

SOUHRNNÉ TEXTY Z CHEMIE

PRO PŘÍPRAVU K PŘIJÍMACÍM ZKOUŠKÁM (PŘÍRODOVĚDNÉ OBORY, LÉKAŘSTVÍ)

II. DÍL

Eva Streblová

Souhrnné texty z chemie
pro přípravu k přijímacím zkouškám
(přírodovědné obory, lékařství)
II. díl

Eva Streblová

Recenzovali:
Ing. Jaroslav Kahovec, CSc.
doc. MUDr. Bohuslav Matouš, CSc.

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
jako učební text pro Ústav jazykové a odborné přípravy
Praha 2025
Obálka a grafická úprava DTP Nakladatelství Karolinum
Sazba studio Lacerta (www.sazba.cz)
6., upravené vydání

© Univerzita Karlova, 2025
© Eva Streblová, 2025

ISBN 978-80-246-6021-9
ISBN 978-80-246-6112-4 (pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

OBSAH

Předmluva	9
ORGANICKÁ CHEMIE	11
1. Úvod	13
1.1 Organická chemie	13
1.2 Vazby v organických sloučeninách	14
1.2.1 Vaznost prvků v organických sloučeninách	14
1.2.2 Hybridizace atomu uhlíku	14
1.2.3 Zásady strukturní teorie organických sloučenin	17
1.2.4 Vlastnosti jednoduchých a násobných vazeb mezi atomy uhlíku	18
1.2.5 Organické sloučeniny s několika dvojnými vazbami	18
1.3 Vzorce organických sloučenin	19
1.4 Uhlíkový řetězec	20
1.5 Klasifikace organických sloučenin	21
2. Nomenklatura (názvosloví) organických sloučenin	23
2.1 Alkany s nerozvětveným řetězcem	23
2.2 Uhlovodíkové substituenty	24
2.3 Alkany s rozvětveným řetězcem	25
2.3.1 Tvoření názvů	25
2.3.2 Psaní vzorců	26
2.4 Nenasycené uhlovodíky	27
2.5 Alicyklické uhlovodíky	29
3. Izomerie	32
3.1 Konstituční (strukturní) izomerie	32
3.1.1 Izomerie řetězců (řetězcová izomerie)	32
3.1.2 Polohová izomerie	33
3.1.3 Izomerie (funkčních) skupin (skupinová izomerie)	33
3.1.4 Tautomerie	34
3.2 Konfigurační izomerie (stereoizomerie)	35
3.2.1 Geometrická izomerie (cis – trans)	35
3.2.2 Optická izomerie (chiralita)	36
3.3 Konformace	38
4. Reakce organických sloučenin	41
4.1 Typy reakcí podle jejich průběhu	41
4.2 Oxidačně-redukční reakce v organické chemii	42
4.3 Způsoby štěpení vazeb	42
4.4 Typy reakčních činidel	43
4.5 Polarita a polarizovatelnost vazeb	44
4.6 Indukční efekt (I-efekt)	44
4.7 Mezomerní efekt (M-efekt)	45
5. Uhlovodíky	47
5.1 Alkany	47
5.1.1 Fyzikální vlastnosti	47
5.1.2 Chemické vlastnosti	47
5.1.3 Použití a význam alkanů	49
5.2 Cykloalkany	49
5.3 Alkeny	50

5.3.1 Fyzikální vlastnosti	50
5.3.2 Chemické vlastnosti	50
5.4 Alkadieny a polyeny	52
5.5 Alkyny	54
5.6 Aromatické uhlovodíky – areny	57
5.6.1 Benzen	57
5.6.2 Nomenklatura a rozdělení aromatických uhlovodíků	58
5.6.3 Izomerie na benzenovém kruhu	60
5.6.4 Fyzikální vlastnosti arenů	60
5.6.5 Chemické vlastnosti arenů	61
6. Deriváty uhlovodíků	66
6.1 Halogenderiváty	66
6.1.1 Nomenklatura	66
6.1.2 Chemické vlastnosti	66
6.1.3 Významné halogenderiváty	67
6.2 Organokovové sloučeniny	68
6.3 Alkoholy	69
6.3.1 Nomenklatura	69
6.3.2 Rozdělení alkoholů	70
6.3.3 Fyzikální vlastnosti	71
6.3.4 Chemické vlastnosti	71
6.3.5 Významné alkoholy	73
6.4 Thioly	75
6.5 Fenoly	76
6.5.1 Jednosytné fenoly	76
6.5.2 Dvosytné fenoly	77
6.5.3 Trojsytné fenoly	77
6.5.4 Chemické reakce	77
6.6 Etery	78
6.6.1 Nomenklatura	78
6.6.2 Fyzikální vlastnosti	79
6.6.3 Chemické vlastnosti	79
6.7 Aldehydy a ketony	80
6.7.1 Nomenklatura aldehydů	81
6.7.2 Nomenklatura ketonů	81
6.7.3 Fyzikální vlastnosti	82
6.7.4 Chemické vlastnosti	82
6.7.5 Významné aldehydy a ketony	84
6.8 Karboxylové kyseliny	86
6.8.1 Nomenklatura	86
6.8.2 Klasifikace karboxylových kyselin	87
6.8.3 Významné karboxylové kyseliny	88
6.8.3.1 Monokarboxylové kyseliny	88
6.8.3.2 Dikarboxylové kyseliny	89
6.8.4 Fyzikální vlastnosti karboxylových kyselin	91
6.8.5 Chemické vlastnosti karboxylových kyselin	92
6.9 Deriváty karboxylových kyselin	94
6.9.1 Substituční deriváty karboxylových kyselin	94
6.9.1.1 Halogenkyseliny	94
6.9.1.2 Hydroxykyseliny	95

6.9.1.3 Oxokyseliny	97
6.9.1.4 Aminokyseliny	98
6.9.2 Funkční deriváty karboxylových kyselin	103
6.9.2.1 Soli karboxylových kyselin	103
6.9.2.2 Estery karboxylových kyselin	104
6.9.2.3 Acylhalogenidy	105
6.9.2.4 Anhydridy karboxylových kyselin	106
6.9.2.5 Amidy	108
6.9.2.6 Nitrily	109
6.10 Deriváty kyseliny uhličitě	110
6.11 Přehled karbonylových sloučenin	111
6.12 Nitrosloučeniny	113
6.13 Aminy	115
6.13.1 Klasifikace aminů	115
6.13.2 Nomenklatura	115
6.13.3 Chemické vlastnosti	116
7. Heterocyklické sloučeniny	120
7.1 Pětičlenné aromatické heterocykly	120
7.1.1 Pětičlenné aromatické heterocykly s jedním heteroatomem	120
7.1.2 Pětičlenné aromatické heterocykly se dvěma heteroatomy	123
7.2 Šestičlenné heterocykly	123
7.2.1 Šestičlenné heterocykly s jedním heteroatomem	123
7.2.2 Šestičlenné heterocykly se dvěma heteroatomy	125
CHEMIE PŘÍRODNÍCH LÁTEK	129
8. Sacharidy	131
8.1 Monosacharidy	132
8.1.1 Optická aktivita monosacharidů	132
8.1.2 Cyklické struktury monosacharidů	133
8.1.3 Chemické reakce	136
8.1.4 Triosy	138
8.1.5 Pentosy	138
8.1.6 Hexosy	139
8.2 Disacharidy	142
8.3 Polysacharidy	144
9. Lipidy	148
9.1 Jednoduché lipidy	148
9.1.1 Acylglyceroly	148
9.1.2 Vosky	150
9.2 Složené lipidy	150
9.2.1 Fosfolipidy	150
9.2.2 Glykolipidy	152
10. Isoprenoidy	153
10.1 Terpeny	153
10.2 Steroidy	155
10.2.1 Steroly	155
10.2.2 Steroidní hormony	156
10.2.3 Žlučové kyseliny	156
11. Peptidy a bílkoviny	158

11.1 Peptidy	158
11.2 Bílkoviny (proteiny)	158
11.2.1 Struktura bílkovin	159
11.2.2 Klasifikace bílkovin	162
12. Enzymy	164
12.1 Funkce enzymů	164
12.2 Složení a struktura enzymů	164
12.3 Vliv některých faktorů na rychlost enzymové reakce	165
12.4 Inhibice enzymů	165
12.5 Aktivace enzymů	166
12.6 Allosterické enzymy	166
12.7 Klasifikace a nomenklatura enzymů	167
13. Nukleové kyseliny	169
13.1 Chemické složení nukleových kyselin	169
13.2 Nukleotidy a nukleotidové koenzymy	170
13.3 Struktura nukleových kyselin	172
13.4 Sekundární struktura DNA	173
13.5 Sekundární struktura RNA	174
13.6 Genetický kód a jeho vlastnosti	175
14. Vitaminy	178
14.1 Vitaminy rozpustné v tucích	178
14.2 Vitaminy rozpustné ve vodě	179
15. Alkaloidy	184
ZÁKLADY BIOCHEMIE	187
16. Úvod	189
16.1 Metabolismus	189
16.2 Rozdělení organismů podle typu metabolismu	189
16.3 Oxidačně-redukční reakce v živých soustavách	190
16.4 Regulace metabolismu	190
16.4.1 Enzymová regulace	190
16.4.2 Hormonální regulace	191
17. Fotosyntéza	192
17.1 Fotosyntetický aparát	192
17.1.1 Lokalizace fotosyntézy	192
17.1.2 Fotosyntetické pigmenty	192
17.1.3 Složky přenosu elektronů	193
17.2 Primární fáze fotosyntézy (světelná fáze)	193
17.2.1 První světelná reakce	194
17.2.2 Druhá světelná reakce	195
17.3 Vztahy mezi primární a sekundární fází fotosyntézy	196
17.4 Sekundární fáze fotosyntézy (temnostní fáze)	196
17.4.1 Calvinův cyklus	196
17.4.2 C ₃ -rostliny a C ₄ -rostliny	198
17.5 Vztahy mezi primárními produkty fotosyntézy a dalšími produkty biosyntézy u rostlin	198
17.6 Vnější faktory fotosyntézy	198
18. Citrátový cyklus (Krebsův cyklus)	200
18.1 Vznik acetylkoenzymu A	200

18.2 Průběh reakcí citrátového cyklu	200
18.3 Energetika reakcí citrátového cyklu	202
18.4 Význam citrátového cyklu	202
19. Dýchací řetězec, vznik ATP	204
19.1 Dýchací (respirační) řetězec	204
19.1.1 Enzymy dýchacího řetězce	204
19.1.2 Přenos elektronů v dýchacím řetězci	204
19.2 Vznik ATP	205
19.2.1 Aerobní fosforylace	206
19.2.2 Substrátová fosforylace	207
20. Biosyntéza nukleových kyselin	208
20.1 Replikace DNA	208
20.2 Transkripce	209
20.2.1 Posttranskripční úpravy	210
20.2.2 Regulace transkripce DNA	210
21. Metabolismus bílkovin	212
21.1 Biosyntéza aminokyselin	212
21.2 Proteosyntéza	212
21.2.1 Proteosyntetický aparát	212
21.2.2 Průběh proteosyntézy	213
21.2.2.1 Aktivace aminokyselin	213
21.2.2.2 Iniciace	213
21.2.2.3 Prodlužování peptidového řetězce	213
21.2.2.4 Terminace	213
21.2.2.5 Translační a posttranslační úpravy bílkovin	214
21.3 Štěpení bílkovin	214
21.4 Přeměny aminokyselin	215
21.5 Detoxikace amoniaku a vznik močoviny	216
21.6 Přeměny uhlíkaté kostry aminokyselin	216
21.7 Hlavní cesty metabolismu aminokyselin	217
22. Metabolismus sacharidů	219
22.1 Glykolýza	219
22.2 Alkoholové kvašení	222
22.3 Aerobní odbourávání sacharidů	222
22.4 Metabolismus glykogenu	223
23. Metabolismus lipidů	225
23.1 β -Oxidace mastných kyselin	225
23.2 Energetická bilance β -oxidace kyseliny palmitové	226
23.3 Syntéza karboxylových kyselin	227
23.4 Vztah metabolismu lipidů a sacharidů	227
24. Doplnky	229
24.1 Přehled charakteristických skupin podle klesající priority	229
24.2 Poznámky k nomenklatuře	230
Řešení ke cvičením z nomenklatury	233
Použitá a doporučená literatura	242
Rejstřík	243

PŘEDMLUVA

Nově vydaný II. díl těchto skript vznikl úpravou a doplněním 4. vydání stejnojmenné publikace, která vyšla v nakladatelství Karolinum v Praze roku 2017. Do textu byly doplněny některé pasáže a vzorce, stejně jako v I. dílu nechybí nově ani řešení ke cvičením z nomenklatury organických sloučenin. Je také připojen přehled charakteristických skupin podle jejich důležitosti (priority) a poznámky k nomenklatuře, ve kterých jsou vysvětleny významy a rozdíly některých podobných názvů.

Za připomínky a dlouholetou spolupráci děkuji svým kolegyním RNDr. Věře Bytelové a Ing. Evě Motákové, za další podnětné připomínky dále Mgr. Haně Zárubové z Gymnázia Olomouc – Hejčín. Poděkování za trvalou podporu a porozumění patří i mé rodině. Vnučce Aničce děkuji za rady a technickou pomoc při grafickém zpracování vzorců.

Přeji všem studentům i pedagogům, kteří budou se skripty pracovat, aby se jim práce dařila a přinášela jim radost a uspokojení. Potom se jistě dostaví i úspěch u přijímacích zkoušek.

Mariánské Lázně, listopad 2024

Eva Strebllová

ORGANICKÁ CHEMIE

1. ÚVOD

1.1 Organická chemie

Organická chemie se často nazývá *chemií sloučenin uhlíku*, protože základem organických sloučenin je uhlík. Organická chemie studuje složitější sloučeniny uhlíku, v nichž uhlíkové atomy tvoří řetězce. Všechny ostatní prvky a jejich sloučeniny a také nejjednodušší sloučeniny uhlíku (CO , CO_2 , CS_2 , kyanidy, karbidy, H_2CO_3 a uhličitany), které se svými vlastnostmi anorganickým sloučeninám velmi podobají, studuje anorganická chemie. Počet známých organických sloučenin činí přes 20 milionů a mnohokrát tak převyšuje počet anorganických sloučenin, kterých jsou známy desetitisíce.

Součástí organických sloučenin jsou především prvky C, H, O, N, S a P. Říkáme jim *prvky organogenní* nebo také *makrobiogenní*. V organických sloučeninách se ovšem mohou vyskytovat i další prvky jako halogeny, Si, B atd.

Organické sloučeniny lze získávat z přírodních zdrojů (z rostlin, živočichů, ropy, uhlí apod.), nebo se připravují (syntetizují) v laboratořích a v chemických závodech. Jednu z prvních organických syntéz provedl v roce 1828 Friedrich Wöhler (kap. 6.10). Připravil organickou látku močovinu (H_2NCONH_2), která byla dříve izolována z moči, zahříváním anorganické sloučeniny kyanatanu amonného (NH_4OCN). Tím vyvrátil vitalistickou teorii, která tvrdila, že organické látky mohou vznikat pouze v živých organismech působením „životní síly“ (*vis vitalis*).

Velká rozmanitost organických sloučenin je způsobena vlastnostmi uhlíku. Atomy uhlíku mají schopnost tvořit řetězce, které mohou být různé dlouhé, lineární nebo cyklické, rozvětvené či nerozvětvené. Kromě toho má atom uhlíku také schopnost tvořit různé typy vazeb (jednoduché, dvojné, trojné).

Organické sloučeniny jsou většinou *nepolární* nebo málo polární, protože obsahují velký počet nepolárních vazeb uhlík-uhlík a málo polárních vazeb uhlík-vodík. V anorganických sloučeninách bývají vazby silně polární nebo iontové.

Proto mají organické sloučeniny obvykle *nízkou teplotu tání a varu* (většinou do 200 °C), jsou často nerozpustné ve vodě, ale rozpustné v organických rozpouštědlech (benzen, ether, aceton aj.). Jejich roztoky ani taveniny obvykle nevedou elektrický proud, jsou to *neelektrolyty*. Organické látky jsou málo odolné vůči vyšším teplotám. Při zahřátí se snadno rozkládají, jsou těkavé a hořlavé. Jejich hořením vzniká CO_2 a voda.

Jenom organické sloučeniny obsahující ve svých molekulách polární skupiny, které mohou tvořit vodíkové můstky (např. $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$), mají vyšší teploty varu a mnohé z nich se dobře rozpouštějí ve vodě.

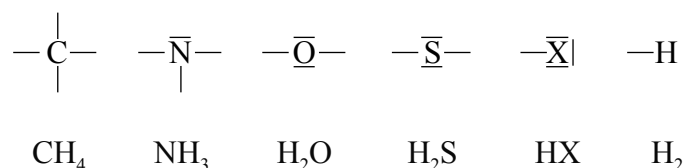
Chemické *reakce* organických sloučenin probíhají podle stejných chemických zákonů jako reakce sloučenin anorganických, *probíhají* však *pomaleji*, často mají složitý průběh (reakční mechanismus), jsou vratné nebo vzniká směs několika různých produktů.

1.2 Vazby v organických sloučeninách

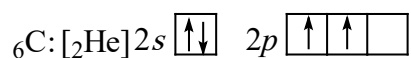
Uhlík je základem všech organických sloučenin. Má schopnost tvořit různé typy vazeb. Na jeho vazebných schopnostech závisí vlastnosti organických sloučenin.

1.2.1 Vaznost prvků v organických sloučeninách

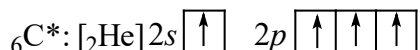
V organických sloučeninách má každý prvek svou **charakteristickou vaznost** vyplývající z jeho elektronové struktury. Tato vaznost je obvykle shodná s počtem vazeb v nejjednodušší sloučenině daného prvku s vodíkem. Uhlík je čtyřvazný, vodík a halogeny jsou jednovazné, kyslík a síra jsou dvořvazné.



Elektronová konfigurace atomu uhlíku v *základním stavu* je:



V základním stavu má atom uhlíku jen *dva* nepárové elektrony a může tvořit jen *dvě* kovalentní vazby. V organických sloučeninách je však **uhlík vždy čtyřvazný**. Aby mohl vytvořit čtyři vazby, musí mít k dispozici čtyři nepárové elektrony. Tato situace nastává u atomu uhlíku v *excitovaném stavu*:



Atom uhlíku vytváří čtyři vazby, které vznikají z různých orbitalů (2s a 2p). Bylo však zjištěno, že všechny čtyři vazby jsou stejné, rovnocenné. To je způsobeno hybridizací valenčních orbitalů.

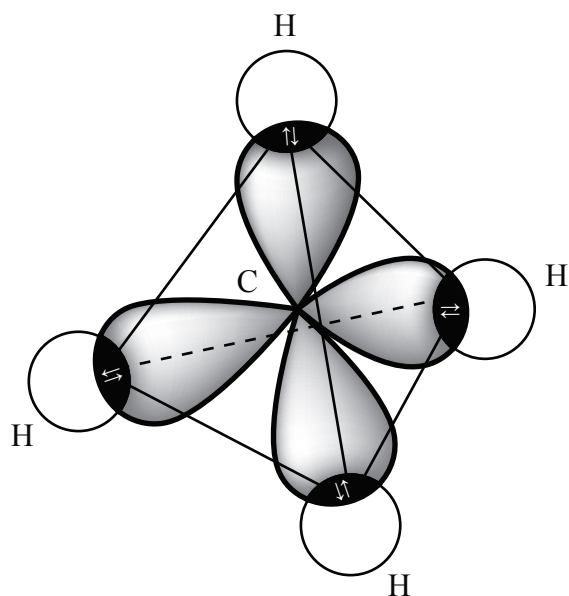
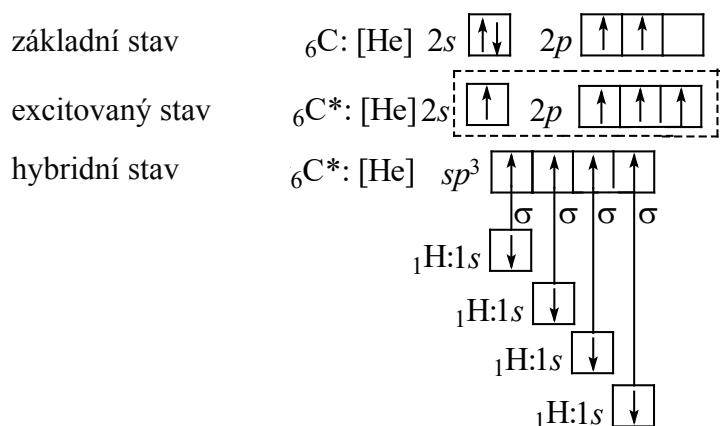
Hybridizace je *energetické sjednocení* různých orbitalů daného atomu. Vznikají rovnocenné orbitály, které mají stejnou energii, stejný tvar a nové prostorové uspořádání. Na základě teorie hybridizace můžeme objasnit prostorovou stavbu molekul (I. díl, kap. 6).

1.2.2 Hybridizace atomu uhlíku

a) **sp^3 hybridizace** zahrnuje *jeden* orbital *s* a *tři* orbitály *p*. Vznikají *čtyři* rovnocenné hybridní orbitály sp^3 . Vznikající vazby směřují do vrcholů pravidelného *tetraedru* (čtyřstěnu) a svírají úhel $109,5^\circ$.

Hybridní orbitály sp^3 má atom uhlíku, ze kterého vycházejí čtyři vazby σ .

Příklad: molekula methanu:



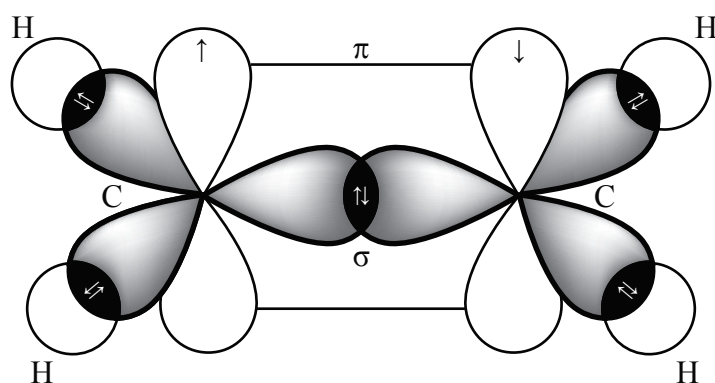
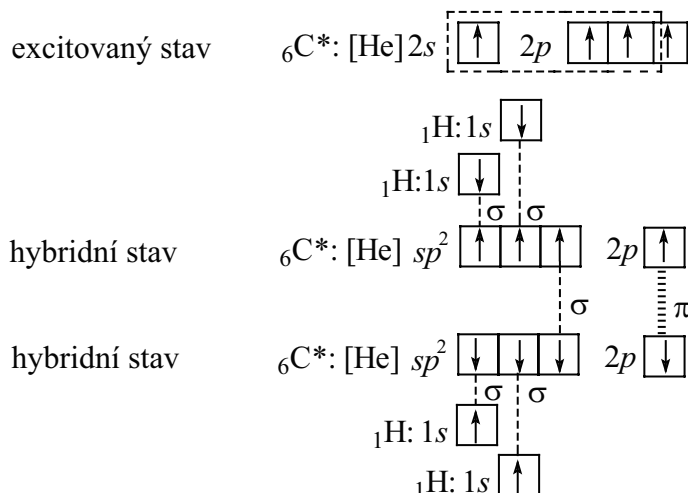
Model molekuly methanu

b) **sp^2 hybridizace** zahrnuje *jeden* orbital s a *dva* orbitaly p . Vznikají *tři* rovnocenné hybridní orbitaly sp^2 směřující do vrcholů *rovnostranného trojúhelníku*. Vazby svírají úhel 120° .

Hybridní orbitaly sp^2 má atom uhlíku, ze kterého vycházejí *tři* vazby σ a *jedna* vazba π , tedy atom uhlíku s jednou dvojnou vazbou ($>\text{C}=\text{C}<$).

Pozor!! Atomové orbitaly, které tvoří vazbu π , nehybridizují!!

Příklad: molekula ethenu (dříve ethylenu) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$

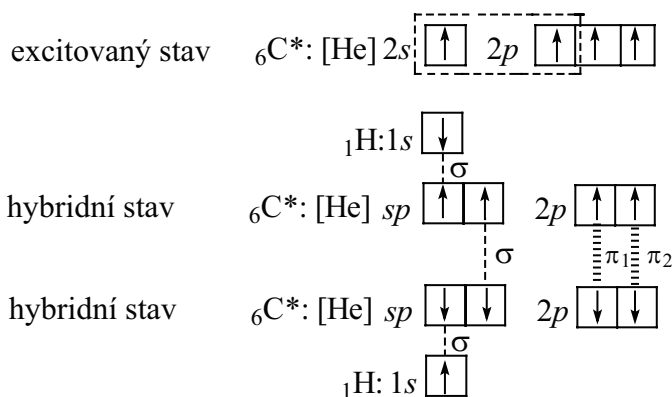


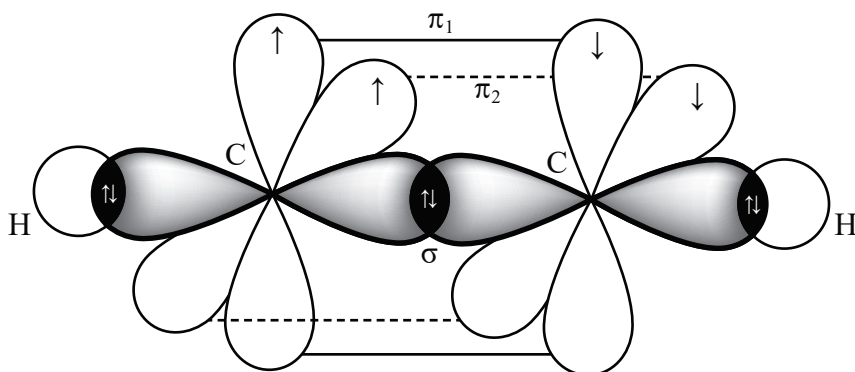
Model molekuly ethenu

c) **sp hybridizace** zahrnuje *jeden* orbital s a *jeden* orbital p . Vznikají *dva* rovnocenné hybridní orbitály sp , které svírají úhel 180° . Hybridní orbitály sp jsou *lineární*.

Hybridní orbitály sp má atom uhlíku, ze kterého vycházejí *dvě* vazby σ a *dvě* vazby π , tedy atom uhlíku s trojnou vazbou ($-\text{C}\equiv$) nebo se dvěma dvojnými vazbami ($=\text{C}=\text{}$).

Příklad: molekula ethynu (acetylenu) $\text{HC}\equiv\text{CH}$

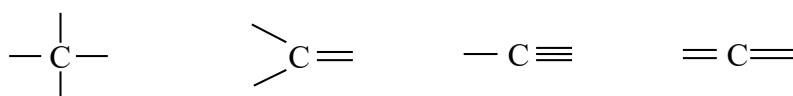




Model molekuly ethynu (acetylenu)

1.2.3 Zásady strukturní teorie organických sloučenin

1) Uhlík je v organických sloučeninách vždy čtyřvazný.



- 2) Všechny čtyři vazby atomu uhlíku jsou *rovnocenné*. Nahradíme-li kterýkoliv atom vodíku v molekule methanu atomem chloru, vždy dostaneme stejnou sloučeninu CH_3Cl .
- 3) Vazby v *nasycených* sloučeninách, tj. ve sloučeninách s jednoduchými vazbami, svírají úhel 109° . Všechny atomy uhlíku mají hybridní orbitály sp^3 .
- 4) Sloučeniny s *dvojnou* vazbou $\text{C}=\text{C}$ jsou v místě dvojné vazby *planární* (rovinné); tzn. že atomy $\text{C}=\text{C}$ a na ně přímo vázané další atomy leží v jedné rovině. Úhly mezi vazbami jsou 120° . Atomy uhlíku, které tvoří dvojnou vazbu, mají hybridní orbitály sp^2 .
- 5) Sloučeniny s *trojnou* vazbou jsou v místě trojné vazby *lineární*, vazby svírají úhel 180° . Atomy uhlíku, které tvoří trojnou vazbu, mají hybridní orbitály sp .
- 6) *Jednoduché* vazby jsou volně *otáčivé*, násobné vazby otáčivé nejsou. Otáčením skupin atomů kolem jednoduchých vazeb vznikají různé **konformery** (kap. 3.3). Volná otáčivost atomů nebo substituentů kolem jednoduchých vazeb může být někdy omezena z prostorových (sterických) důvodů. To vše v malé míře platí i pro uhlíkaté kruhy.
- 7) Každá sloučenina má snahu zaujímat *nejvýhodnější prostorové uspořádání* (konformaci). Při takovém uspořádání jsou nevazebné interakce v molekule minimální. Tato situace nastává, jsou-li atomy nebo skupiny atomů maximálně vzdáleny od sebe.
- 8) *Vlastnosti organických sloučenin závisí na jejich struktuře*. Se znalostí struktury můžeme předvídat a předpovídat vlastnosti sloučeniny a naopak. Abychom mohli předpovědět vlastnosti sloučeniny, musíme znát její strukturní (prostorový) vzorec. Znalost molekulového vzorce látky v organické chemii nestačí, vzhledem k existenci *izomerie* (kap. 3).

1.2.4 Vlastnosti jednoduchých a násobných vazeb mezi atomy uhlíku

Typ vazby	C–C	C=C	C≡C
Délka vazby v nm (10^{-9} m)	154	134	120
Disociační energie vazby v kJ/mol (celková)	347	611	847
Disociační energie vazby σ v kJ/mol	347	–	–
Disociační energie vazby π_1 v kJ/mol	–	264	–
Disociační energie vazby π_2 v kJ/mol	–	–	236

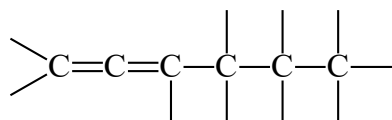
Z tabulky vyplývá, že čím je vazba „násobnější“, tím je kratší a pevnější. Nejpevnější je vazba trojná, protože má nejvyšší disociační energii (fyzikální stabilita). Tyto úvahy neplatí pro reaktivitu násobné vazby – chemicky nejstabilnější jsou sloučeniny bez násobných vazeb (chemická stabilita).

Z tabulky dále vyplývá, že vazba σ je pevnější (stálejší) než vazba π , protože má vyšší disociační energii. Nejméně stálá je vazba π_2 trojné vazby. Jednoduché vazby jsou tedy méně reaktivní než vazby násobné, proto jsou *organické sloučeniny s násobnými vazbami reaktivnější než organické sloučeniny s jednoduchými vazbami*.

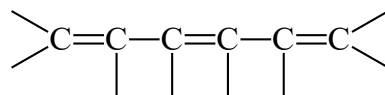
1.2.5 Organické sloučeniny s několika dvojnými vazbami

Podle vzájemné polohy dvojných vazeb v molekule rozlišujeme:

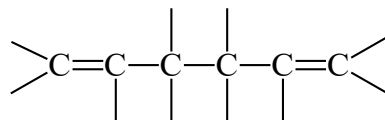
- a) dvojně vazby **kumulované**: dvojně vazby jsou vedle sebe (z jednoho atomu uhlíku vycházejí dvě dvojně vazby)



- b) dvojně vazby **konjugované**: dvě dvojně vazby jsou oddělené jednou vazbou jednoduchou



- c) dvojně vazby **izolované**: mezi dvěma dvojnými vazbami jsou minimálně dvě vazby jednoduché



1.3 Vzorce organických sloučenin

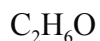
1) Empirický (stechiometrický) vzorec

udává *základní složení* sloučeniny z prvků, tedy *minimální poměr* atomů jednotlivých prvků ve sloučenině. Je to nejjednodušší vzorec.

ethan:	empirický vzorec	CH_3
	molekulový vzorec	C_2H_6
	racionální vzorec	CH_3CH_3

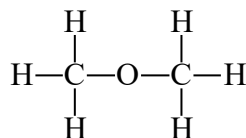
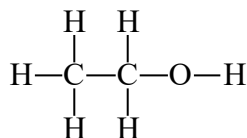
2) Molekulový (souhrnný, sumární) vzorec

udává *skutečné počty* atomů jednotlivých prvků v molekule.



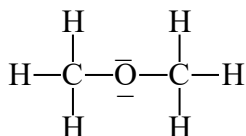
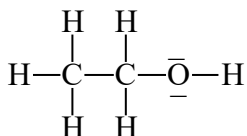
3) Strukturní (konstituční) vzorec

udává pořadí a způsob, jakým jsou atomy v molekule vázány (struktura molekuly).



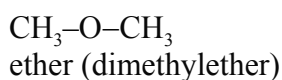
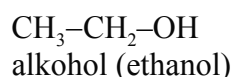
4) Elektronový strukturní vzorec

je strukturní vzorec, ve kterém jsou znázorněny i volné elektronové páry (znázorněny jsou tedy všechny valenční elektrony).



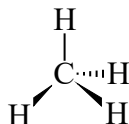
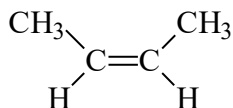
5) Racionální (funkční) vzorec

je zjednodušený vzorec strukturní. Udává charakteristická atomová seskupení (uspořádání skupin atomů, funkčních skupin a substituentů).

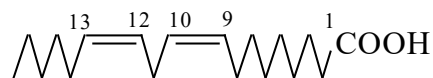
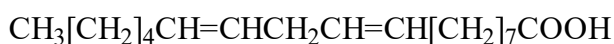


6) Konfigurační (geometrický) vzorec

udává prostorové uspořádání atomů v molekule.

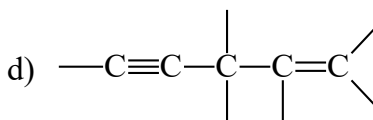
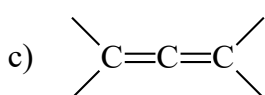
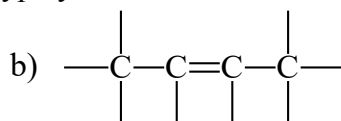
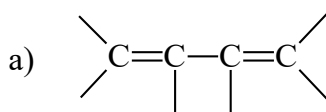


7) V poslední době se s rozvojem počítačů rozšiřuje používání **zjednodušených vzorců**, ve kterých jsou vyznačeny jen vazby a substituenty.



► Cvičení:

- 1) Které prvky jsou nejčastěji obsaženy v organických sloučeninách?
- 2) Porovnejte vlastnosti organických a anorganických sloučenin.
- 3) Kolik vazeb tvoří v organických sloučeninách C, H, O, Cl, S, N, Br? Kolik volných elektronových párů mají tyto prvky?
- 4) Co je hybridizace?
- 5) Jaké typy hybridních orbitalů se vyskytují v atomech uhlíku? Jaký tvar mají jednotlivé typy hybridních orbitalů a jaké jsou úhly mezi vazbami?
- 6) Které vazby jsou volně otáčivé?
- 7) Na čem závisí vlastnosti organických sloučenin? Jak je můžeme předpovědět?
- 8) Ke každému atomu uhlíku napište typ hybridizace:



- 9) Která z předcházejících sloučenin je planární?
- 10) Proč je vazba σ silnější než vazba π ?
- 11) Co jsou konjugované, izolované a kumulované dvojné vazby?
- 12) Jaké typy vzorců znáte? Jak se od sebe liší? Které vzorce se v organické chemii příliš nepoužívají a proč?
- 13) Napište elektronové strukturní vzorce těchto sloučenin:
 - a) H_2CO_3
 - b) CH_3COOH
 - c) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
 - d) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - e) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

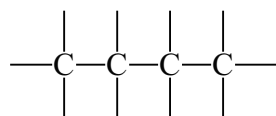
1.4 Uhlíkový řetězec

Základem většiny organických sloučenin je řetězec uhlíkových atomů, které jsou spojeny jednoduchými nebo násobnými vazbami. Tento základní systém uhlíkových atomů se nazývá také uhlíková kostra nebo uhlíkový skelet.

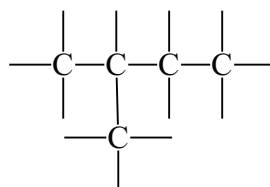
Řetězec uhlíkových atomů může být:

l) lineární (otevřený):

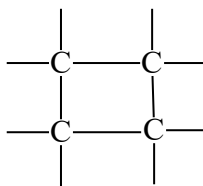
a) nerozvětvený (přímý)



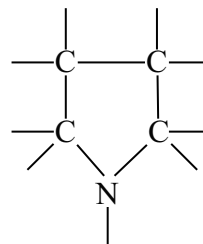
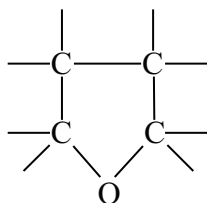
b) rozvětvený



- 2) **cyklický** (uzavřený, kruhový) – atomy uhlíku tvoří uzavřený kruh
 a) *izocyklický* (karbocyklický) – kruh obsahuje pouze atomy uhlíku



- b) *heterocyklický* – součástí kruhu jsou i jiné atomy – heteroatomy (S, O, N i jiné)



1.5 Klasifikace organických sloučenin

Organické sloučeniny lze klasifikovat podle různých kritérií:

1) *podle chemického složení:*

a) **uhlovodíky**

– jsou základní organické sloučeniny, které obsahují pouze atomy uhlíku a vodíku.

b) **deriváty uhlovodíků**

– vznikají substitucí jednoho nebo více atomů vodíku v molekule uhlovodíku jiným atomem nebo funkční skupinou. *Funkční skupina* je skupina atomů ve struktuře molekuly, která do značné míry určuje vlastnosti celé sloučeniny (např. $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $>\text{C}=\text{O}$).

Příklady: uhlovodík:	CH_4	methan		
deriváty methanu:	CH_3Cl	chlormethan	CHBr_3	tribrommethan
	CH_3NH_2	methan amin	CH_3NO_2	nitromethan

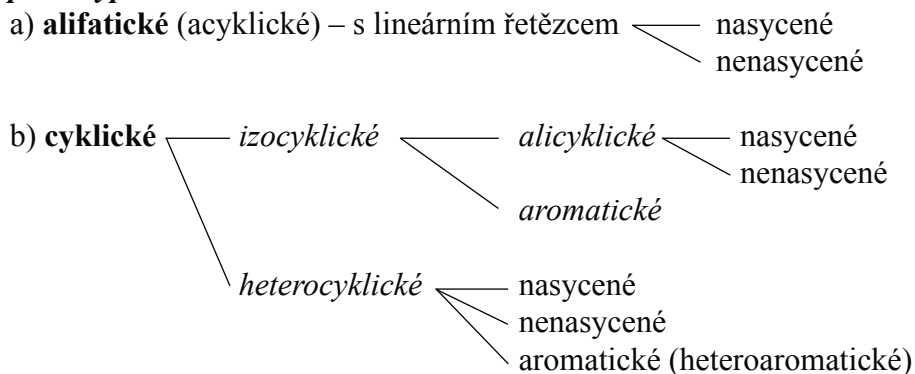
2) *podle typu vazeb (reaktivity)*

a) **nasycené** – v řetězci jsou pouze *jednoduché vazby*

b) **nenasycené** – v řetězci jsou kromě jednoduchých vazeb také *vazby násobné* (dvojná, trojná)

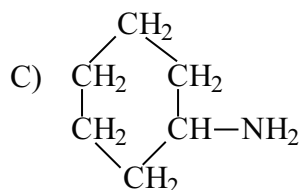
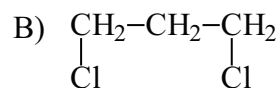
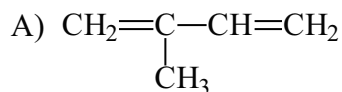
c) **aromatické** – cyklické sloučeniny obsahující systém konjugovaných dvojných vazeb se $(4n + 2)$ π -elektronů, kde $n = 0, 1, 2, \dots$ (např. benzen, kap. 5.6)

3) **podle typu uhlíkového řetězce**



► **Cvičení:**

- 1) Jaké typy řetězců tvoří atomy uhlíku v organických sloučeninách?
- 2) Co jsou alifatické sloučeniny?
- 3) Jak se obecně nazývají sloučeniny s dvojnou nebo trojnou vazbou?
- 4) Mohou být alifatické sloučeniny aromatické?
- 5) Které sloučeniny jsou heterocyklické?
- 6) Co jsou uhlovodíky?
- 7) Napište racionální vzorec:
 - a) nenasyceného cyklického uhlovodíku
 - b) halogenderivátu nasyceného alifatického uhlovodíku s rozvětveným řetězcem
- 8) Zařaďte následující organické sloučeniny podle:
 - a) typu řetězce
 - b) druhů vazeb
 - c) chemického složení



2. NOMENKLATURA (NÁZVOSLOVÍ) ORGANICKÝCH SLOUČENIN

Organická sloučenina může mít několik názvů, které vznikají různým způsobem.

Triviální názvy

mají historický původ. Nemají vztah ke struktuře ani ke složení dané sloučeniny. Souvisí zpravidla s vlastnostmi sloučeniny nebo s jejím původem (zdrojem) – např. aceton, kyselina octová, chloroform, močovina.

Systematické názvy

vyjadřují složení sloučeniny a mají vztah k její struktuře. Tvoří se podle určitých pravidel. Z názvu sloučeniny lze odvodit její vzorec.

Principy systematické nomenklatury ustavila mezinárodní společnost International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) a jsou mezinárodně platné. Základem systematické nomenklatury jsou názvy nerozvětvených alkanů.

2.1 Alkany s nerozvětveným řetězcem

Alkany (parafiny) jsou nasycené alifatické uhlovodíky. Mají obecný vzorec



Název alkanu má sufix **-an**

Alkany tvoří *homologickou řadu*. Její členové se nazývají **homology**. Mají stejný obecný vzorec a každý následující člen se liší od předcházejícího o stejnou skupinu atomů, *homologický rozdíl* nebo *přírůstek* (skupina $-\text{CH}_2-$).

V každé homologické řadě platí, že s rostoucím počtem atomů uhlíku v řetězci roste teplota tání, teplota varu a hustota. Chemické vlastnosti jsou stejné.

Nomenklatura nerozvětvených alkanů

Počet atomů uhlíku	Název	Molekulový vzorec	Racionální vzorec
1	methan	CH_4	CH_4
2	ethan	C_2H_6	CH_3CH_3
3	propan	C_3H_8	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
4	butan	C_4H_{10}	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_2\text{CH}_3$
5	pentan	C_5H_{12}	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_3\text{CH}_3$
6	hexan	C_6H_{14}	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_4\text{CH}_3$
7	heptan	C_7H_{16}	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_5\text{CH}_3$
8	oktan	C_8H_{18}	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_6\text{CH}_3$
9	nonan	C_9H_{20}	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_7\text{CH}_3$
10	dekan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_8\text{CH}_3$

První čtyři alkany mají triviální názvy. Názvy ostatních alkanů vznikají z řecké číslovky (podle počtu atomů C) a sufixu **-an**.

Poznámka: Alkany s nerozvětveným řetězcem se dříve označovaly jako *normální* alkany (*n*-butan až *n*-dekan, ale i vyšší).

2.2 Uhlovodíkové substituenty

Uhlovodíkové substituenty (dříve radikály) odvozujeme odtržením atomu vodíku z uhlovodíku. Uhlovodíkové substituenty se obecně označují **R-**.

Název: sufix **-yl**.

Např. *alkan* → **alkyl** (alkanyl*) (uhlovodíkový substituent z nasyceného uhlovodíku alkanu)
alken → **alkenyl** (uhlovodíkový substituent z uhlovodíku s dvojnou vazbou)
alkyn → **alkynyl** (uhlovodíkový substituent z uhlovodíku s trojnou vazbou)
aren → **aryl** (uhlovodíkový substituent z aromatického uhlovodíku)

**Alkyl:* např. propyl, butyl – v tomto případě má uhlík s volnou vazbou vždy lokant (číslo) 1!
Alkanyl: pokud není volná vazba na koncovém atomu uhlíku, přípona -yl je za názvem celého uhlovodíku – např. propan-2-yl – (ne prop-2-yl).

Klasifikace uhlovodíkových substituentů (alkylů):

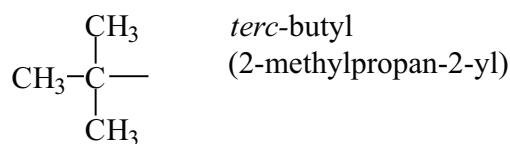
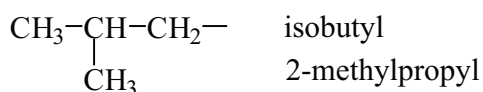
$R-CH_2-$	<i>primární</i>	Jeden R- a dva atomy vodíku jsou vázány na uhlík s volnou vazbou (volná vazba je na konci řetězce)
$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ CH- \\ \diagup \\ R \end{array}$	<i>sekundární</i> (sek)	Dva R- a jeden atom vodíku jsou vázány na uhlík s volnou vazbou (volná vazba je v řetězci)
$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R-C- \\ \diagup \\ R \end{array}$	<i>terciární</i> (terc)	Tři R- jsou vázány na uhlík s volnou vazbou (volná vazba je v místě rozvětvení řetězce)

Příklady uhlovodíkových substituentů:

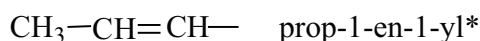
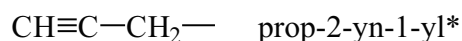
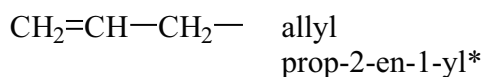
1) *jednovazné*

a) nasycené (alkyly)

CH_3-	methyl	CH_3-CH_2-	ethyl
$CH_3-CH_2-CH_2-$	propyl	$\begin{array}{c} CH_3-CH- \\ \\ CH_3 \end{array}$	isopropyl (propan-2-yl)
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	butyl	$\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_2-CH_3 \\ \end{array}$	sek-butyl (butan-2-yl)

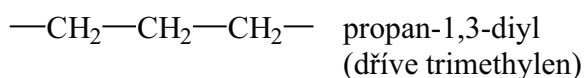
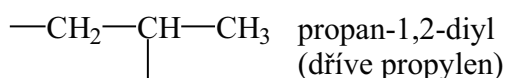
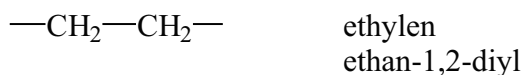


b) nenasycené (alkenyly a alkynyly)



* Lokant 1 se uvádí vždy, když název obsahuje ještě jiný lokant.

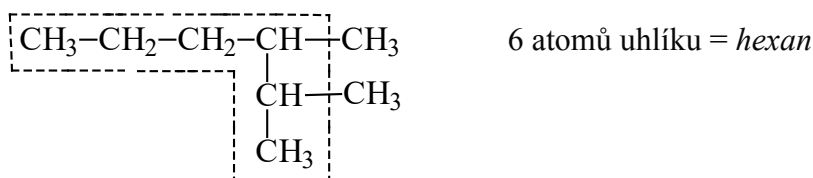
2) *dvojvazné* – mají sufix *-diyl* (starší sufix *-ylen* pouze pro methylen a ethylen)



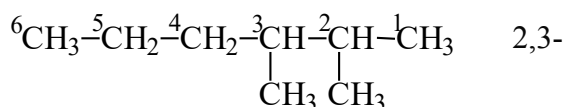
2.3 Alkany s rozvětveným řetězcem

2.3.1 Tvoření názvů

1. Určíme *nejdelší* uhlíkový řetězec. Tento *hlavní* řetězec tvoří základ názvu:



2. Hlavní (nejdelší) řetězec *očíslovujeme* tak, aby polohy alkylů nebo jiných substituentů měly nejnížší možný lokant (číslo):



3. Před název hlavního řetězce napíšeme:

- lokant* alkylu nebo jiného substituentu (tj. číslo uhlíku, na kterém je substituent vázán)
- název* substituentu

Mezi lokanty píšeme *čárku* (např. 1,3,5); mezi lokanty a názvy píšeme *spojovník* (2-methyl)