



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Ladislav Kažimír

Datum vytvoření: 20.05.2013

Číslo DUMu: VY_32_INOVACE_12_Ch_OCH

Ročník: II.

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Chemie

Tematický okruh: Organická chemie

Téma: Fenoly

Metodický list/anotace:

Prezentace je určena pro téma **Fenoly** 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

FENOLY

☐ FENOLY, PŘÍPRAVA A VÝROBA

☐ VÝSKYT FENOLŮ

☐ NÁZVOSLOVÍ FENOLŮ

☐ FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

☐ CHEMICKÉ VLASTNOSTI

☐ FENOL

☐ KRESOLY

☐ THYMOL

☐ BENZENDIOLY

☐ BENZENTRIOLY

☐ PYROKATECHOL

☐ PYROGALLOL

☐ RESORCINOL

☐ FLOROGLUCINOL

☐ HYDROCHINON

☐ HYDROXYHYDROCHINON

Fenoly

Hydroxyderiváty

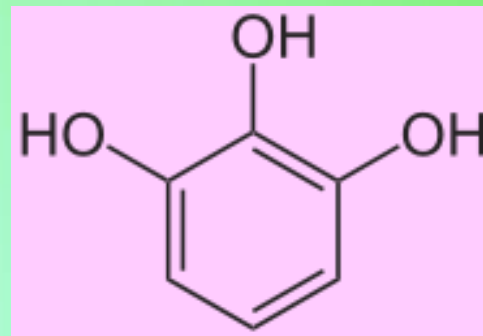
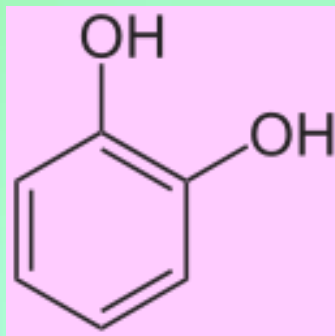
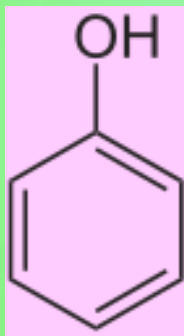
- ❑ Fenoly jsou aromatické hydroxylové deriváty uhlovodíků - hydroxylová funkční skupina ($-\text{OH}$) vázána přímo na benzenový kruh (aromatické jádro).

- ❑ charakteristická skupina

$-\text{OH}$



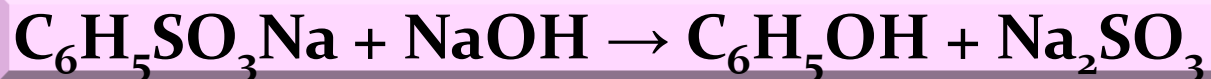
- ❑ dělíme dle počtu $-\text{OH}$ na jednosytné, dvojsytné, trojsytné



Fenoly

☐ Příprava a výroba fenolů

- frakční destilací dehtů
- hydrolýza fenolických esterů nebo etherů
- tavením hydroxidů se solí arylsulfonové kyseliny



- redukce chinonů
- hydrolýza diazoniových solí
- náhrada aromatického aminu hydroxylovou skupinou pomocí vody

Fenoly - přirozený výskyt látek fenolické struktury

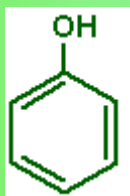


- kyselina salicylová - vrbová kůra, nezralé ovoce, zelenina
- kapsaicin - pálivá sloučenina obsažená v chilli papričkách
- eugenol - hlavní složka esenciálního oleje hřebíčku
- kyselina gallová - obsažená v hálkách - na rostlinách působením látek - hmyz, houba, bakterie, roztoč
- estradiol - estrogen (hormon)
- tyrosin - aminokyselina
- malinový keton - silná malinová vůně
- serotonin / dopamin / adrenalin / noradrenalin - přirozené neurotransmitery
- guajakol - kouřová vůně - v pražené kávě, whisky a kouři
- thymol - mateřídouška, tymián, dobromysl (oregano)

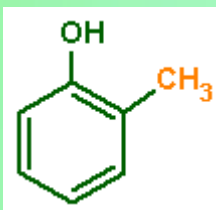


Názvosloví fenolů

- ❑ složením názvu základního uhlovodíku s příponou **-ol**
- ❑ systematické pojmenovávání se prakticky nepoužívá
- ❑ u fenolů se nejčastěji využívají triviální anebo polotriviální názvy
- ❑ 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.

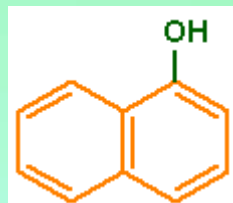


fenol

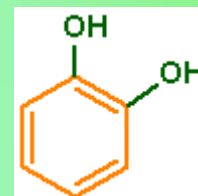


2-methylfenol

o-kresol



naft-1-ol



benzen-1,2-diol

pyrokatechol



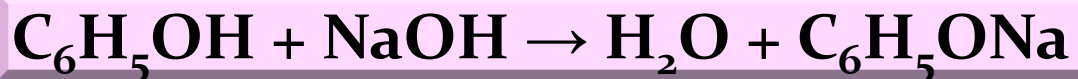
Fyzikální vlastnosti

- ☐ za standardních podmínek vyskytují výhradně v pevném či kapalném skupenství
- ☐ mají svůj charakteristický zápach
- ☐ jsou bezbarvé, avšak účinkem světla či atmosférického kyslíku se zbarvují, a to do červenohnědých odstínů
- ☐ většinou omezeně rozpustné ve vodě
- ☐ dobře se rozpouští v ethanolu či etheru
- ☐ Nejjednodušší fenoly většinou patří mezi jedovaté látky, přičemž mnohé z nich mají antiseptické účinky.
- ☐ polyfenolické látky patří k důležitým antioxidantům v organismu
- ☐ teploty tání a varu fenolů jsou vyšší - zapříčiněno existencí vodíkového můstku



Chemické vlastnosti

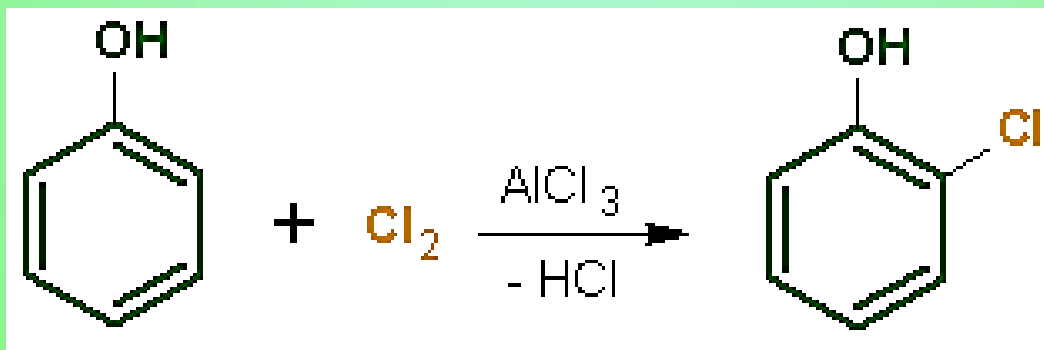
- ☐ Substituent –OH na aromatickém jádře vytváří kladný mezomerní efekt $M+$
- kyslík poskytuje své valenční elektrony do aromatického jádra, čímž v něm zvyšuje elektronovou hustotu
 - proto dochází ke snadnějšímu odštěpení protonu H^+
- ☐ Fenoly tedy řadíme, stejně jako alkoholy, mezi slabé kyseliny (silnější než alkoholy).
- ☐ Reakcí fenolů se silnými zásadami vznikají fenoláty.





Chemické vlastnosti

- ☐ reakce u fenolů lze realizovat i na samotném aromatickém jádře
- reakce probíhají jako substituce elektrofilní S_E
- kladný mezomerní efekt usměrňuje navázání částic do polohy 2 a 4
- substituce probíhají v přítomnosti Lewisovy kyseliny

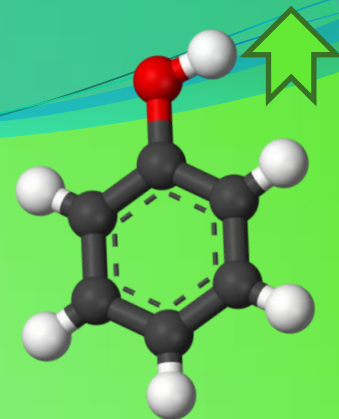
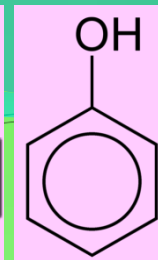
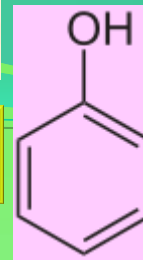


Fenol

C_6H_5OH

hydroxybenzen

kyselina karbolová



☐ bílá krystalická pevná látka

☐ sladkého dehtového zápachu, jedovatý

☐ leptavé účinky na všechny tkáně v těle

☐ smrtelná dávka se pohybuje od 1 do 12 g

☐ při požití fenol vyvolává pálivou bolest

☐ V ústech, jícnu a žaludku se objevuje bílá nekróza, fenol způsobuje zvracení a krvavý průjem.

☐ kontakt s kůží - pálení, které je ale následně vystřídáno necitlivostí a zběláním kůže

☐ Bolesti hlavy, závratě, hypotenze, komorová arytmie, mělký dech pobledlost až cyanóza. V počátku křeče, brzy ale nastupuje útlum až bezvědomí.



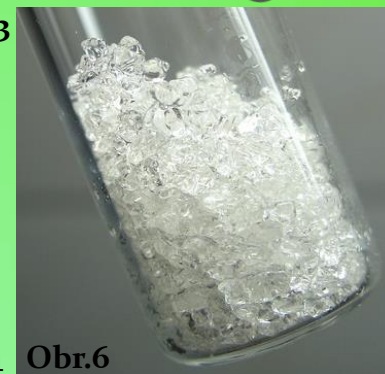
Obr.3



Obr.5



Obr.4

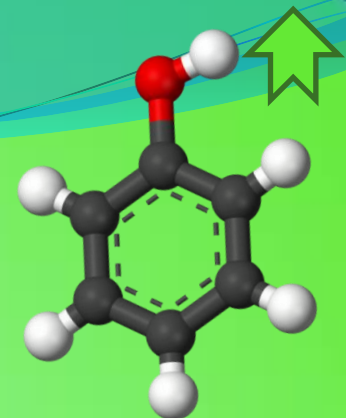
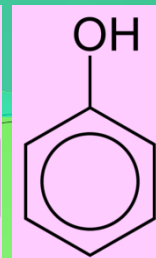
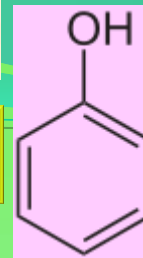
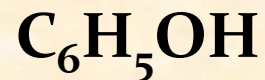


Obr.6



Obr.7

Fenol



hydroxybenzen

kyselina karbolová

☐ omezeně se rozpouští ve vodě (8,3 g/100 cm³)
2% roztok se nazývá „karbolová voda“

☐ voda je omezeně rozpustná ve fenolu (28 g/100 cm³)

☐ oddělují se fáze roztoku vody ve fenolu (těžší)
a roztoku fenolu ve vodě (lehčí)

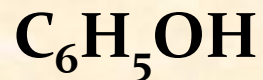
☐ Při teplotách nad 68,8 °C je fenol s vodou
mísitelný v každém poměru.

☐ Fenoly jsou v přírodě běžné. V listech rostlin jako ochrana
před okusováním býložravci - západní jedovatý dub.

Výroba

☐ částečnou oxidací benzenu nebo redukcí kyseliny benzoové

Fenol



hydroxybenzen

kyselina karbolová

Použití



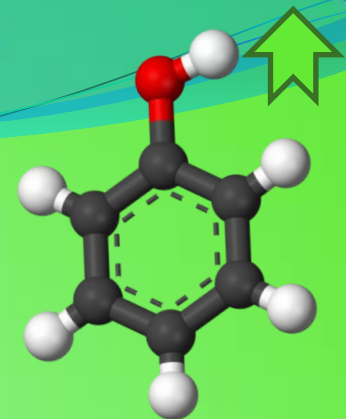
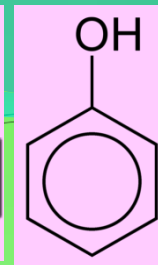
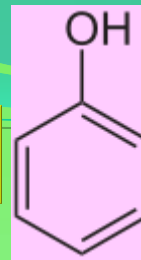
Obr.3



Obr.4



Obr.5



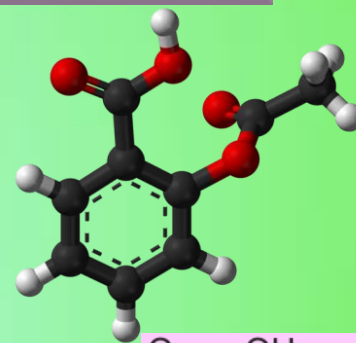
☐ výroba plastů

➤ kondenzací s acetonem dává bisfenol-A

▪ polykarbonáty a epoxidové pryskyřice

➤ Částečná hydrogenace fenolu dává cyklohexanon - předchůdce nylonu.

➤ Kondenzace fenolu s formaldehydem - fenolové pryskyřice - bakelit.

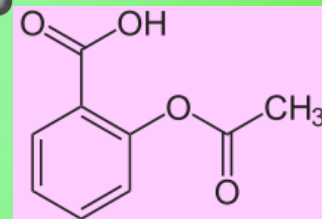


☐ výroba léčiv

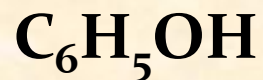


Obr.8

➤ kyselina acetylsalicylová – aspirin (acylpyrin)

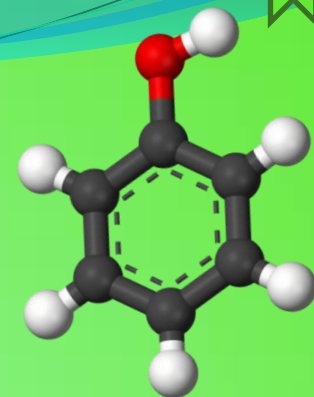
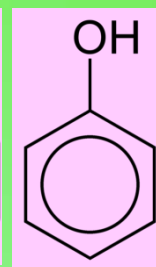
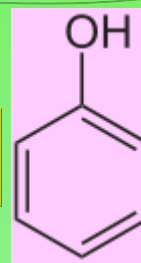


Fenol



hydroxybenzen

kyselina karbolová



Použití



Obr.3



Obr.4



Obr.5

☐ výroba léčiv

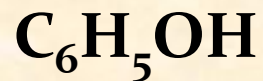
➤ orální anestetikum/analgetikum jako je chloraspetic nebo jiné značky používané k léčbě hltanu

➤ antiseptikum, zejména karbolové mýdlo

☐ součást průmyslových nátěrů používaných v leteckém průmyslu

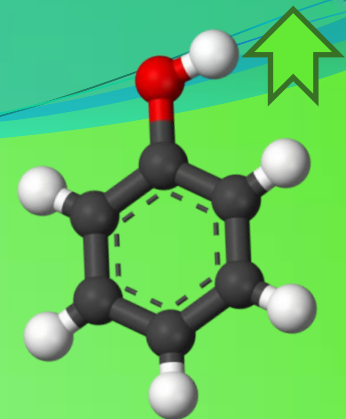
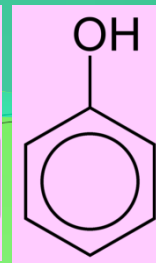
☐ nátěry pro odstranění epoxidových, polyuretanových a jiných chemicky odolných povlaků

Fenol



hydroxybenzen

kyselina karbolová



Použití



Obr.3



Obr.4



Obr.5

☐ kosmetika

➤ opalovací přípravky

➤ barvy na vlasy

➤ přípravky pro bělení kůže

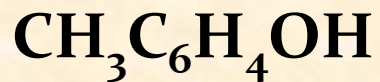
- sloučeniny obsahující fenolické báze lze použít k ochraně vlasů a kůže proti ultrafialovému záření

☐ kosmetická chirurgie

➤ exfoliant - k odstranění vrstev mrtvé kůže

➤ léčba zarostlých nehtů - zabránění opětovnému zárůstu

Kresoly



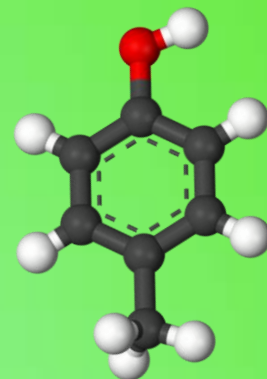
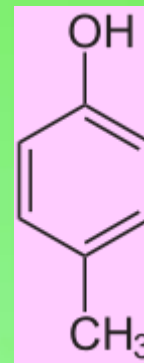
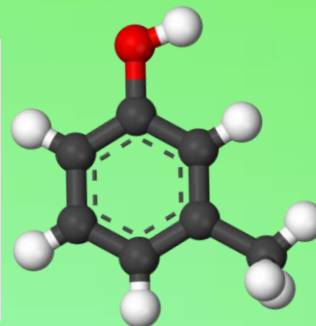
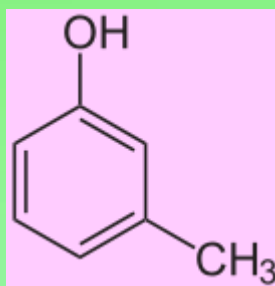
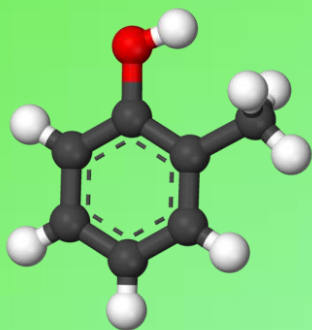
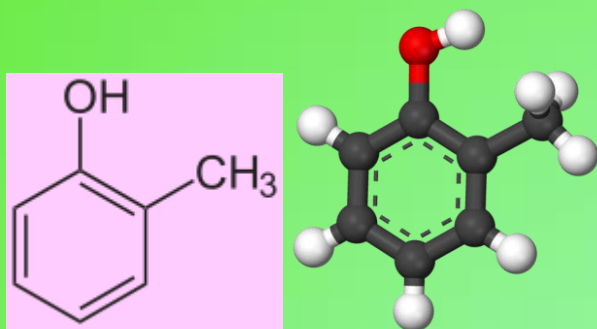
Obr.3



Obr.5

methylnfenoly

hydroxytolueny



o - kresol

m - kresol

p - kresol

ortho - kresol

meta - kresol

para - kresol

2-methylnfenol

3-methylnfenol

4-methylnfenol

2-hydroxy-
1-methylbenzen

3-hydroxy-
1-methylbenzen

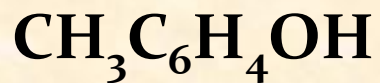
4-hydroxy-
1-methylbenzen

☐ Všechny tři jsou obsaženy v černouhelném dehtu.

Obr.11



Kresoly



Obr.3

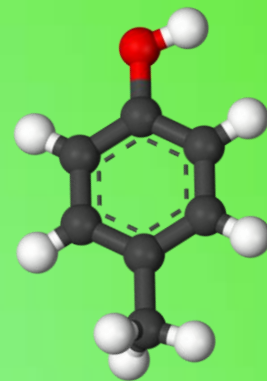
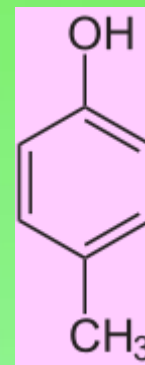
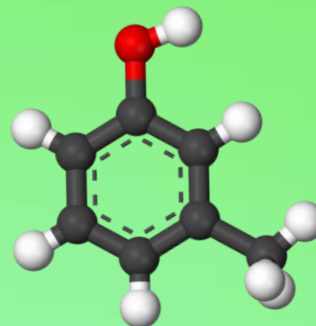
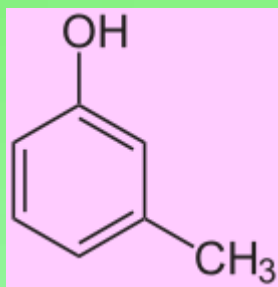
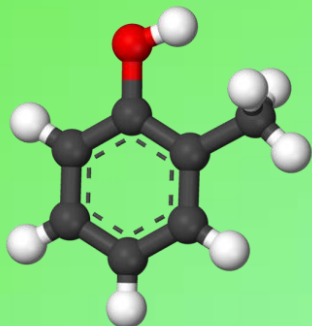
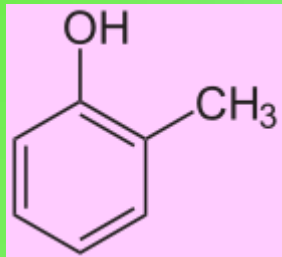


Obr.5



methyľfenoly

hydroxytolueny



o – kresol, pevná l.

m – kresol, kapalina

p – kresol, pevná l.

☐ jsou velmi citlivé na světlo a vzduch, hořlavé



Obr.9

☐ při teplotách nad 80°C se vzduchem výbušné směsi



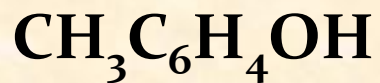
Obr.10

☐ špatně rozpustné ve vodě

☐ mají dehtovitý zápach

☐ pomalu oxidují a nečistoty často dávají kresoly žlutavě až hnědavě červený nádech

Kresoly



Obr.3

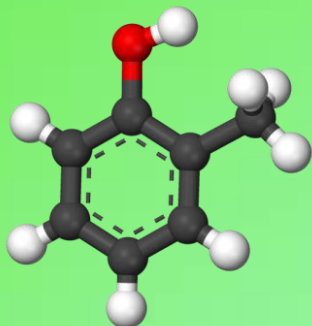
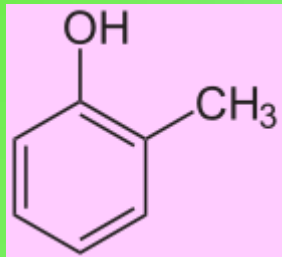


Obr.5

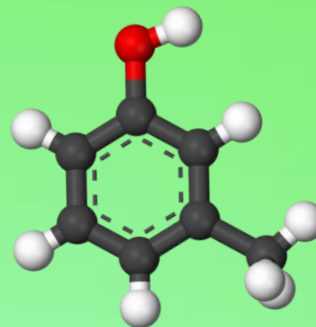
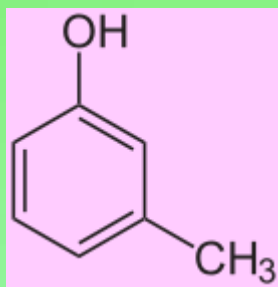


methyľfenoly

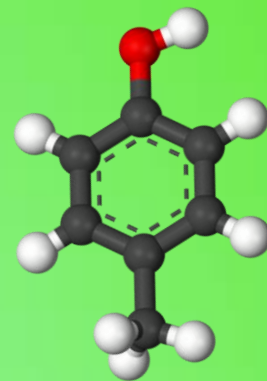
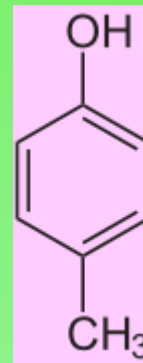
hydroxytolueny



o - kresol



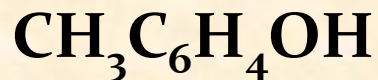
m - kresol



p - kresol

- ❑ Příznaky chronické otravy jsou bolest hlavy , kašel, nevolnost, ztráta chuti k jídlu a malátnost a nespavost.
- ❑ Akutní otrava s poškozením ledvin a poruchy centrálního nervového systému, křeče, bezvědomí a respirační paralýza.
- ❑ příznaky otravy u lidí cca 3 g od přibližně 10 g je možnost smrtelného šoku

Kresoly



Obr.3

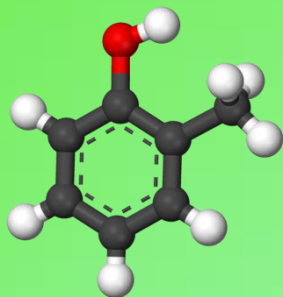
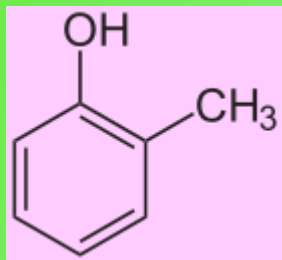


Obr.5

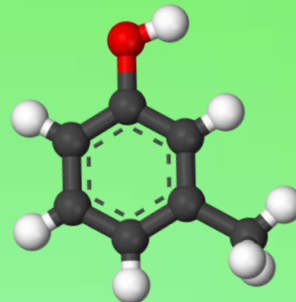
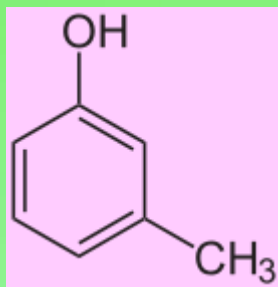


methylnfenoly

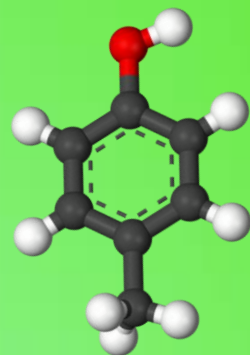
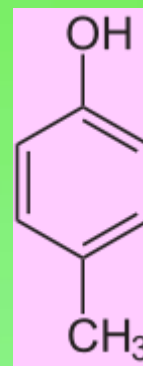
hydroxytolueny



o – kresol



m – kresol



p – kresol

Použití

- ☐ působí jako baktericidní, insekticidy a fungicidy
- ☐ často součástí dezinfekčních prostředků, jako Lyzol, Dettol nebo Bacillol
- ☐ prekurzory sloučenin a materiálů, včetně plastů, pesticidů, léčiv a barviv
- ☐ jejich směs nazývaná **trikresol**, která se používá při impregnaci dřeva a jako antiseptikum



Kresoly

Thymol



Obr.5

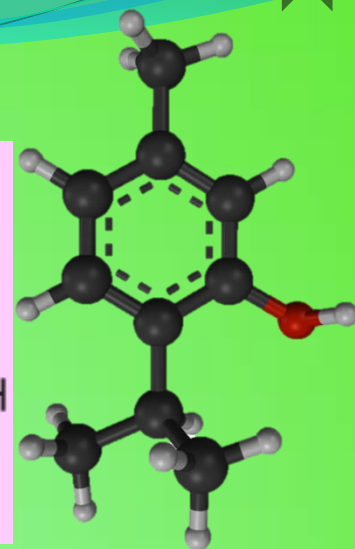
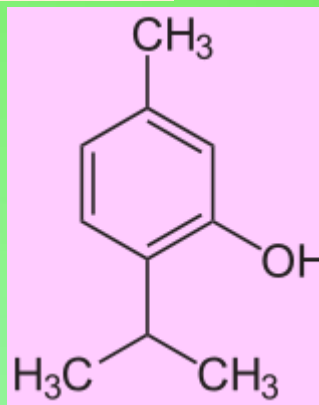


Obr.13



Obr.14

2-isopropyl-5-methylfenol



❑ bílá krystalická látka příjemné vůně

❑ silně antiseptické vlastnosti
už ve zředění 1:3 000

❑ antiseptikum s 25× vyšší účinností než fenol - neleptá

❑ výskyt - Mateřídouška, Tymián, Dobromysl (Oregano)

Použití

❑ primární aktivní složkou ústních vod

❑ alkoholové roztoky a zásypy - léčba kožních mykóz

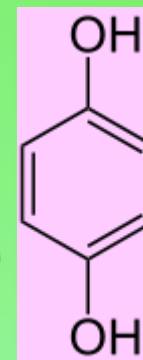
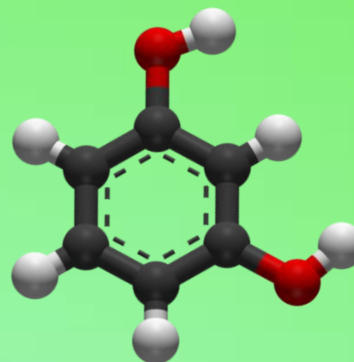
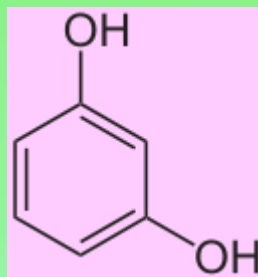
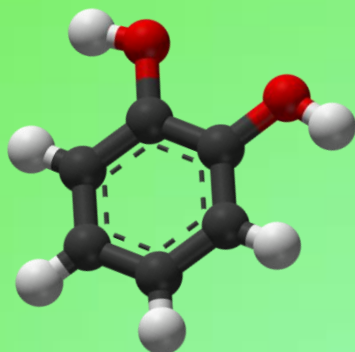
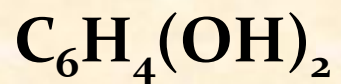
❑ likvidaci parazita způsobujícího varoázu u včelích kolonií

❑ před novým svázání knih poškozených plísní (ničí spory)



Obr.15

Benzedioly



Pyrokatechol

Resorcinol

Hydrochinon

benzen-1,2-diol

benzen-1,3-diol

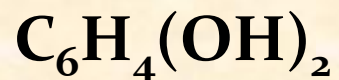
benzen-1,4-diol

1,2-
dihydroxybenzen

1,3-
dihydroxybenzen

1,4-
dihydroxybenzen

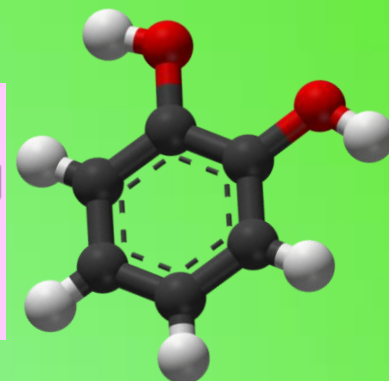
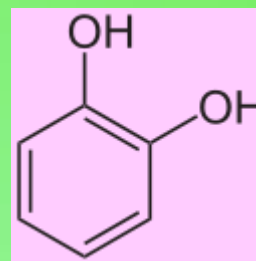
Benzedioly



Pyrokatechol

benzen-1,2-diol

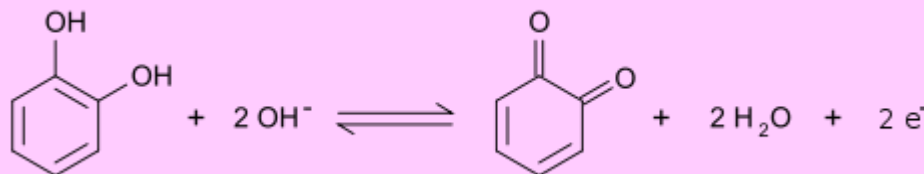
1,2-dihydroxybenzen



☐ bezbarvé jehlicovité krystaly, snadno sublimují

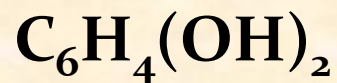
☐ dobře rozpustné ve vodě

☐ Na vzduchu a při vystavení světlu se stává nestabilní a oxiduje na 1,2-benzochinon (autooxidace).



☐ Benzochinon má antimikrobiální účinky, což zpomaluje kažení poškozeného ovoce a jiných rostlinných částí.

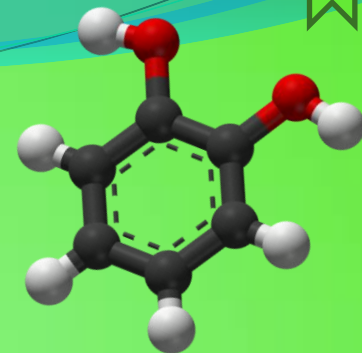
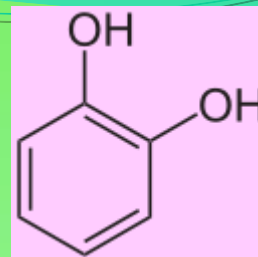
Benzedioly



Pyrokatechol

benzen-1,2-diol

1,2-dihydroxybenzen



- ❑ Malé množství pyrokatecholu se vyskytují přirozeně v ovoci a zelenině (spolu s enzymem polyfenolů oxidázy a O_2 - enzymatické hnědnutí).

Použití

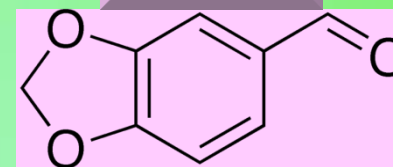
- ❑ černo - bílé fotografické vývojky

- ❑ výrobu barviv , parfémů a léků

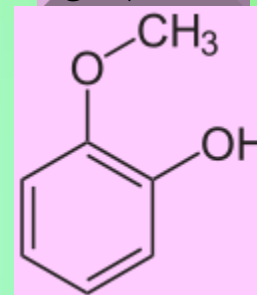
- Piperonal - květinová vůně podobná vanilinu i třešni

- Vanilin – vyrábí se z guajakolu (vyrábí se methylací pyrokatecholu)

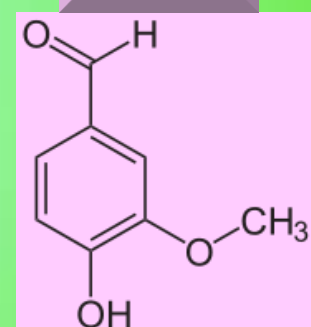
piperonal



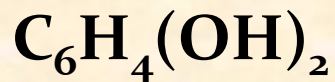
guajakol



vanilin



Benzedioly



Obr.13

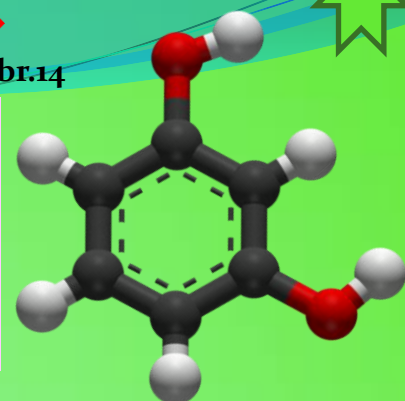
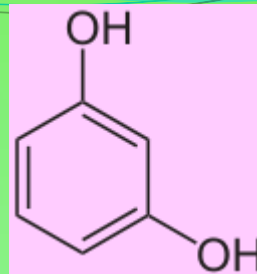


Obr.14

Resorcinol

benzen-1,3-diol

1,3-dihydroxybenzen



☐ bezbarvé jehlicovité krystaly

☐ dobře rozpustné ve vodě, alkoholu a éteru

☐ vyrábí se z celé řady pryskyřic

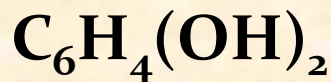
Použití

☐ zevně, jako antiseptický a dezinfekční prostředek
- 5 až 10% v mastech při léčbě chronických kožních onemocnění jako je lupénka a ekzémy

☐ výroba barviv (fluoreskujících) a plastů

☐ výroba lepidel pro velké dřevěné konstrukce

Benzedioly



Obr.5



Obr.4



Obr.13



Obr.14



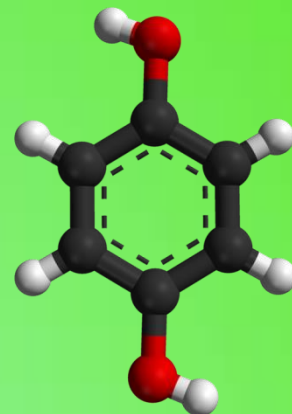
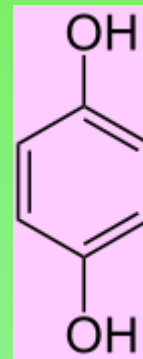
Hydrochinon

benzen-1,4-diol

1,4-dihydroxybenzen



Obr.16



☐ bezbarvé jehlicovité krystaly

☐ rozpustné ve vodě

☐ obranné žlázy brouků prskavců, společně s peroxidem vodíku (ze zásobníku do tlustostěnné reakční komory - enzymy rychle rozkládají peroxid vodíku a katalyzují oxidaci hydrochinonu na chinon - teplo z reakce vypaří zhruba pětinu, čímž obsah vystříkne z břicha brouka a vytvoří horký aerosolový oblak.

Použití

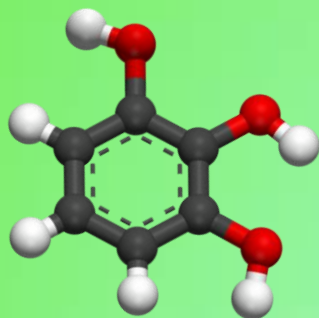
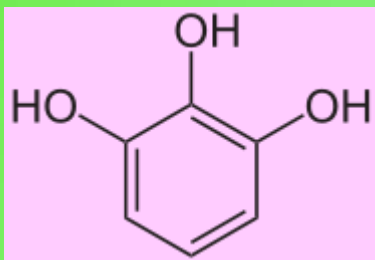
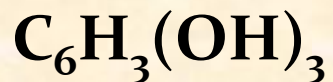
☐ hlavní složka fotografických vývojek

☐ součást herbicidů, antioxidantů kůže a barviv



Obr.18

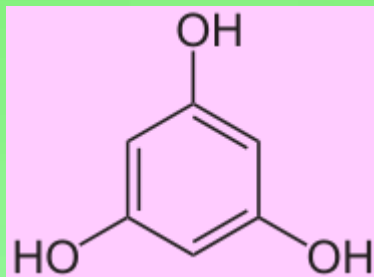
Benzetrioly



Pyrogallol

benzen-1,2,3-triol

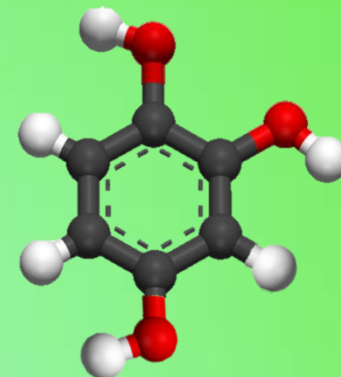
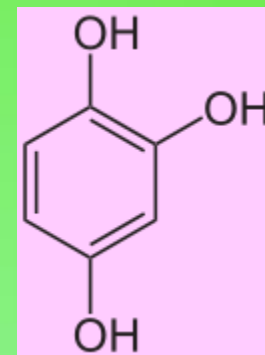
vic -
trihydroxybenzen



Floroglucinol

benzen-1,3,5-triol

sym -
trihydroxybenzen

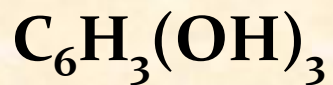


Hydroxyhydrochinon

benzen-1,2,4-triol

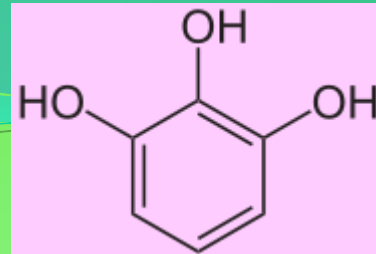
as -
trihydroxybenzen

Benzetrioly



Pyrogallol

benzen-1,2,3-triol



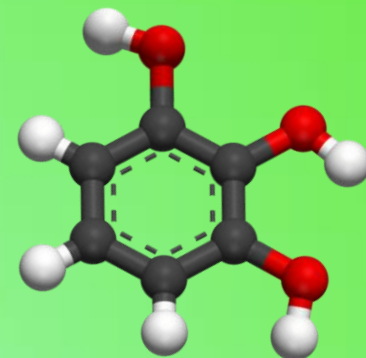
vic -trihydroxybenzen



Obr.4



Obr.13



☐ bílá krystalická látka, rozpustná ve vodě

☐ na vzduchu se zbarvuje do šedohnědé (O_2)

☐ silné redukční činidlo

☐ antiseptické vlastnosti, vstřebává se kůží - může měnit DNA

Použití

☐ absorpce kyslíku u analýzy plynů

☐ fotografické vývojky

☐ barvení vlasů, barvení tkaných materiálů

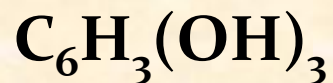


Obr.17



Obr.18

Benzetrioly



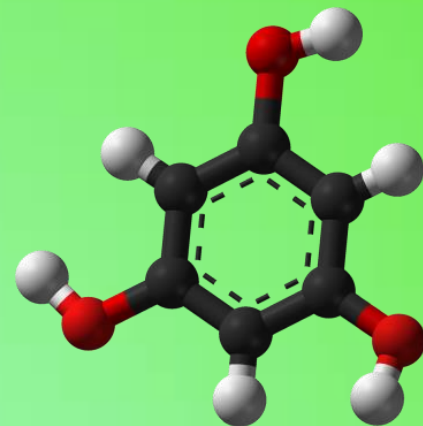
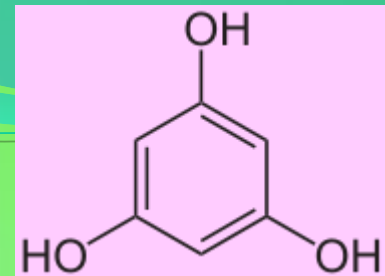
Floroglucinol

benzen-1,3,5-triol

sym -trihydroxybenzen



Obr.4



☐ bílá krystalická látka, sublimuje

☐ rozpouští se v alkoholu a éteru

☐ chutná velmi sladce

☐ nelze dosáhnout teploty varu - rozklad

Použití

☐ detekční činidlo pro lignin - červené zbarvení

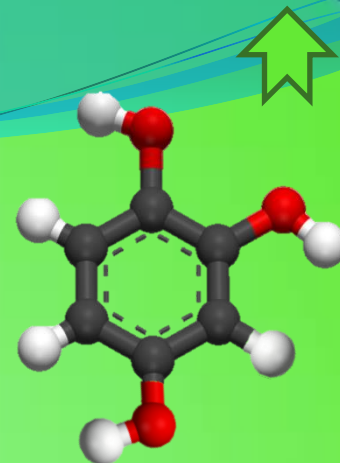
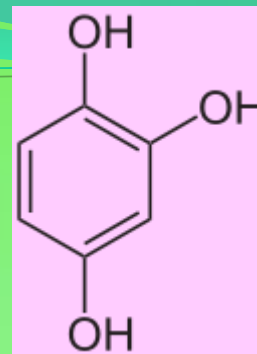
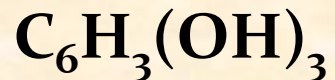
☐ detekční činidlo pentóz, pentozanů a aldehydů

☐ při mikroskopování - odvápnění vzorků kostí



Obr.19

Benzetrioly



Hydroxyhydrochinon

benzen-1,2,4-triol

as -trihydroxybenzen



Obr.5



Obr.13

☐ bílá krystalická látka

☐ rozpustná ve vodě

☐ silné redukční činidlo

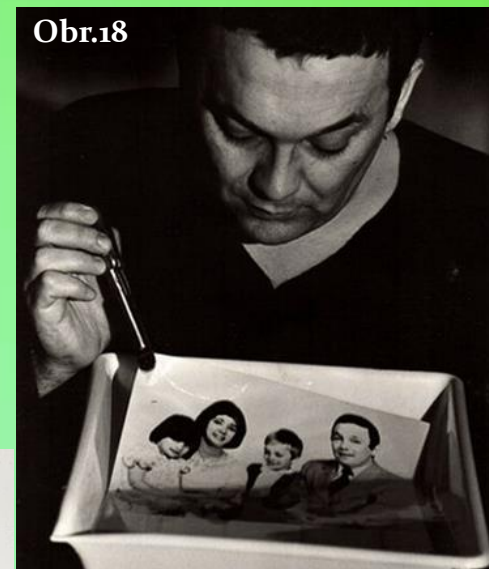
Použití

☐ fotografické vývojky

Obr.17



Obr.18



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** ROSSER1954. *Soubor: Dub marble hálky 1.JPG* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 3.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oak_marble_galls_1.JPG
- 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** 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.6** W. OELEN. *Soubor: Fenol 2 grams.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 4.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phenol_2_grams.jpg
- Obr.7** TOMMY.ZACEK. *Soubor: Poleptání fenolem.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 4.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polept%C3%A1n%C3%AD_fenolem.jpg
- Obr.8** MARCUS33. *Soubor: Acylpyrin.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 4.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acylpyrin.jpg>
- Obr.9** 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.10** 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.11** TUNHEIM, Alf Inge Myhre. *Soubor: Corn Stover Tar from Pyrolysis by Microwave Heating.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corn_Stover_Tar_from_Pyrolysis_by_Microwave_Heating.jpg
- Obr.12** GENUINE500. *Soubor: Lysol-products.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lysol-products.jpg>

Citace

- Obr.13** 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.14** 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.15** EDITOR182. *Soubor: Colgate bez alkoholu Mouthwash.jpg* - *Wikimedia Commons*[online]. [cit. 31.4.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colgate_Alcohol_Free_Mouthwash.jpg
- Obr.16** W. OELEN. *Soubor: hydrochinon crystal.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydroquinone_crystal.jpg
- Obr.17** KNÄPPER, Rainer. *Soubor: Kippentwicklungsdose.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013].
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kippentwicklungsdose.jpg>
- Obr.18** GRANDMONT, Jean-Pol. *Soubor: In de Donker kamer.jpg* - *Wikimedia Commons*[online]. [cit. 31.4.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:In_de_donker_kamer.jpg
- Obr.19** DR. MAPPES, Timo. *Soubor: 117298 Leitz frei.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 31.4.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leitz_117298_frei.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