

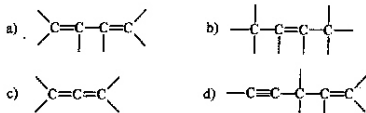
ÚLOH ORG. CHEMIE

- ① CO STUDUJE ORG. CHEMIE - CHEMIE SLOUČENIN C
- ② MAKROBIOGENNÍ PRVKY
- ③ VITALISTICKÁ TEORIE (Berzelius 1806)
- ④ 1. SYNTÉZA ORG. LÁTKY 1825 Wöhler
- ⑤ ČÍM JE ZPŮSOBENA ROZMANITOST ORG. SLOUČENIN
- ⑥ ZDROJE ORG. SLOUČENIN - RECENTNÍ X FOSSILNÍ
- ⑥ SROVNEJ VLASTNOSTI ORG. A ANORG. SLOUČENIN
 - ZÁDAJ → NEPOLÁRNÍ, SLABÉ POLÁRNÍ VÁZBY
 - SILNÉ POLÁRNÍ, IONTOVÉ VÁZBY
 - NĚKÁ T.T. A T.V.
 - ROZPUSTNOST VE VODĚ, ORG. ROZPUST.
 - TUDÍ ROZTOKY → ELEKTROVITNÝ
TAVENÍM (NEELEKTROVITNÝ)
 - ODOLNOST VŮČI $\uparrow$ T
 - TEKAVÉ, HODLAVÉ, HOŘENÍM X CO_2
 H_2O
 - SCHOPNOST TVOŘIT VOD. VÁZBY
 - CHEM. RČE PROBÍNAJÍ POPLAVY
ČASTU SŮŽITÍ PRŮBĚH,

ZÁKLADNÍ POJMY

- JAKÝ TYP VAZEB PŘEVÁŽUJE V ORG. SLOUČENINÁCH
- NA ČEM JE ZALOŽENA KOV. VAZBA
- JAK SE DELÍ KOV. VAZBY NA ZÁKLADĚ - ROZDÍLU ELEKTROVEDL. - POČTU SDÍLENÝCH PÁRŮ
- ROZDÍL MEZI σ A π VAZBAMI, JAK VZNIKAJÍ?
- UVEĎ ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY VAZEB (VAZEBNÁ EN X DĚKAT.)
- JAK SPOLU POUŽÍVÁME?
- CHARAKTERISTICKÁ VAZNOST (H, C, O, N, X, S) $\rightarrow$ ČÍM JE URČENA?
- (X MAX. VAZNOST C, C, N, P, S)
- EL. KONFIGURACE C, C^* , 4-VAZNOST $C \rightarrow$ ODPOVÍDÁME OD JAKÉHO STAVU?
- METODA VSEPR (ODPOVÍDÁME EL. PÁRŮ VAL. VRSTVY) - K ČEMU SLOUŽÍ?
- UVEĎ TVARY MOLEKUL: $BeCl_2, BF_3, CH_4, PCl_5, SF_6, NH_3, H_2O, CO_2, SO_2, SO_3, PH_3$
- TEORIE HYBRIDIZACE (VYSVĚTLUJE PROČ USPOŘÁDÁNÍ + ROVNOCENNOST KOV. VAZEB Z EN. RŮZNÝCH AO VAL. VRSTVY)
- KTERÉ ORBITALY SE HYBRIDIZUJÍ (SMÍCHAJÍ)
- KOLIK VZNIKÁ HYBRIDNÍCH ORBITALŮ VZHEDEM K PŮVODNÍMU POČTU VAL.
- JOU DEGENEROVANÉ HO?
- JAKÝ MAJÍ TVAR, JAK SE ORIENTUJÍ V PROSTORU 2, 3, 4 HC
- VYSVĚTLI NA CH_4, C_2H_4, C_2H_2 ZÁKLADNÍ TYPY sp^3, sp^2, sp
- JAK SE NAZÝVAJÍ TYTO TYPY HYBRIDIZACE?

8) Ke každému atomu uhlíku napište typ hybridizace:



9) Která z předcházejících sloučenin bude planární?

10) Proč je vazba σ silnější než vazba π ?

11) Co jsou konjugované, izolované a kumulované dvojně vazby?

12) Jaké typy vzorců znáte? Jak se od sebe liší? Které vzorce se v organické chemii příliš nepoužívají a proč?

13) Napište elektronové strukturální vzorce těchto sloučenin:

a) H_2CO_3 b) CH_3COOH c) $CH_3CH(NH_2)COOH$
 d) C_2H_5OH e) $(CH_3)_3N$

! sloučenin majících stejný sumární vzorec se liší strukturou (pořadím atomů, povahou, pořadím nebo prostorovým uspořádáním vazeb), nazývají se izomery a příslušné sloučeniny jsou izomery.

Pojem struktura je třeba chápat jako popis uspořádání atomů a vazeb v molekule. Struktura sloučeniny se popisuje nebo vyjadřuje vzorcem obvykle ve třech různých úrovních - jako konstituce, konfigurace nebo konformace molekuly.

Konstituce popisuje druh a pořadí atomů i vazeb v molekule, nevšímá si však jejich prostorového uspořádání. Sloučeniny se stejným sumárním vzorcem ale odlišnou konstitucí se nazývají konstituční izomery.

Konfigurace kromě konstituce zahrnuje i popis prostorového uspořádání atomů a vazeb v molekule, zabývá se však rozdíly v prostorovém uspořádání, které vyplývají z otáčení skupin atomů kolem jednoduchých kovalentních vazeb. Sloučeniny stejné konstituce ale lišící se jen konfigurací se nazývají konfigurační izomery.

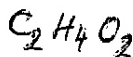
Konformace popisuje u sloučenin s určitou konfigurací různá prostorová uspořádání, která vznikají rotací částí této molekuly kolem jednoduchých vazeb. Molekuly jediné sloučeniny mohou ve vhodném prostředí nabývat různých konformací, tyto prostorově odlišné tvary se označují jako konformační izomery (konformery). Společný název pro konfigurační a konformační izomery (odlišují se jen prostorovým uspořádáním atomů v prostoru) je stereoizomery. Běžné strukturální vzorce organických sloučenin jsou nejčastěji vzorce konstituční.

kys. octová

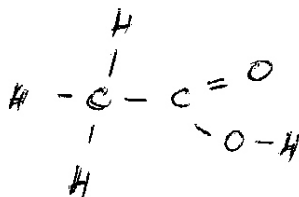
① empirický (udává zatl. poměr atomů prvků v molekule)



② sumární (molekulový) - udává složení molekuly
- udává počet a druh atomů v molekule

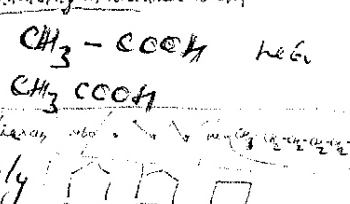


③ strukturní - konstituční



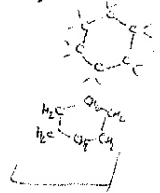
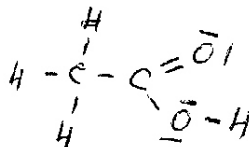
→ popisuje druh a počet atomů i vazeb (konstrukce)

④ racionální - konstituční (zjednodušený strukturní)
→ zkrácení (zkrácení zápisu) skupin atomů / cyklických sloučenin používáme grafické symboly



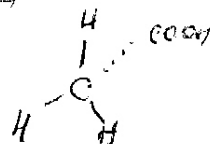
⑤ elektronový - strukturní

→ má upřesněné vazebné e⁻ páry



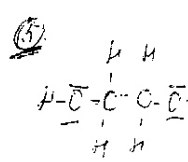
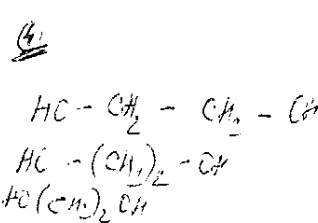
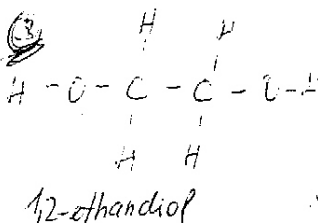
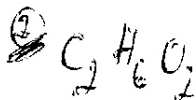
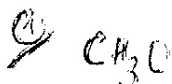
⑥ konfigurační - prostorový

udává prostorové uspořádání atomů a vazeb v molekule



⑦ konformační - prostorový

popisuje takové uspořádání molekul, která vznikají rotací vazeb těchto molekul kolem jednoduších vazeb.



3 Izomerie

Izomerní je jev, kdy sloučeniny mají *stejný sumární vzorec*, ale *různou strukturu* nebo *prostorové uspořádání*. Takové sloučeniny se nazývají *izomery*. Různá struktura podmiňuje různé fyzikální a chemické vlastnosti izomerů.

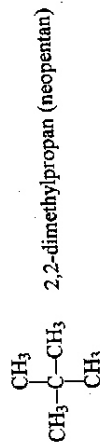
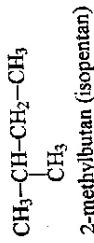
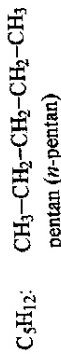
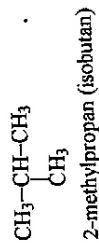
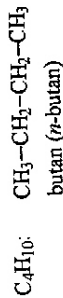
3.1 Konstituční (strukturní) izomerie

Konstituční izomery mají *stejný sumární vzorec*, ale *různou strukturní vzorec*. Liší se svou konstitucí, tj. pořadím atomů a pořadím a druhem vazeb v molekulách.

3.1.1 Řetězcová izomerie

Izomery se liší *uspořádáním* (tvarem) uhlíkového řetězce, ale patří ke stejné homologické řadě.

Příklady:



C_6H_{14} :

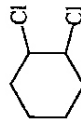
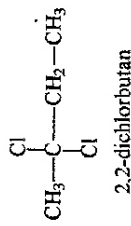
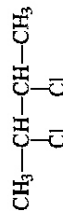


Prefix *iso-* se užívá k označení methylové skupiny na druhém uhlíkovém atomu v řetězci.

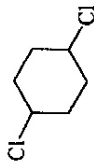
3.1.2 Polohová izomerie

Polohové izomery se liší *polohou substituentů* nebo *polohou násobné vazby* v molekule.

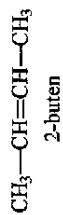
Příklady:



1,2-dichlorocyclohexan



1,4-dichlorocyclohexan

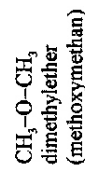
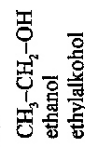


3.1.3 Skupinová (funkční) izomerie

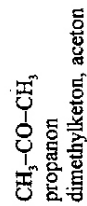
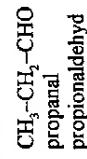
Skupinové izomery se liší *typem funkční skupiny*, a proto patří k různým homologickým řadám. Mají velmi rozdílné chemické i fyzikální vlastnosti.

Příklady:

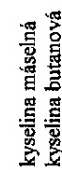
1) alkohol a ether



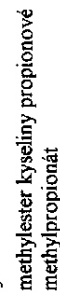
2) aldehyd a keton



3) karboxylová kyselina a estery



S kyselinou máseleinou jsou izomerní tyto estery:



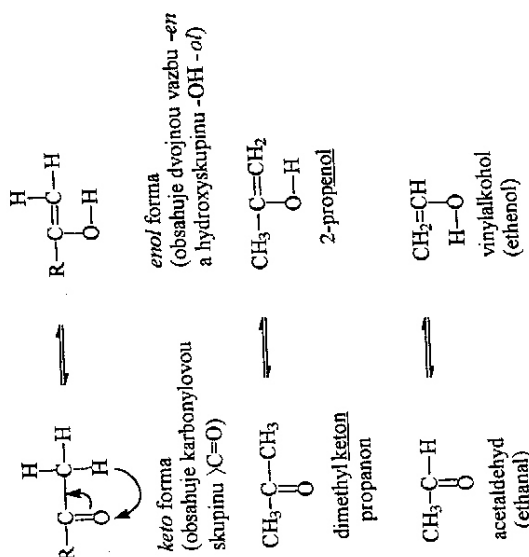


3.1.4 Tautomerie

Tautomery se liší *polohou vodíku a typem a polohou dvojnou vazby*. Uhlíkový řetězec je stejný. Obě formy (tautomery) jsou v dynamické rovnováze a podle podmínek se mohou vzájemně přeměňovat (přesmykovat).

Tautomery mají stejný empirický a molekulový vzorec, ale různý strukturní a racionální vzorec.

Příklad: aldehydy a ketony vykazují **keto-enol** tautomerii



• Cvičení:

- Co jsou izomery?
- Jaké typy konstituční izomerie znáte? Jak se vzájemně liší?
- Napište racionální vzorce všech řetězcových izomerů heptanu C_7H_{16} , a pojmenujte je.
- Napište všechny polohové izomery:
 - dichloropropanu
 - hexadienu
 - dimethylcyklohexanu
- Co jsou tautomery? Jaké typy tautomerie znáte?
- Která z uvedených sloučenin tvoří jen jeden monohalogenid?
 - propin
 - propan
 - 2,2-dimethylpropan
 - 2-methylpropan
- Kolik alkylů můžeme odvodit od *n*-pentanu?
- Jaký typ izomerů jsou pentan a isopentan?
- Napište všechny polohové a všechny řetězcové izomery pentenu.

10) 1-buten a cyklobutan jsou:

- izomery konfigurační
- izomery konstutční
- nejdou izomery
- jsou homology

11) Hexan a cyklohexan jsou:

- izomery konfigurační
- nejdou homology
- jsou izomery konstituční
- jsou izomery konstutční

3.2 Konfigurační izomerie (stereoizomerie)

Stereoizomery (prostorové izomery) se liší pouze prostorovým uspořádáním (konfigurací) atomů nebo jejich skupin. Mají proto různý konfigurační (geometrický) vzorec.

3.2.1 Geometrická izomerie (cis - trans)

Izomery *cis* - *trans* se liší konfigurací substituentů na dvojnou vazbě nebo na cyklu. Mají rozdílné fyzikální i chemické vlastnosti. Tento typ izomerie se vyskytuje u některých sloučenin s dvojnou vazbou a u substituovaných nebo rozvětvených cykloalkanů.

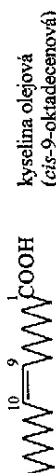
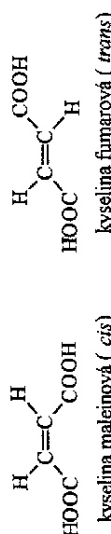
cis-izomer: substituenty jsou na *stejnou* straně dvojnou vazby nebo roviny kruhu
trans-izomer: substituenty leží na *opačných* stranách dvojnou vazby nebo roviny kruhu

Příklady:

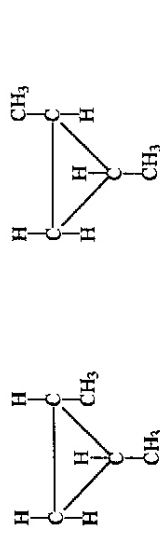
a) *alkeny* - dvojná vazba není volně otáčivá. Jsou-li na každém uhlíku dvojnou vazby vázané substituenty nebo radikály, pak existují dva izomery *cis* a *trans*.



b) *nenasycené karboxylové kyseliny*



c) *cykloalkany* - volná rotace substituentů kolem jednoduché vazby je v cyklu omezena, což je příčinou existence *cis-trans* izomerie u cykloalkanů.



3.2.2 Optická izomerie (chiralita)

Některé organické sloučeniny mají schopnost otáčet rovinu polarizovaného světla. Tato schopnost se nazývá *optická aktivita*, takové sloučeniny jsou *opticky aktivní*.

Polarizované světlo



Normální světlo

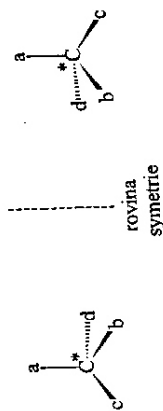


Polarizované světlo

kmitá ve všech rovinách
kmitá jen v jedné rovině

Optická aktivita se vyskytuje u molekul, které nemají rovinu ani střed symetrie. Většina opticky aktivních látek obsahuje v molekule alespoň jeden **asymetrický uhlíkový atom (chirální uhlík, chirální centrum)**. Asymetrický uhlík je atom, který váže čtyři různé substituenty. Ve vzorci jej označujeme C*.

V uspořádání substituentů na asymetrickém uhlíku mohou nastat dvě možnosti:



Tyto dvě formy jsou svými *zrcadlovými obrazy* a ani otáčením v prostoru je nelze ztožit. Je mezi nimi *chirální vztah*, stejný jako je vztah mezi pravou a levou rukou (starořecky *chira* = ruka). Takové optické izomery se nazývají **enantiomery** nebo také **optické antipody**. Většina jejich fyzikálních i chemických vlastností je stejná, enantiomery se však liší ve své optické aktivitě. Mohou se lišit také v biochemických reakcích.

Optické antipody otáčejí rovinu polarizovaného světla o *stejný úhel, ale opačným směrem*.

Otačivost opticky aktivních sloučenin zjišťujeme měřením v *polarimetru*. Určujeme směr otáčení a velikost úhlu otočení.

pravotočivý antipod - otáčí rovinu polarizovaného světla **doprava**.

Označujeme jej (+).



levotočivý antipod - otáčí rovinu polarizovaného světla **doleva**.

Označujeme jej (-).



Směs dvou optických antipodů o stejné koncentraci (ekvimolární směs) se nazývá **racemická směs** nebo **racemát**. Tato směs je *opticky inaktivní*, protože optické účinky obou antipodů se navzájem ruší.

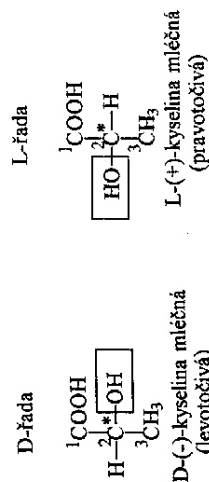
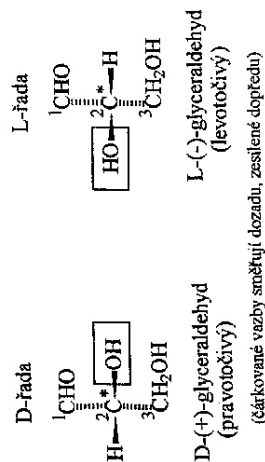
Pro vyjádření **konzfigurace na asymetrickém uhlíku** používáme označení **D-** a **L-**. Tato písmena nesouvisí se směrem otáčení roviny polarizovaného světla! Opticky aktivní látky mohou mít označení D(+), D(-), L(-) nebo L(+).

Pro znázornění D- a L-forem se používá standardní *Fischerova projekce*, pro kterou platí tato pravidla:

- uhlík č. 1 je nahoře
- vertikální vazby daného C* směřují dozadu (pod rovinu nákresny)
- horizontální vazby daného C* směřují dopředu (před rovinu nákresny)

Podle konzfigurace na asymetrickém uhlíku označujeme optické izomery:

D- (dexter) - funkční skupina je *napravo*
L- (laevus) - funkční skupina je *nalevo*



Je-li v molekule několik chirálních uhlíků, formu D- nebo L- určíme podle konzfigurace na *posledním chirálním uhlíku*, tj. na chirálním uhlíku s nejvyšším lokantem (kap. 8.1.1).

S optickými antipody se setkáváme i v biochemii. V živých organismech se například vyskytují pouze L-aminokyseliny, ale jenom D-cukry. Enzymy mají schopnost tyto struktury rozlišit.

3.3 Konformace

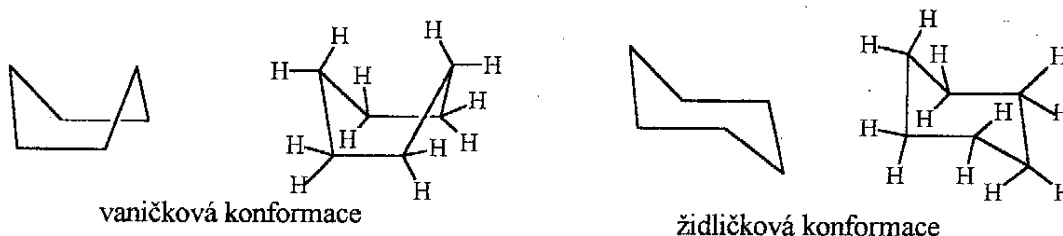
Konformace jsou *různá prostorová uspořádání* molekul stejné sloučeniny. Tyto formy se nazývají *konformery*. Vznikají *rotací* jednotlivých částí molekuly *kolem jednoduchých vazeb*.

Konformery mají rozdílnou potenciální energii. Čím jsou nevazebné interakce uvnitř molekuly slabší (atomy a jejich skupiny co nejdál od sebe), tím je molekula stabilnější. Konformer s nejnižší potenciální energií je nejstabilnější.

Mezi konformery se ustavuje *rovnováha*. Při určité teplotě vzniká směs konformerů, ve které převládá konformer, který je při dané teplotě nejstabilnější.

Například cykloalkany, počínaje cyklohexanem, se vyskytují v několika konformacích. Energeticky nejchudší a tedy nejstabilnější konformace cyklohexanu je *konformace židlíčková*, naopak energeticky nejbohatší je *konformace vaničková*. S rostoucí teplotou bude tedy růst poměrné zastoupení vaničkové konformace ve směsi.

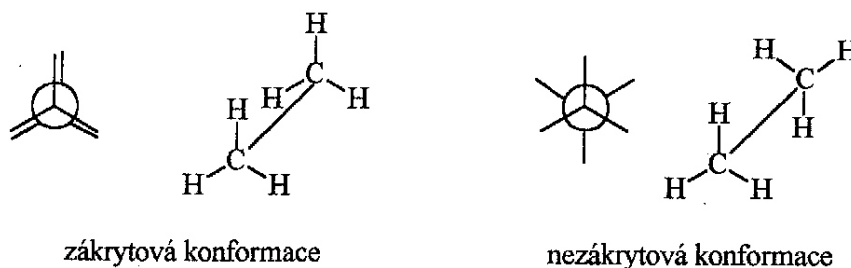
Příklad: konformace *cyklohexanu*



Podobné konformace se vyskytují například u sacharidů se šestičlennými cykly.

U ethanu má nejnižší potenciální energii ze všech možných konformací *konformace nezákrytová*, nejvyšší naopak *konformace zákrytová*.

Příklad: konformace *ethanu*



Poznámka: Někteří autoři řadí konformery mezi prostorové izomery (stereoizomery).

☛ Cvičení:

- 1) Čím se liší stereoizomery? Jaké typy stereoizomerie znáte?
- 2) U kterých sloučenin existuje geometrická (*cis-trans*) izomerie?
- 3) Čím se liší *cis* a *trans* izomery?
- 4) Nakreslete vzorce geometrických izomerů 2-pentenu a pojmenujte je.
- 5) Co je optická aktivita? Které sloučeniny jsou opticky aktivní?
- 6) Co jsou enantiomery? Co jsou optické antipody? Co je racemická směs?
- 7) Napište racionální vzorec nejjednoduššího uhlovodíku, který obsahuje asymetrický uhlík.