

# Organická chemie (KATA)



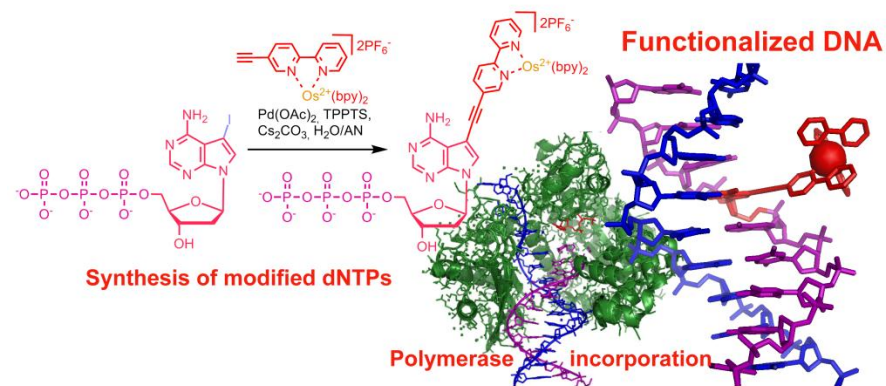
Doc. Ing. Michal HOCEK, CSc. DSc.  
Ústav organické chemie a biochemie AVČR, v.v.i.  
Flemingovo nám. 2,  
CZ-16610 Praha 6  
e-mail: [hocek@uochb.cas.cz](mailto:hocek@uochb.cas.cz)  
<http://www.uochb.cas.cz/hocekgroup>

Katedra organické a jaderné chemie PŘF UK



## Hocek group

**Bioorganic & Medicinal Chemistry of Nucleic Acids**  
**Joint laboratory of IOCB and Charles University**



# Organická chemie (KATA)

**Zimní semestr 2/2 Z**

**Letní semestr 2/2 Z, Zk**

Zápočet – 80% účast na seminářích  
2 zápočtové písemky (uprostřed a na konci semestru) >50%

Zkouška písemná - >50% (50-65 dobře, 65-80 velmi dobře, 80-100 výborně)  
ústní zkouška na vyžádání pouze při písemce > 50%

**<http://www.uochb.cas.cz/hocekgroup/teaching.html>**

## **Literatura:**

J. McMurry: Organická chemie, nakladatelství VUITIUM, 2007  
(překlad anglického originálu J. McMurry: Organic chemistry, 6th Edition, 2004, Brooks/Cole)

## OCH-I – zimní semestr

1. Úvod, vymezení oboru, názvosloví organických sloučenin
2. Obecná chemie uhlíku a vodíku, orbitaly, hybridizace, vazby
3. Alkany a cykloalkany, struktura a reaktivita
4. Stereochemie a konformační analýza
5. Alkeny, struktura, reaktivita a syntézy. Adiční reakce
6. Alkyny, struktura, reaktivita a syntézy
7. Halogenderiváty, struktura, reaktivita a syntézy
8. Nukleofilní substituce a eliminace
9. Areny a aromaticita, struktura, reaktivita a syntézy
10. Elektrofilní aromatická substituce
11. Alkoholy a fenoly, struktura, reaktivita a syntézy
12. Ethers, epoxidy, thioly a sulfidy, struktura, reaktivita a syntézy

## OCH-II – letní semestr

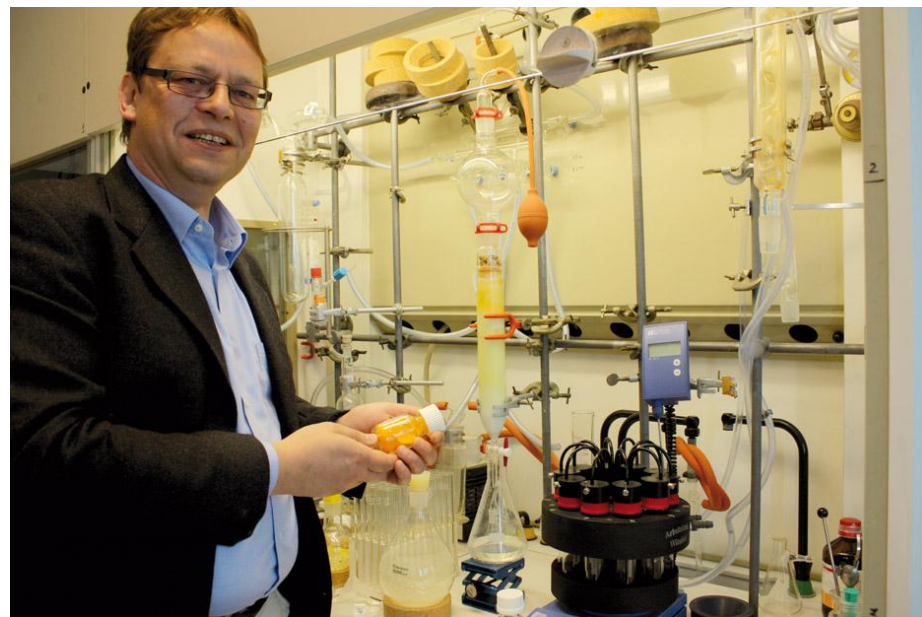
13. Aminy, struktura, reaktivita a syntézy
14. Aldehydy a ketony, struktura, reaktivita a syntézy
15. Karboxylové kyseliny a jejich funkční deriváty, struktura, reaktivita a syntézy
16. Substituční reakce v  $\alpha$ -poloze karbonylové skupiny. Oxidace a redukce
17. Aldolizace karbonylových sloučenin a příbuzné reakce
18. Pericyklické reakce a přesmyky
19. Sacharidy
20. Aminokyseliny, peptidy a proteiny
21. Heterocyklická chemie
22. Nukleové kyseliny
23. Lipidy a ostatní třídy přírodních látek
24. Polymerizace a polymery



# Analytická laboratoř



# Laboratoř organické chemie

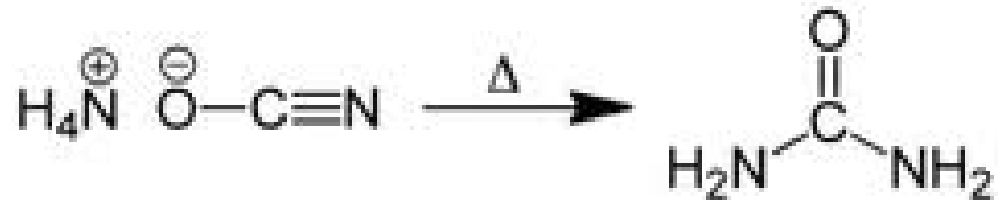


## Co je organická chemie?

Uhlík (C), vodík (H), kyslík (O), dusík (N) a v menší míře síra (S), fosfor (P) a další prvky

Organická chemie je chemie uhlíkatých sloučenin

První transformaci anorganické sloučeniny na organickou: přesmyk kyanatu ammoného na močovinu (Wöhler 1828)





## Hnojiva a pesticidy



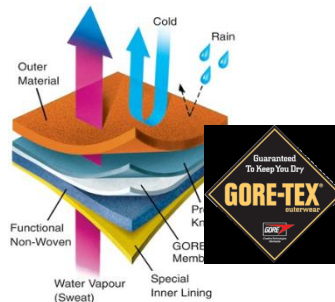
## Plasty



## Kosmetika



## Nové materiály

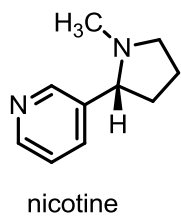
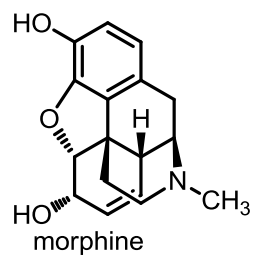
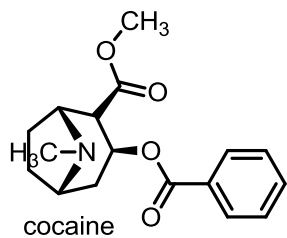


## Léčiva

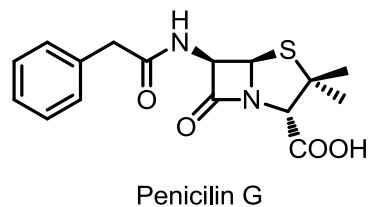
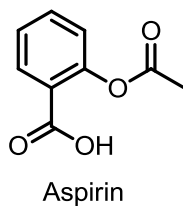
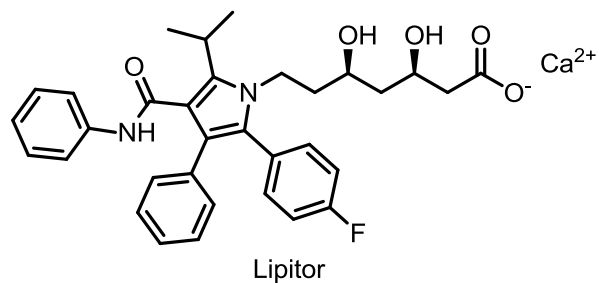
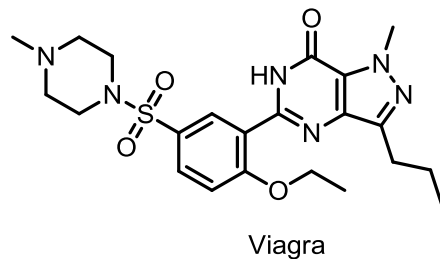




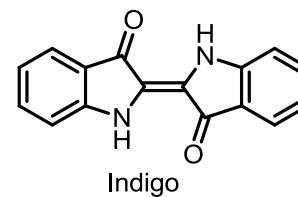
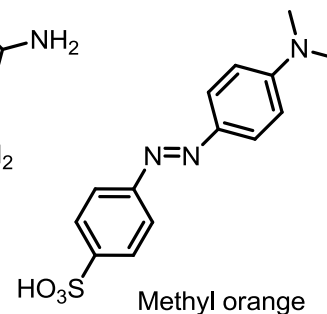
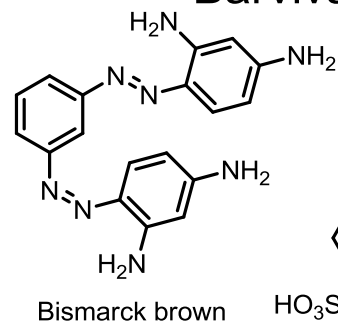
## Přírodní alkaloidy



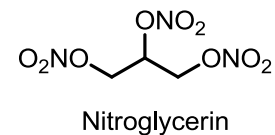
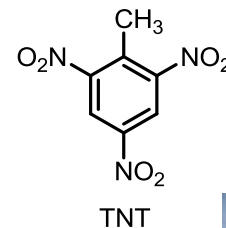
## Umělá léčiva

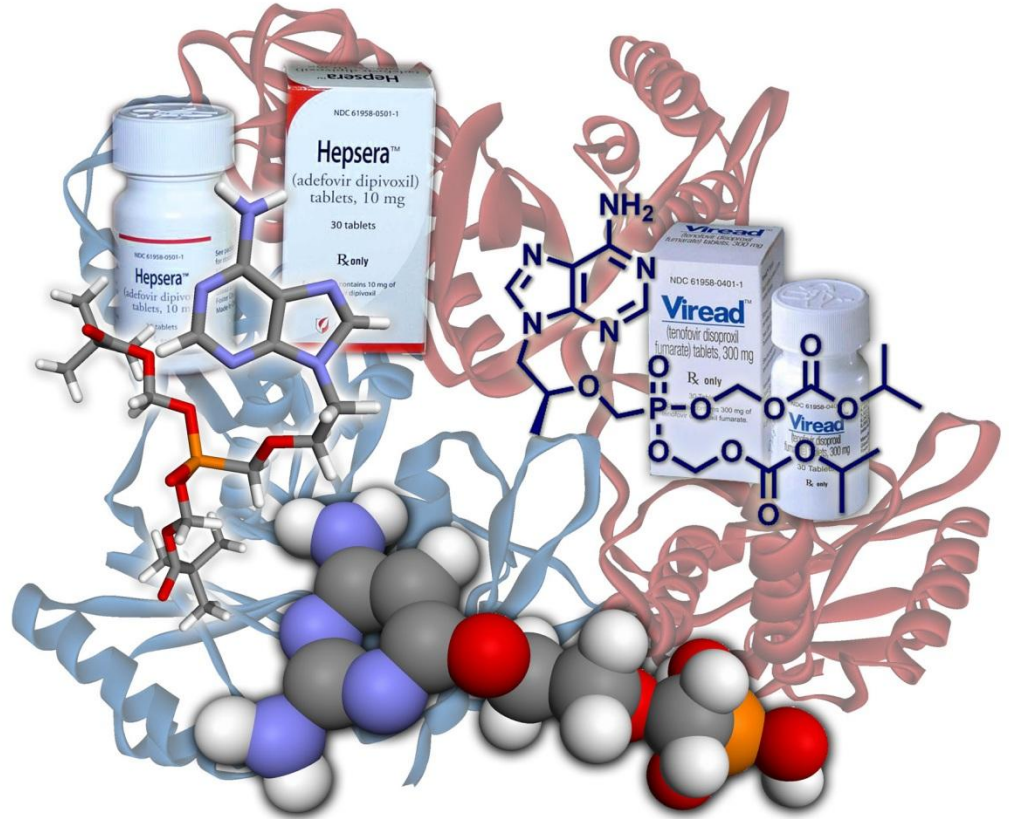


## Barviva



## Výbušniny





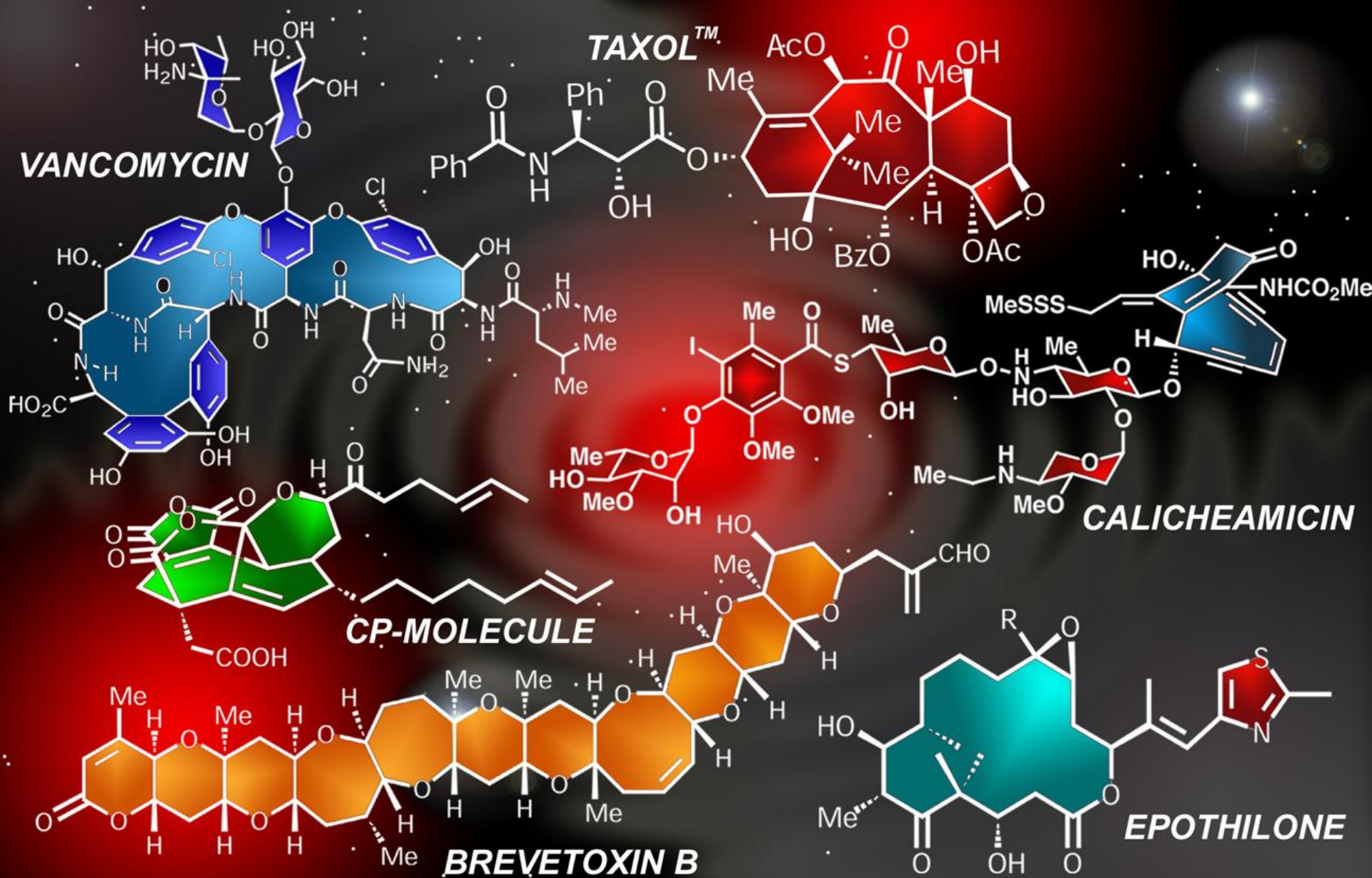
**Prof. RNDr. Antonín Holý, DrSc., Dr.h.c.**







# Totální syntézy přírodních látek

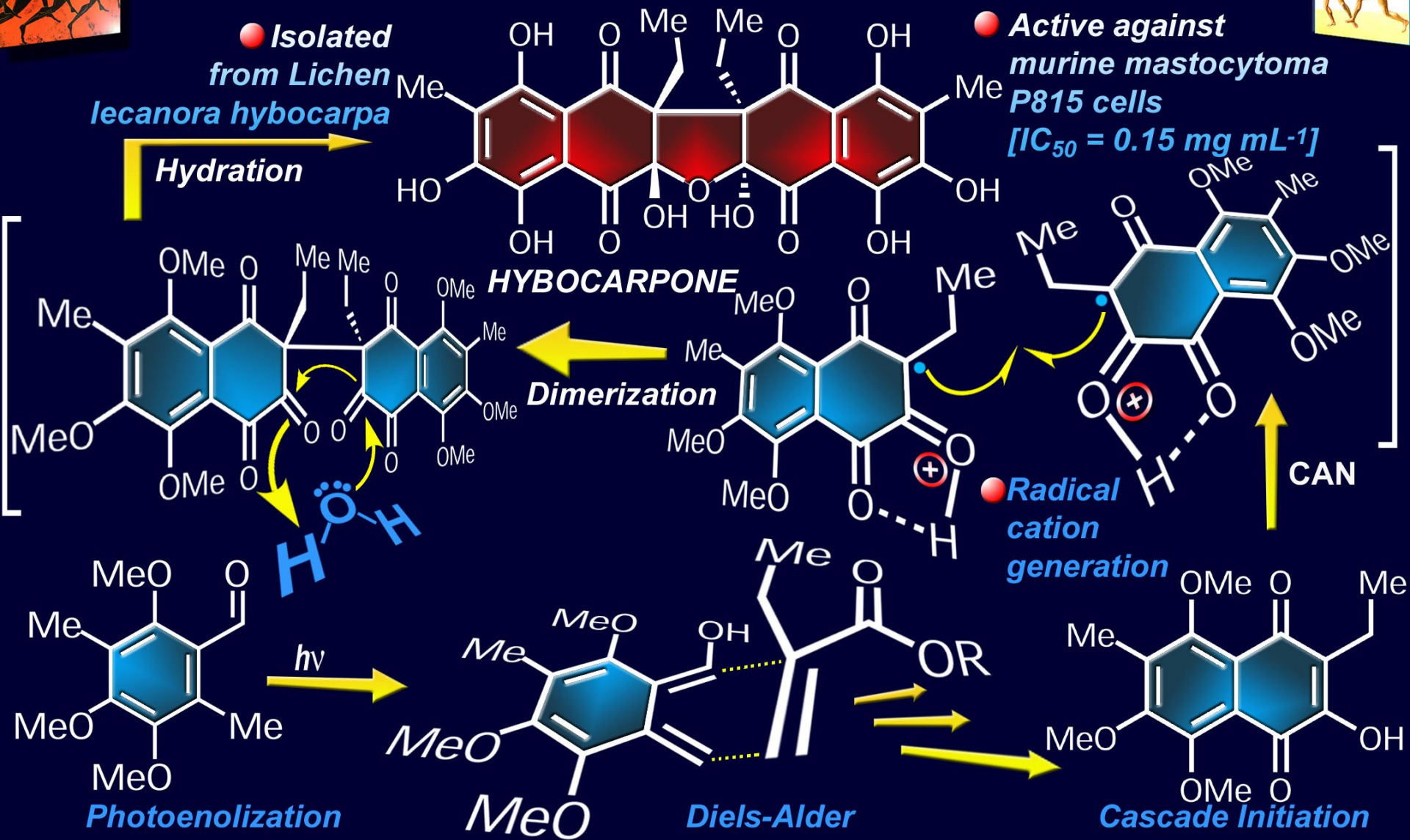




# TOTAL SYNTHESIS OF HYBOCARPONE [2001]

● Isolated from Lichen *Iecanora hybocarpa*

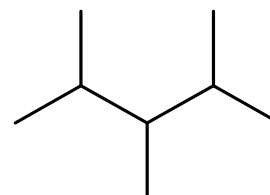
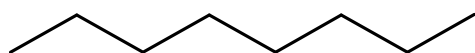
● Active against murine mastocytoma P815 cells  
[IC<sub>50</sub> = 0.15 mg mL<sup>-1</sup>]



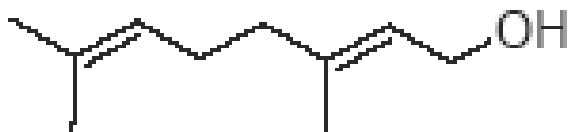
# Klasifikace organických sloučenin podle struktury

## Acyklické sloučeniny

Acyklický znamená necyklický. Acyklické sloučeniny obsahují řetězce uhlíků, ale ne kruhy. Řetězce mohou být nerozvětvené a rozvětvené.



## Acyklické sloučeniny nacházející se v přírodě



geraniol

(růžový olej)

t.v. 229-230°C

používá se ve voňavkářství

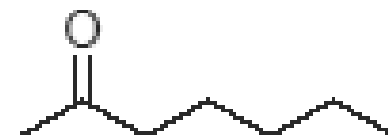


heptan

(nafta)

t.v. 98.4°C

uhlovodík který je součástí benzínu a používá se jako standard pro určování oktanového čísla



2-heptanon

(hřebíčkový olej)

t.v. 151.5°C

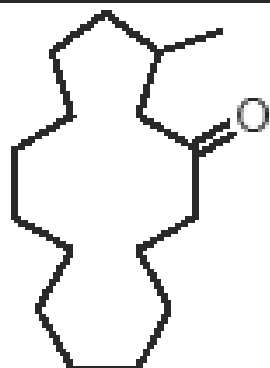
bezbarvá kapalina s ovocnou vůní, je částečně odpovědná za aroma rokfóru



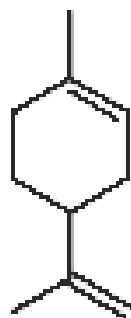
## Karbocyklické sloučeniny

Karbocyklické sloučeniny obsahují nejméně jeden kruh složený z atomů uhlíku. Nejmenší karbocyklická sloučenina má tříčlenný kruh a nazývá se cyklopropan.

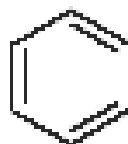
### Karbocyklické sloučeniny nacházející se v přírodě



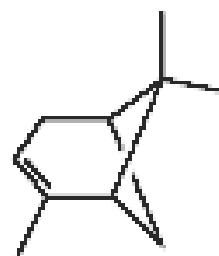
Muskon (pižmo)  
t.t. 327-330 °C  
používá se ve  
voňavkářství



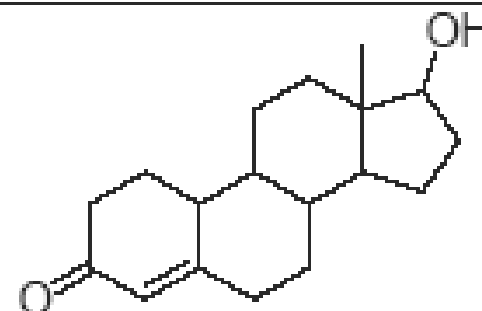
limonen  
(citronový olej)  
t.v. 178 °C



benzen  
(nafta)  
t.t. 5 °C,  
t.v. 80 °C



$\alpha$ -pinen  
(terpentýn)  
t.v. 156.2 °C



testosteron  
(pohlavní orgány)  
t.t. 155°C  
samčí pohlavní hormon

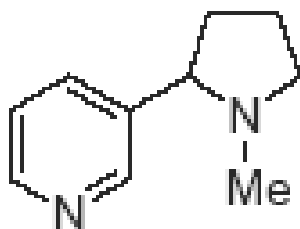
## Heterocyklické sloučeniny

Heterocyklické sloučeniny tvoří třetí a největší skupinu organických látek.

V heterocyklických sloučeninách musí být přinejmenším jeden neuhlíkový atom (tzv. heteroatom) přítomný v kruhu.

### Heterocyklické sloučeniny nacházející se v přírodě

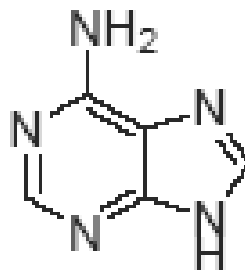
---



nikotin

t.v. 246°C

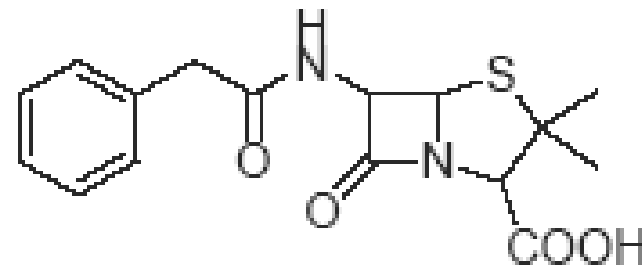
nachází se v tabáku



adenin

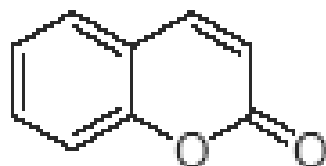
t.t. 360-365°C (rozklad)

jedna ze čtyř  
heterocyklických bází DNA



penicilin G

amorfní tuhá látka  
antibiotikum



kumarin

t.t. 71°C

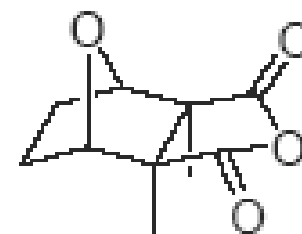
nachází se v travách a má  
vůni čerstvě posečeného sena



α-terthienyl

t.t. 92-93°C

nachází se v některých  
odrůdách měsíčků



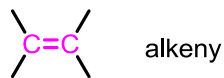
kantaridin

t.t. 218°C

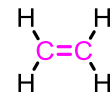
aktivní součást tzv. „španělských  
mušek“

---

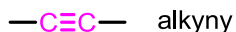
# Funkční skupiny – funkční deriváty



alkeny



ethen (ethylen)

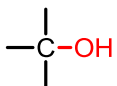


alkyny

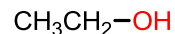


ethyn (acetylen)

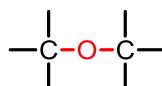
**C-O**



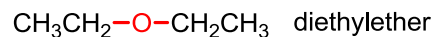
alkoholy



ethanol



ethery

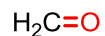


diethylether

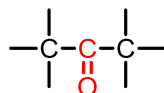
**C=O**



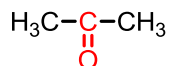
aldehydy



methanal (formaldehyd)



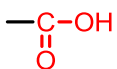
ketony



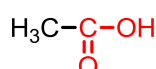
propan-2-on (aceton)

**C-O**

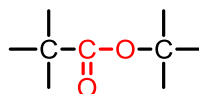
**C=O**



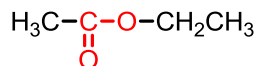
karboxylové  
kyseliny



kyselina octová

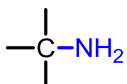


estery

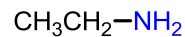


ethyl acetát

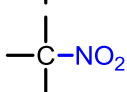
**C-N**



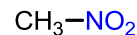
aminy



ethylamin



nitro látky

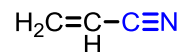


nitromethan

**C≡N**



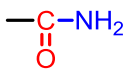
nitrily



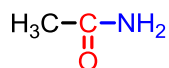
akrylonitril

**C=O**

**C-N**



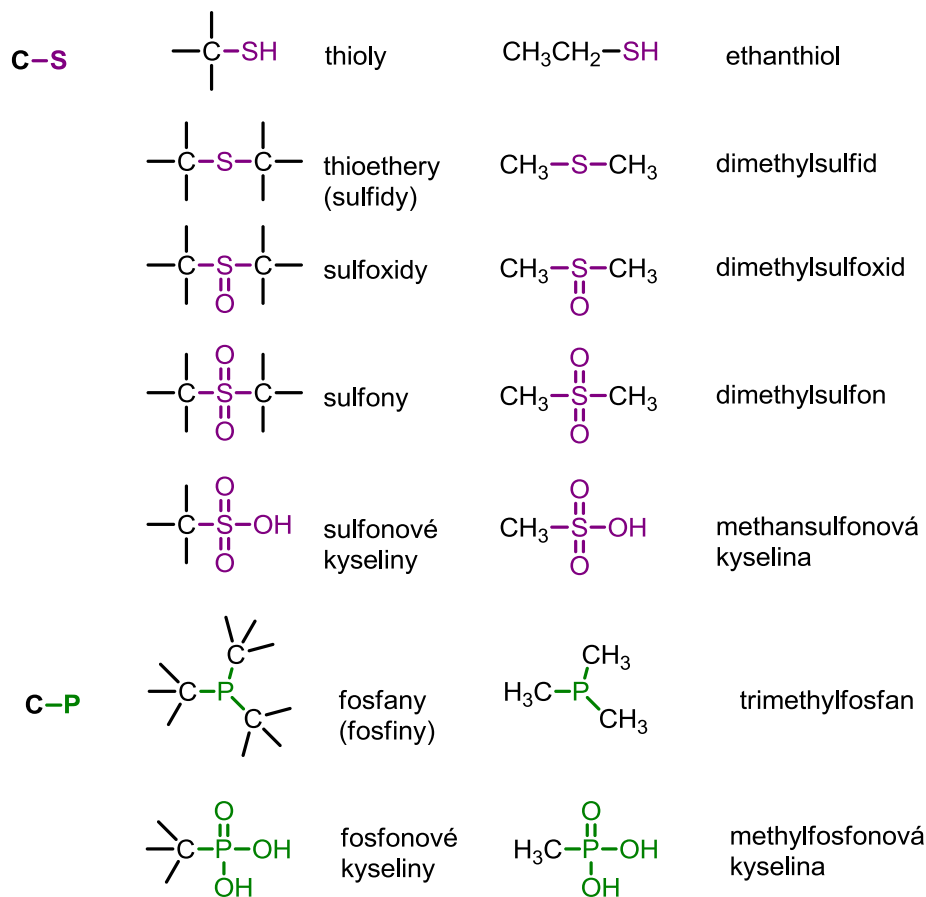
amidy



acetamid

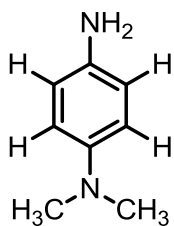
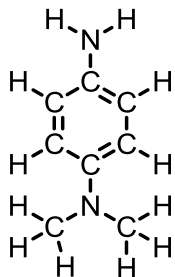
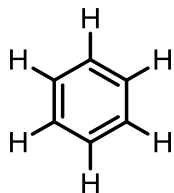
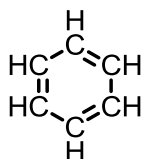
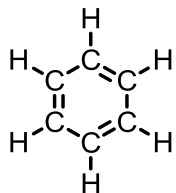
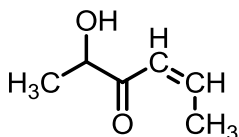
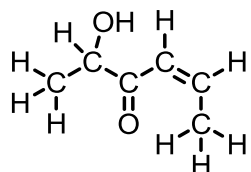
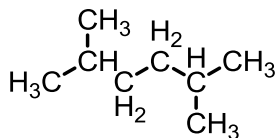
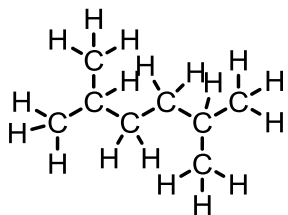


# Funkční skupiny – funkční deriváty

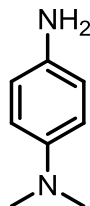
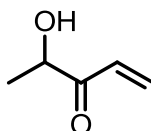
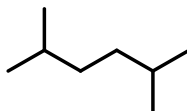


# Kreslení organických strukturních vzorců

## Kekulého vzorec



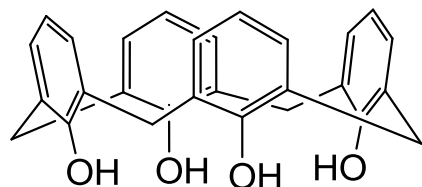
## čárový vzorec



1. Atomy uhlíku obvykle nevypisujeme (každé křížení čar a konec každé čáry atom uhlíku). Chceme-li přítomnost uhlíku zvýraznit, můžeme ho vyznačit.
2. Atomy vodíku připojené k uhlíku obvykle nevypisujeme (C má 4 valence, tak si domýšlíme na každém správný počet H)
3. Jiné atomy než C a H vždy vypisujeme a vždy vypisujeme H vázané na jiné atomy než C

# Principy názvosloví organických sloučenin

- systematické IUPAC
- triviální (močovina, acetylen...)
- semitriviální – kombinace triviálního a systematického

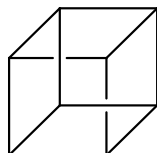


**triviální**

calix[4]aren

**systematický**

pentacyklo[19,3.1.1<sup>3,7</sup>.1<sup>9,13</sup>.1<sup>15,19</sup>]oktakosa-1(25),3,5,7(28),9,11,13(27),15,17,19(26),21,23-dodekaen-25,26,27,28-tetraol



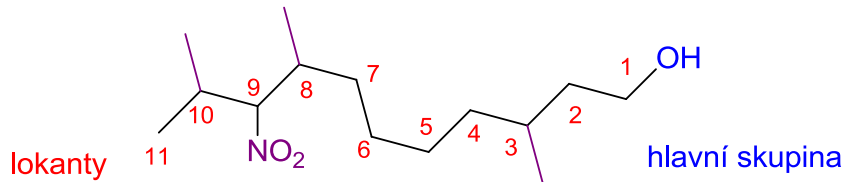
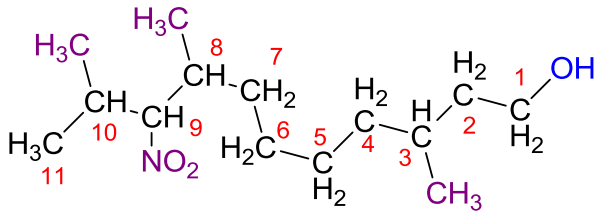
kuban

pentacyklo[4.2.0.0<sup>2,5</sup>.0<sup>3,8</sup>.0<sup>4,7</sup>]oktan



# Systematické názvosloví

kmen – nejdelší uhlíkatý řetězec

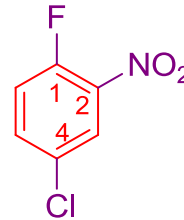


substituenty

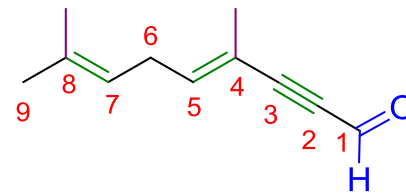
násobící předpony (di-, tri-, tetra-, penta-, hexa-, hepta-, atd.)

**3,8,10-trimethyl-9-nitroundekan-1-ol**

číslování – co nejnižší čísla lokantů



**4-chlor-1-fluor-2-nitrobenzen**



**E-4,8-dimethyl-nona-4,7-dien-2-yn-1-al**

Charakteristické skupiny v substitučním názvosloví podle klesajícího pořadí nadřazenosti pro volbu hlavní skupiny

Charakteristické skupiny	Vzorec	Předpona	Přípona
Kationty	(+)	-onio-	-onium -ium
Karboxylové kyseliny	-COOH -(C)OOH	karboxy-	-karboxylová kyselina -ová kyselina
Sulfonové kyseliny	-SO <sub>2</sub> -OH -SO <sub>3</sub> H	sulfo-	-sulfonová kyselina
Anhydridy	-CO-O-CO- -(C)O-O-(C)O-		-karboxanhydrid -anhydrid (anhydrid ...ové kyseliny)
Soli	-COO <sup>-</sup> M <sup>+</sup> -(C)OO <sup>-</sup> M <sup>+</sup>		(kation)-...-karboxylát (kation)-...-oát (kation)-...-át
Estery	-COOR -(C)OOR	R-oxykarbonyl-	R-...-karboxylát R-...-oát (R-ester ...-ové kyseliny)
Halogenidy kyselin	-CO-X -(C)O-X	halogenkarbonyl	-karbonylhalogenid -oylhalogenid (halogenid ...-ové kyseliny)
Amidy	-CO-NH <sub>2</sub> -(C)O-NH <sub>2</sub>	karbamoyl-	-karboxamid -amid (amid ...-ové kyseliny)
Nitrily	-C≡N -(C)≡N	kyan-	-karbonyl -nitril, -onitril
Aldehydy	-CHO -(C)HO	formyl- oxo-	-karbaldehyd -al
Ketony	>(C)=O	oxo-	-on
Alkoholy	-OH	hydroxy-	-ol
Fenoly	-OH	hydroxy-	-ol
Thioly	-SH	sulfanyl-	-thiol
Aminy	-NH <sub>2</sub>	amino-	-amin
Etery	-OR	R-oxy-	
Sulfidy	-SR	R-sulfanyl-	
Halogensloučeniny	-X	halogen-	
Nitrosoučeniny	-NO <sub>2</sub>	nitro-	