cyklohexankarbaldehyd





Chemické vlastnosti

❑ reaktivita aldehydů je značně vysoká

➤ způsobuje ji přítomnost karbonylové skupiny

➤ π -elektrony jsou posunuty k atomu kyslíku, který má oproti uhlíku vyšší elektronegativitu

➤ díky tomu na atomu uhlíku dochází k tvorbě kladného parciálního náboje

❑ reaktivita aldehydů postupně klesá s rostoucím počtem atomů uhlíku

❑ Aldehydy se od ketonů odliší Fehlingovým činidlem (CuSO_4 v prostředí vínanu sodnodraselného a NaOH) nebo Tollensovým činidlem (AgNO_3 v prostředí amoniaku) - ketony nereagují.

Chemické vlastnosti

□ adice

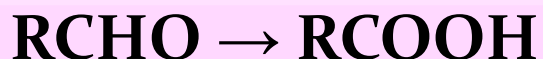
➤ probíhá nukleofilním mechanismem (dvě fáze)

- Nejdříve se nukleofilní částice připojí na uhlík vázaný s kyslíkem v karbonylové skupině, čímž dojde k zániku dvojné vazby, výsledkem je anion.
- Ten následně reaguje s elektrofilní částicí v kyselém prostředí, protože touto částicí je nejčastěji proton.

□ oxidace

➤ reakce s kyslíkem, probíhá u aldehydů velmi lehce

➤ produktem je pak příslušná karboxylová kyselina



➤ silná redukční činidla

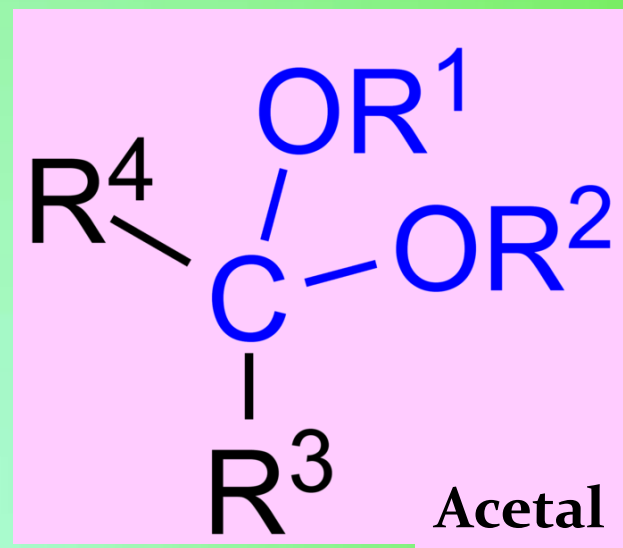
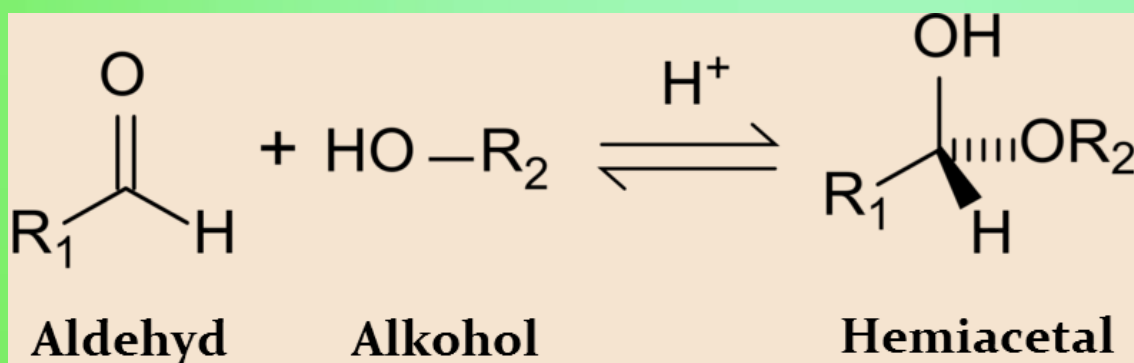
Chemické vlastnosti

☐ reakce s alkoholy

➤ Reakci aldehydu s alkoholem je nutné katalyzovat malým množstvím chlorovodíku

▪ dochází ke vzniku poloacetalu

▪ Poloacetal je sloučenina, která obsahuje jednu skupinu **-OH**, která může reagovat s protonem za vzniku acetalu.

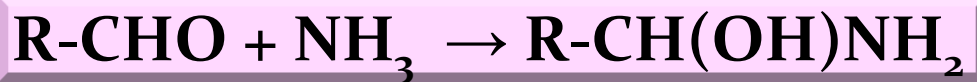




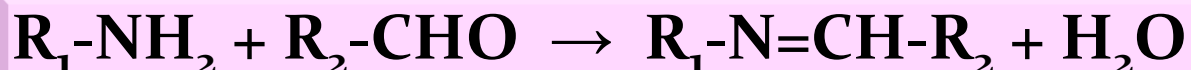
Chemické vlastnosti

☐ reakce s amoniakem a aminy

- primární i sekundární aminy
- primárními produkty adice jsou nestálé aminohydroxysloučeniny
- stabilizují se podle druhu použité zásady



- Z aromatických aldehydů a alifatických nebo aromatických primárních aminů vznikají tzv. Schiffovy zásady.



Formaldehyd

HCHO

methanal



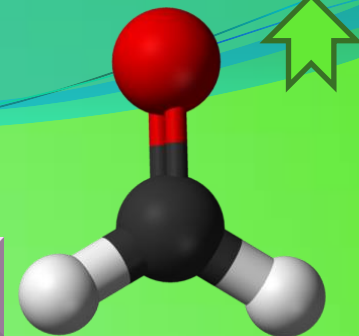
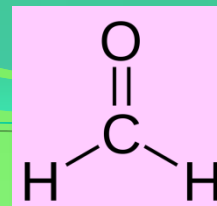
Obr.6



Obr.7



Obr.8



- ☐ dráždí kůži, oči (vyvolává slzení) a dýchací cesty
- ☐ vyšší koncentrace vyvolávají zákal rohovky i ztrátu zraku
- ☐ částečně se vstřebává kůží a může způsobovat podráždění nebo alergické reakce
- ☐ při požití může dojít k poleptání až proděravění sliznice
- ☐ toxický efekt zvyšuje přítomnost methanolu jako stabilizačního činidla
- ☐ V těle se formaldehyd přeměňuje na kyselinu mravenčí, která zvyšuje kyselost krve a vede k dušnosti, snížení tělesné teploty, kómatu a v závažných případech až smrt.
- ☐ formaldehyd může poškozovat centrální nervovou soustavu
- ☐ organizaci IARC byl klasifikován jako karcinogen skupiny 1

Formaldehyd

HCHO

methanal



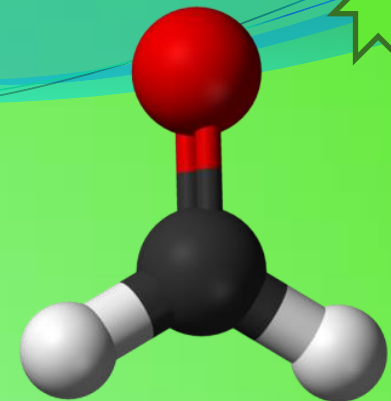
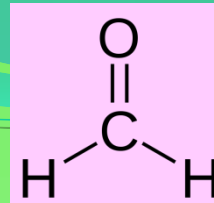
Obr.6



Obr.7



Obr.8



☐ bezbarvý, štiplavě páchnoucí, jedovatý plyn

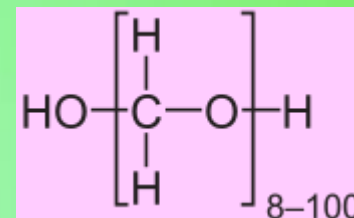
☐ ve vodě je dobře rozpustný

☐ je dobře rozpustný v dalších polárních rozpouštědlech

☐ v nepolárních rozpouštědlech se rozpouští špatně

☐ 35-50 % vodný roztok formaldehydu se nazývá formalín

☐ formalín se polymerizací mění na bílou pevnou látku nazývanou paraformaldehyd
typický stupeň polymerizace 8-10 jednotek



☐ komerční vodné roztoky se pro ochranu před polymerizací stabilizují přísadou methanolu

☐ při 150 °C se methanal rozkládá na methanol a oxid uhelnatý

Formaldehyd

HCHO

methanal



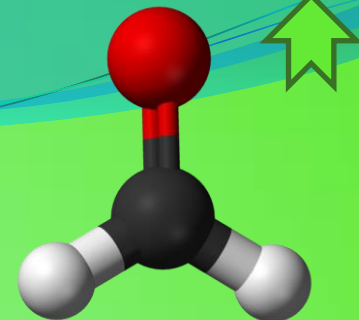
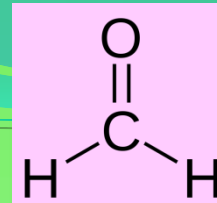
Obr.6



Obr.7



Obr.8



Použití

❑ výroba močovino-formaldehydových pryskyřic (25%)

➤ se používají např. jako lepidla pro překližky a koberce

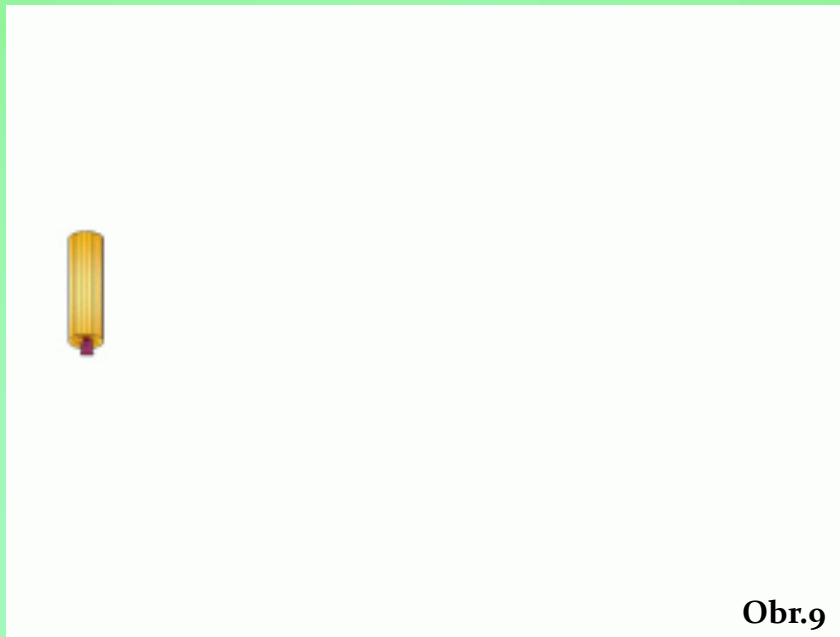
➤ také se z nich vyrábí lisované produkty nebo pěnové izolace



Obr.11



Obr.10



Obr.9



Obr.12

Formaldehyd

HCHO

methanal



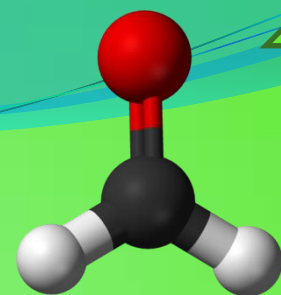
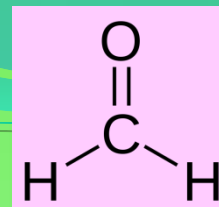
Obr.6



Obr.7



Obr.8



Použití

☐ výroba kvalitního japonského porcelánu NIKKO (15%)



Obr.13



Obr.14

Obr.15



Obr.16

☐ s fenolem za vzniku fenolové pryskyřice - reaktoplasty (dříve termosety) - bakelit

Formaldehyd

methanal

HCHO



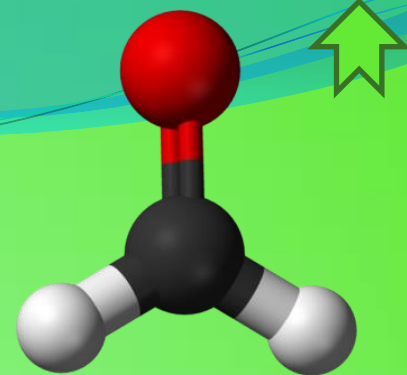
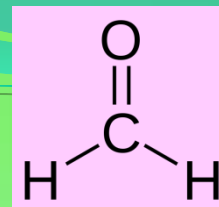
Obr.6



Obr.7



Obr.8



Použití

☐ textilním a fotografickém průmyslu

☐ výroba barviv

☐ výroba léčiv

➤ ve vakcínách, např. v *Havrix 1440* proti hepatitidě A

☐ při zpracování kůží

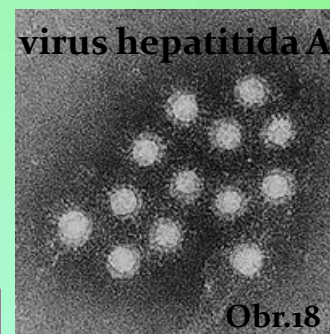
☐ výroba umělých sladidel

☐ gumárenský průmysl - urychlovače

☐ při elektropokovování, jako inhibitor koroze kovu



Obr.17



Obr.18



Obr.19

Formaldehyd

HCHO

methanal



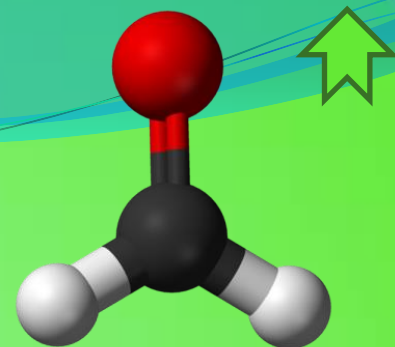
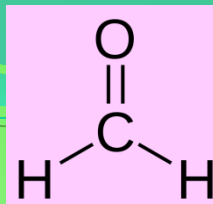
Obr.6



Obr.7



Obr.8



Použití

☐ vodný roztok - konzervace biologického materiálu

☐ Vodný roztok formaldehydu s fenolem, tetraboritanem sodným a glycerolem se nazývá Galli-Valeriův roztok.

➤ dezinfekci lékařských nástrojů



Obr.20

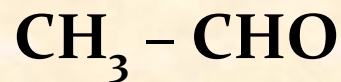
☐ prostředek ke konzervaci dřeva

☐ zabíjí většinu bakterií, proto se používá také jako konzervační prostředek pro některé potraviny - E 240
V ČR je jeho používání v potravinářství zakázáno!!!

☐ zemědělství - desinfekce půdy a semen a jako insekticid a fungicid.

Acetaldehyd

ethanal



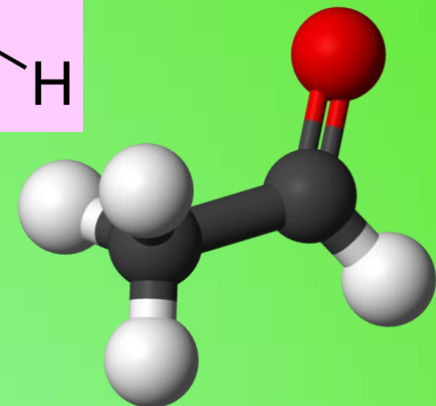
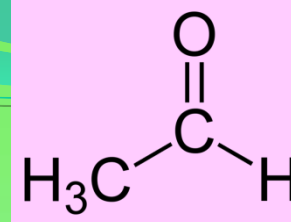
Obr.21



Obr.7



Obr.22



☐ bezbarvá těkavá hořlavá kapalina

☐ štiplavý zápach

☐ přirozeně se vyskytuje v kávě, chlebu a zralém ovoci

☐ produkován rostlinami jako součást jejich metabolismu

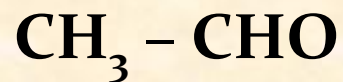
☐ vzniká při metabolizování ethanolu
alkoholdehydrogenázou - je příčinou kocoviny

☐ mísitelný s vodou v každém poměru

☐ uchovávat v chladu - vře při 20°C a tvoří výbušné směsi
se vzduchem

Acetaldehyd

ethanal



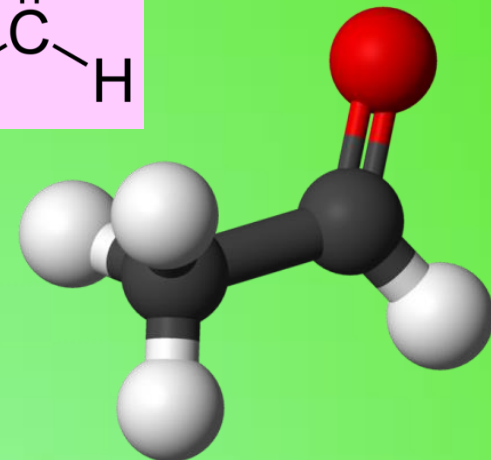
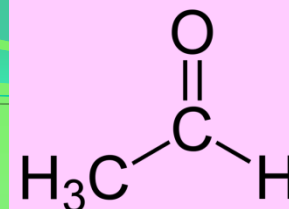
Obr.21



Obr.7

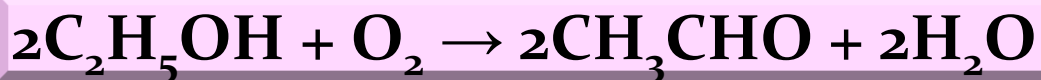


Obr.22



Příprava a výroba

- ☐ připravuje se oxidací ethanolu kyslíkem nebo oxidem měďnatým



- ☐ hydratací acetylenu (ethynu)



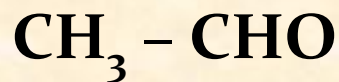
- ☐ hlavní výrobní metoda je oxidace ethylenu



Acetaldehyd

ethanal

Použití



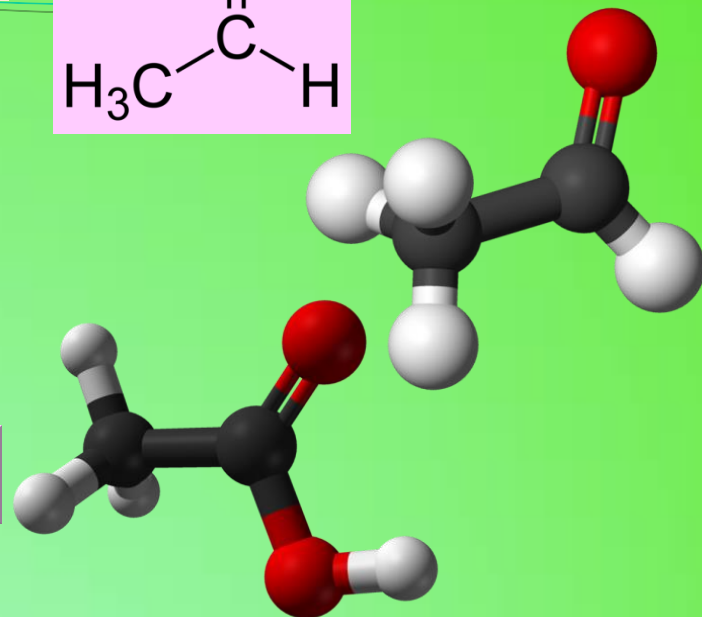
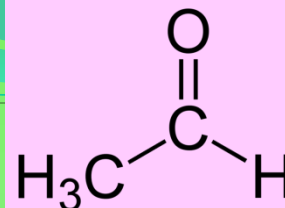
Obr.21



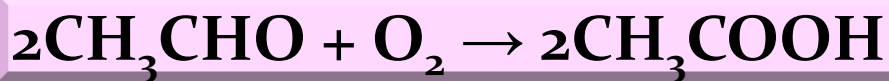
Obr.7



Obr.22



☐ výroba kyseliny octové



☐ výroba voňavek

☐ výroba léků

☐ výroba pryskyřic

☐ výroba drog

☐ výroba syntetického kaučuku



Obr.23

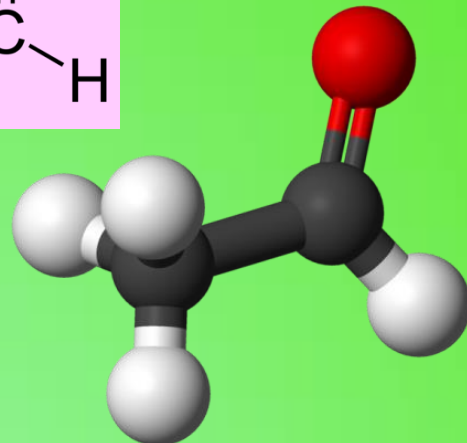
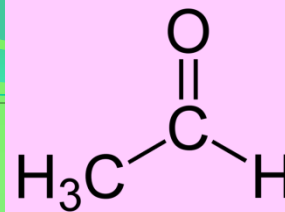


Obr.24

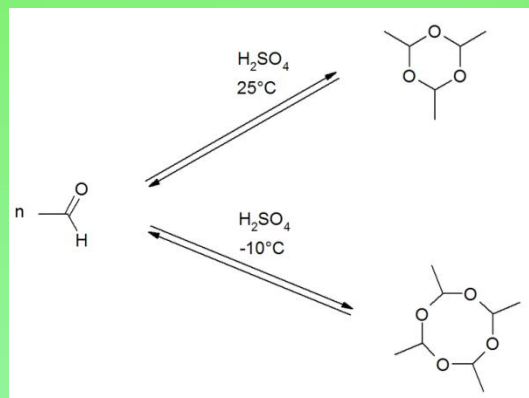
Acetaldehyd

ethanal

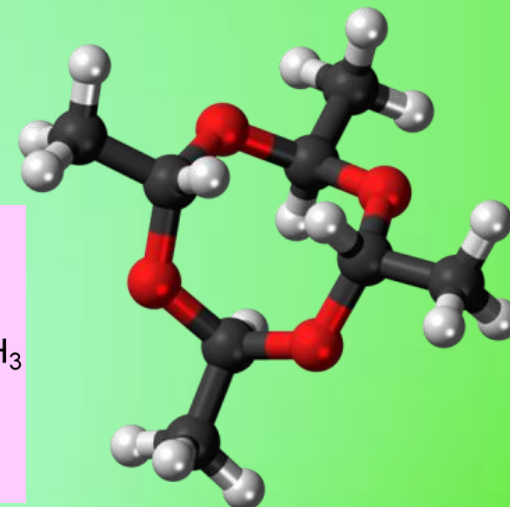
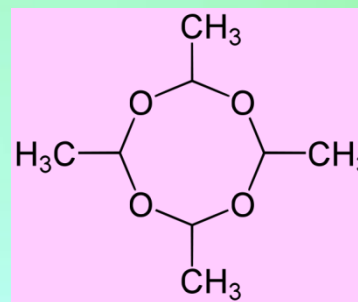
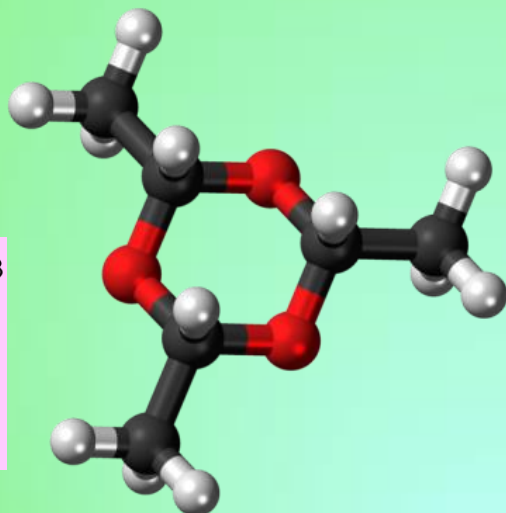
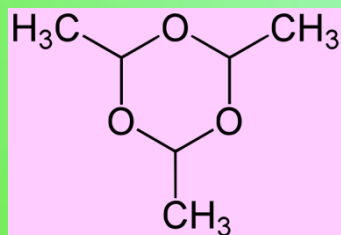
$\text{CH}_3 - \text{CHO}$



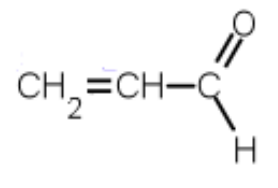
□ polymerace



□ polymer paraldehyd se používá jako palivo „pevný líh“
a moluskocid (měkkýši zejména šneci), uspávací prostředek

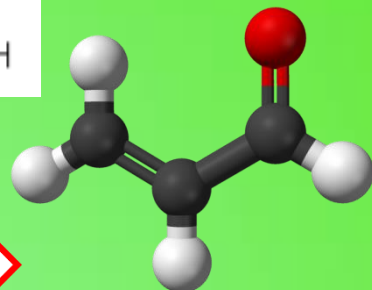


Akrylaldehyd



akrolein

prop-2-enal



☐ bezbarvá až žlutá kapalina



Obr.6



Obr.21



Obr.8



Obr.25

☐ ostrý, štiplavý, nepříjemný zápach podobný
přepálenému tuku

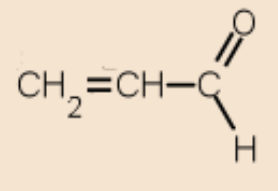
➤ při vysoké teplotě se tuky rozloží na mastné kyseliny,
akrolein a vodu

☐ vysoce toxický - dráždí dýchací cesty, při vyšší
koncentraci smrt

☐ karcinogenní (kategorie 3B)

☐ velmi hořlavý a může tvořit výbušné směsi se vzduchem

Akrylaldehyd



akrolein

prop-2-enal

Použití



Obr.6



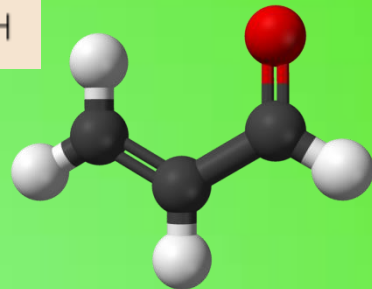
Obr.21



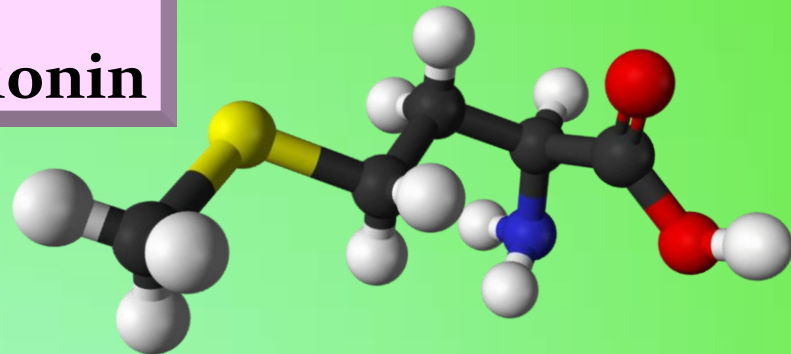
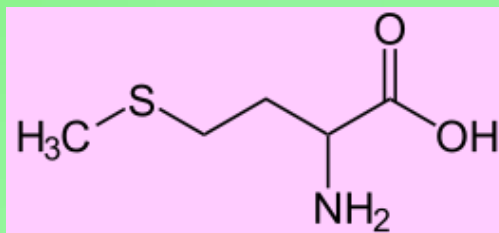
Obr.8



Obr.25



☐ meziprodukt v průmyslové výrobě syntetických aminokyselin - methionin



☐ kontaktní herbicid pro ponořený a plovoucí plevel a pro řasy v zavlažovacích a odpadních kanálech

☐ v ropném a plynárenském průmyslu se používá jako biocid do vrtných vod a k odstranění sirovodíku a merkaptanů

☐ výroba polyesterových pryskyřic, polyuretanu, propylenglykolu, kyseliny akrylové, akrylonitrilu a glycerolu

Benzaldehyd

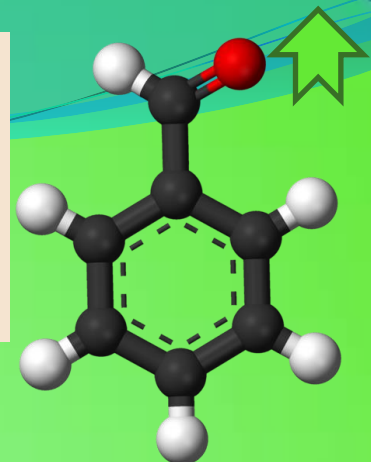
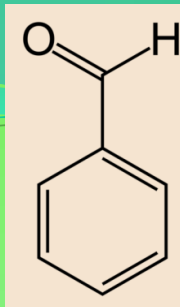
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$



Obr.22

benzenkarbaldehyd

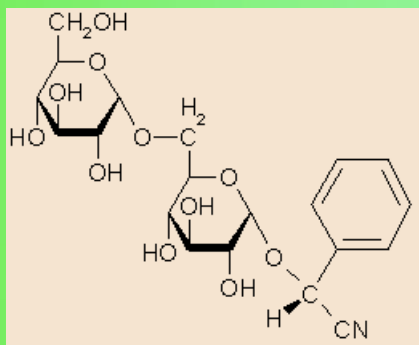
fenylmethanal



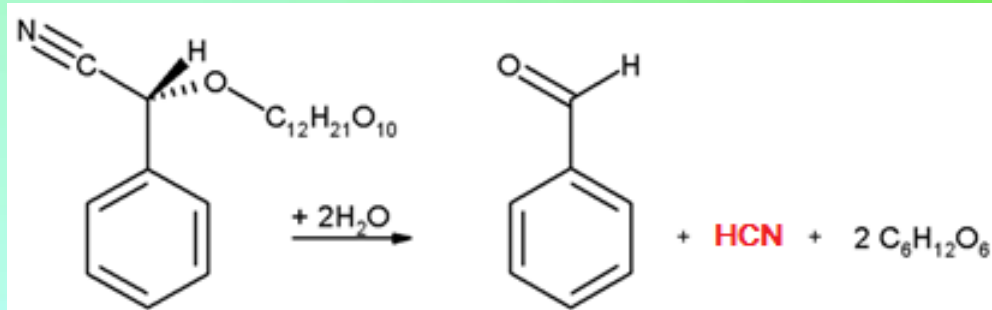
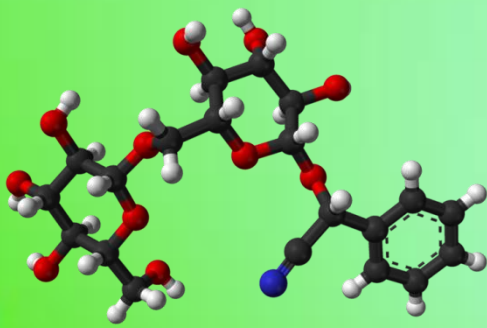
□ bezbarvá kapalina hořkomandlové vůně

➤ květy akátu

➤ semena mandlí, meruněk, broskví, jablek, třešní, ořechů a dalšího ovoce obsahují podstatné množství **amygdalinu**



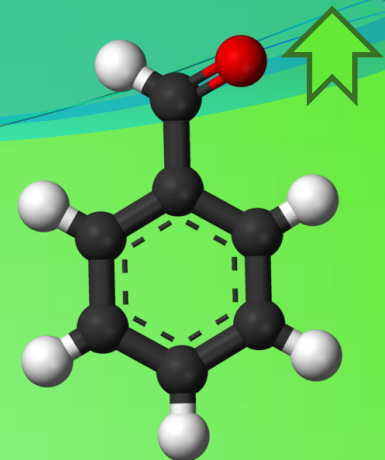
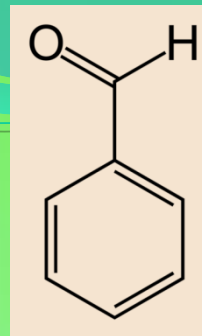
➤ Tento glykosid může být štěpen nižšími enzymy za vzniku benzaldehydu, **jedovaté kyseliny kyanovodíkové** a dvou molekul glukózy.



Benzaldehyd



Obr.22



benzenkarbaldehyd

fenylmethanal

Použití

☐ výchozí složka pro syntézu kyseliny mandlové

➤ antibakteriální látka, zvláště při léčbě infekcí močového traktu

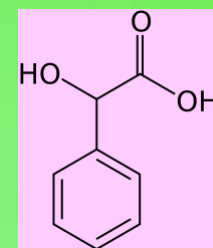
➤ používá se také jako orální antibiotikum

➤ léčba kožních problémů, akné u dospělých, vrásky ...

☐ potravinářský průmysl - ochucovadlo s příchutí mandlí

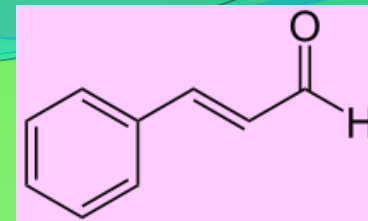
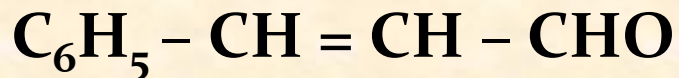
☐ složka všech destilátů získaných kvašením ovoce

☐ jedna ze složek chutě vína a jeho bouquetu (vůně)



Obr.26

Aldehyd skořicový



Cinnamaldehyd

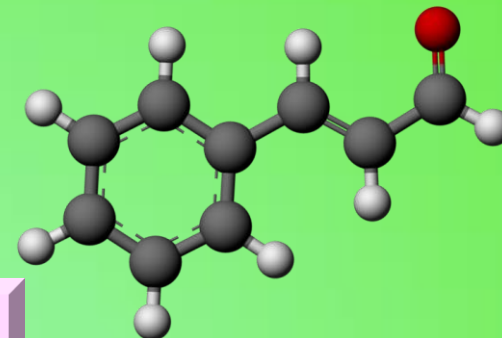


Obr.22

❑ nažloutlá, olejovitá kapalina

❑ intenzivně voní po skořici

➤ parfumerie – vůně orientálních parfémů



Obr.2



Obr.3



Obr.28

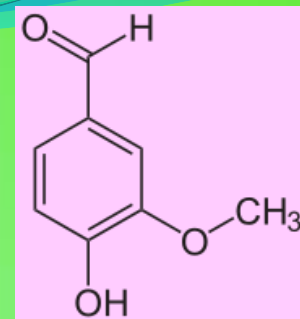


Obr.27

Esenciální olej z kůry

Vanilin

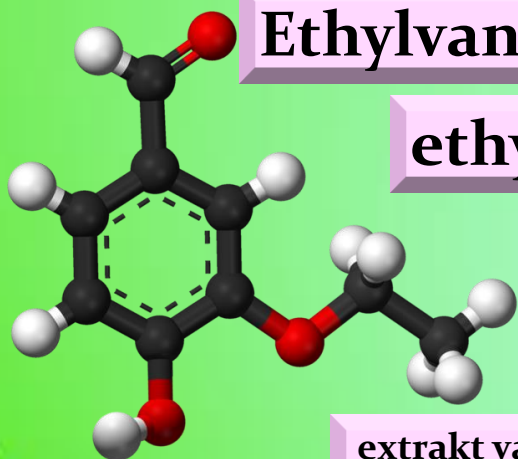
4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyd



- ☐ bílá krystalická látka se silnou květinovou vůní, sladká chuť
- ☐ těkavá složka silice obsažené v tobolkách (vanilka) druhy orchidejí rodu vanilovník
- ☐ ochucování sladkých jídel, pochutin a nápojů, výroba parfémů, voňavek, mýdel, léků z - doplňková součást tekutých přípravků (kapek, kloktadel aj.) a mastí

Ethylvanilin (3-ethoxy-4-hydroxybenzaldehyd)

ethylvanilin asi třikrát silnější než vanilin



extrakt vanilky

Obr.29



Obr.31



Obr.30



Obr.4



Obr.5

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** USDA FOTOGRAFIE. *Soubor: Cinnamomum verum1.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cinnamomum_verum1.jpg
- Obr.3** VIATOUR, Luc. *Soubor: Cinnamomum verum Canelle Luc Viatour crop1.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canelle_Cinnamomum_verum_Luc_Viatour_crop1.jpg
- Obr.4** SUNIL, Elias. *Soubor: Vanilla beans.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vanilla_beans.jpg
- Obr.5** B.NAVEZ. *Soubor: Vanilla 6beans.JPG - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vanilla_6beans.JPG
- Obr.6** 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.7** 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.8** TORSTEN 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.9** LYENA. *Soubor: How-To-Make-Plywood.gif - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:How-To-Make-Plywood.gif>
- Obr.10** ROTOR DB. *Soubor: Plywood.jpg- Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plywood.jpg>
- Obr.11** BYSTANDER. *Soubor: Birch plywood.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Birch_plywood.jpg
- Obr.12** RYJ. *Soubor: PP 2.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PP_2.jpg

Citace

Obr.13 KLAUSBO. *Soubor: Transparentní porcelain.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transparent_porcelain.jpg

Obr.14 CY21. *Soubor :Japanese porcelain.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Japanese_porcelain.jpg?uselang=de

Obr.15 ROYAN, Jorge. *Soubor:Dresden Porcelain Collection - 07-1972.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dresden_Porcelain_Collection_-_07-1972.jpg?uselang=de

Obr.16 TRABANT. *Soubor: Trabant.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trabant.jpg>

Obr.17 SANNSE. *Soubor: Cloth 800.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloth_800.jpg

Obr.18 PARTIN, Betty. *Soubor: Hepatitis A virus 01.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hepatitis_A_virus_01.jpg

Obr.19 CDC / DR. THOMAS F.. *Soubor: Žloutenka eye.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jaundice_eye.jpg

Obr.20 GOSSIPGUY. *Soubor: NHM formaldehyde.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NHM_formaldehyde.jpg

Obr.21 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.22 HENNING, Torsten. *Soubor:GHS-pictogram-exclam.svg - Wikimédie* [online]. [cit. 1.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-exclam.svg>

Obr.23 PINGSTONE, Adrian. *Soubor: Parfémy police 536pix.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perfume_shelf_536pix.jpg

Obr.24 NIEMAYER. *Soubor: Surfanzug.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Surfanzug.jpg>

Citace

Obr.25 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.26 KARWATH, André. *Soubor: Red Wine Glas.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Wine_Glas.jpg

Obr.27 ITINERANTTRADER. *Soubor: CinnamonBarkEssentialOil.png* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CinnamonBarkEssentialOil.png>

Obr.28 NATARÁDŽA. *Soubor: Cinnamomum verum.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cinnamomum_verum.jpg

Obr.29 ITINERANTTRADER. *Soubor: Cinnamomum verum.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cinnamomum_verum.jpg

Obr.30 AUTOR NEUVEDEN. *Soubor: Vanilla planifolia 1.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vanilla_planifolia_1.jpg?uselang=cs

Obr.31 GARDENS, Kew. *Soubor: Vanilla planifolia3.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 8.8.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vanilla_planifolia3.jpg?uselang=cs

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