

Uhlovodíky

Uhlovodíky jsou nejjednodušší organické sloučeniny tvořené pouze **uhlíkem a vodíkem**. Můžeme je dělit podle druhu vazeb přítomných v molekulách na **nasyčené a nenasycené**. V nasycených uhlovodících jsou atomy spojeny pouze jednoduchými vazbami, nenasycené obsahují jednu nebo více vazeb dvojných nebo trojných. Můžeme se však setkat také s dělením do tří skupin, a to na **alifatické, alicyklické a aromtické** uhlovodíky. Alifatické uhlovodíky jsou uhlovodíky, které neobsahují cyklus. Alicyklické uhlovodíky mají jeden nebo více cyklů, mohou být nasycené i nenasycené, ale s výjimkou uhlovodíků **aromatických**, které tvoří poslední skupinu.

Alkany,  **cykloalkany**



Alkany, cykloalkany

Mezi uhlovodíky nasycené, tedy s jednoduchými vazbami, patří nasycené necyklické uhlovodíky **alkany** s obecným vzorcem C_nH_{2n+2} a **cykloalkany** obsahující cyklus s obecným vzorcem C_nH_{2n} , kde n je přirozené číslo.

Nasycené uhlovodíky jsou mimořádně důležité látky. Alkany jsou základní složkou **ropy a zemního plynu**. Bez nich by doprava na naší planetě téměř ustala. Alkany jsou totiž neodmyslitelnou součástí **benzínů**, které se získávají právě z **ropy**. Původ ropy není zcela vysvětlen, ale pravděpodobně vznikla rozkladem rostlinných i živočišných zbytků za nepřítomnosti kyslíku. Roční spotřeba ropy se celosvětově pohybuje v miliardách tun.



Navíc látky obsahující velký podíl alkanů, **zemní plyn a ropa**, jsou dnes základními surovinami, ze kterých se vyrábí víc než 90 % všech organických látek. Ze zemního plynu se vyrábějí například **saze** pro gumárenský průmysl, z ropy se kromě nejdůležitější **benzínové frakce** vyrábí také **asfalt**, který se získává jako zbytek po vakuové destilaci.

Alkany se nevyskytují pouze v ropě, ale delší lineární alkany jsou **produkovány rostlinami**, chrání např. kořeny. Najdeme je ve velkém množství také v **půdě**.

Názvosloví

Názvy alkanů tvoří základ názvosloví organických sloučenin. Názvy alkanů mají v systematickém názvosloví vždy **příponu -an**. Alkany **methan, ethan, propan a butan** mají triviální názvy řeckého původu. Názvy vyšších alkanů jsou odvozovány z **řeckých číslovek**, které označují **počet atomů uhlíku** v uhlovodíkovém řetězci. Názvy a vzorce nerozvětvených alkanů jsou uvedeny v následující tabulce:

*Homologická
řada alkanů*

Název	Vzorec
Methan	CH_4
Ethan	C_2H_6 nebo CH_3-CH_3
Propan	C_3H_8 nebo $CH_3-CH_2-CH_3$
Butan	C_4H_{10} nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
Pentan	C_5H_{12} nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Hexan	C_6H_{14} nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Heptan	C_7H_{16} nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Oktan	C_8H_{18} nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Nonan	C_9H_{20} nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Dekan	$C_{10}H_{22}$ nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Undekan	$C_{11}H_{24}$ nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Dodekan	$C_{12}H_{26}$ nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Tridekan	$C_{13}H_{28}$ nebo $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

Z uvedené tabulky vyplývá, že každý o atom uhlíku delší člen se liší od předchozího o skupinu **-CH₂-** a sloučeniny tak tvoří homologickou řadu.



Základ systematického názvu alkanů vždy tvoří název tzv. **hlavního řetězce** (na obrázku níže je znázorněn červeně), tedy nejdelšího nerozvětveného uhlíkového řetězce, který v molekule najdeme. Pokud je to například řetězec pětiuhlíkatý, je základem názvu pentan. K tomuto hlavnímu řetězci mohou být připojeny další substituenty, které tvoří **řetězce boční**.



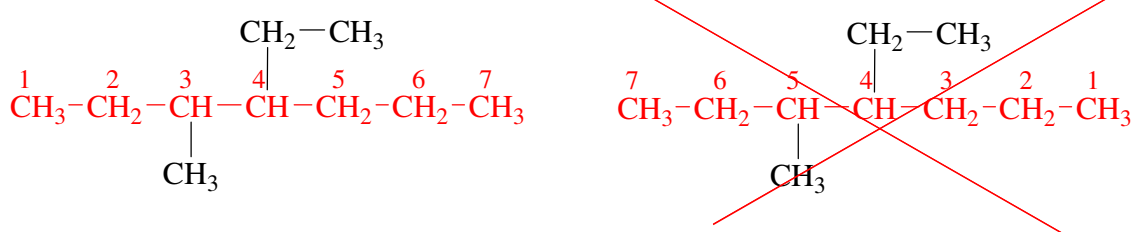
nerozvětvený řetězec

rozvětvený řetězec

Typy uhlíkatých řetězců

U **substituentů**, připojených k hlavnímu řetězci, je nutné v názvu udát jejich **polohu, počet a druh substituentu**. Hlavní řetězec je nutné očíslovat. Hlavní řetězec číslováme **arabskými číslicemi** tak, aby místa větvení, kde jsou připojeny substituenty, měla co **nejnižší čísla**, tzv. lokanty.

Číslování řetězce

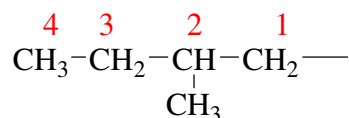


Zbývá pojmenovat **substituenty**, které jsou k hlavnímu řetězci připojeny v místě větvení. Pokud je substituent odvozen od alkanu odtržením jednoho atomu vodíku, nazývá se **alkyl**. Název vytvoříme pouhou náhradou přípony -an za **-yl**. Např.:

Alkyl

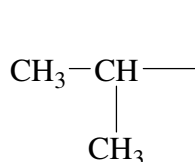
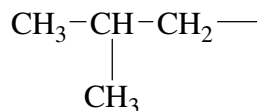
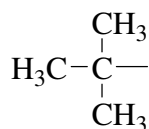
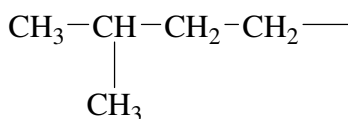
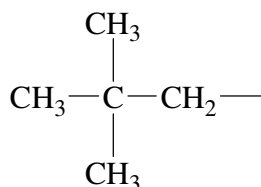
Alkan	Alkyl
Methan CH ₄	Methyl -CH ₃
Ethan CH ₃ -CH ₃	Ethyl -CH ₂ -CH ₃
Propan CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Propyl -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃

Uhlovodíkové zbytky nemusejí být pouze lineární, ale mohou být odvozené také od alkanů s rozvětveným řetězcem. Pak název vytvoříme z názvu nejdelšího řetězce ve zbytku a názvy substituentů umístíme před jeho název s lokanty.



2-methylbutyl

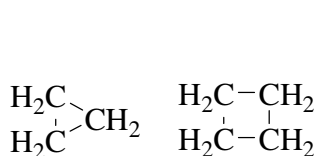
Lze využít i semisystematické názvy některých alkylů. V závorce jsou uvedeny názvy systematické.

isopropyl
(1-methylethyl)isobutyl
(2-methylpropyl)*tert*-butyl
(1,1-dimethylethyl)isopentyl
(3-methylbutyl)neopentyl
(2,2-dimethylpropyl)

Názvy alkylů umístíme před základ názvu v **abecedním pořadí**, přičemž rozhoduje počáteční písmeno. V případě shody prvního písmena rozhoduje druhé atd. Před názvy zbytků uvádíme jejich **lokanty**, které od sebe oddělujeme čárkami. Od názvu alkylu sadu lokantů oddělujeme spojovníkem. Pokud je na hlavní řetězec připojeno několik stejných alkylů, vyjadřuje se navíc jejich počet **násobícími předponami** di-, tri-, tetra- atd.

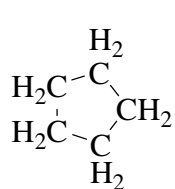
Stejným způsobem tvoříme také názvy cyklických nasycených uhlovodíků **cykloalkanů**. Pouze před název hlavního, cyklického řetězce přidáme předponu **cyklo-**. Nejnižší cykloalkany:

*Názvosloví
cykloalkanů*

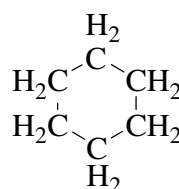


cyklopropan

cyklobutan



cyklopentan



cyklohexan

*Nejjednodušší
cykloalkany*

Jejich zápis lze zjednodušit takto:



cyklopropan



cyklobutan



cyklopentan



cyklohexan

Odtržením jednoho atomu vodíku z molekuly cykloalkanu odvodíme jednovazné uhlovodíkové zbytky **cykloalkyly**, například cyklopropyl, cyklobutyl a další.

Cykloalkyly

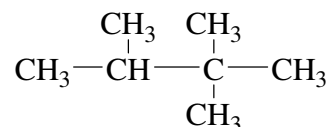
Nyní známe vše potřebné pro tvorbu názvu uhlovodíku. Ukážeme si to na řešených příkladech.



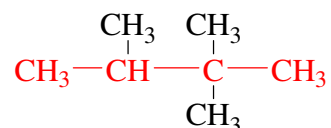
Řešené příklady:

1. Pojmenuj následující sloučeniny

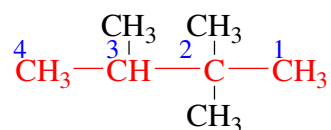
a)



- Určíme nejdelší nerozvětvený řetězec – řetězec hlavní. Na následujícím obrázku je vyznačený červeně. Tvoří jej čtyři uhlíkové atomy. Základem názvu uhlovodíku tedy bude butan.

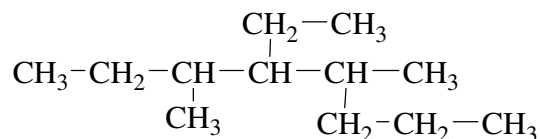


- Tento řetězec očíslováme tak, aby substituenty k němu připojené, měly co nejnižší lokanty. V tomto případě tedy číslujeme zprava doleva.



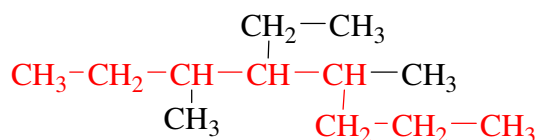
- Identifikujeme, jaké alkyly jsou na hlavní řetězec připojeny. V tomto případě jsou to 3 skupiny $-\text{CH}_3$, tedy methyl.
- Do názvu umístíme lokanty, které vyjadřují, kde jsou alkyly navázány. Ve vzorci se vyskytují celkem 3 methylové skupiny, je nutné použít také násobící předponu tri-. Před názvem hlavního řetězce tedy bude: 2,2,3-trimethyl.
- Výsledný název: 2,2,3-trimethylbutan.

b)

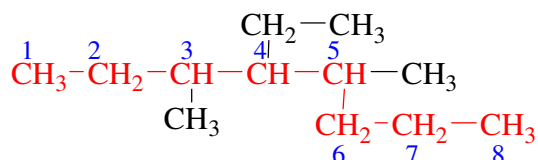


- Určíme nejdelší nerozvětvený řetězec – řetězec hlavní. Na následujícím obrázku je vyznačený červeně. Tvoří jej osm uhlíkových atomů. Základem názvu uhlovodíku tedy bude oktan.



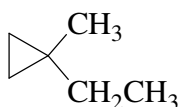


- Tento řetězec očísujeme tak, aby substituenty k němu připojené, měly co nejnižší lokanty. V tomto případě tedy číslujeme zleva doprava.



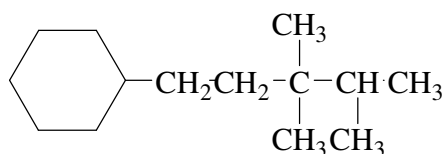
- Identifikujeme, jaké alkyly jsou na hlavní řetězec připojeny. V tomto případě jsou to dvě skupiny $-\text{CH}_3$, tedy methylové, a $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, neboli ethyl. Pořadí alkylů v názvu je určeno pořadím písmen v abecedě, tzn. že první v názvu bude uveden ethyl.
- Do názvu umístíme lokanty, které vyjadřují, kde jsou alkyly navázány. K hlavnímu řetězci jsou připojeny dvě methylové skupiny, je nutné použít také násobící předponu di-. Před názvem hlavního řetězce tedy bude: 4-ethyl-3,5-dimethyl.
- Výsledný název: 4-ethyl-3,5-dimethyloktan.

c)



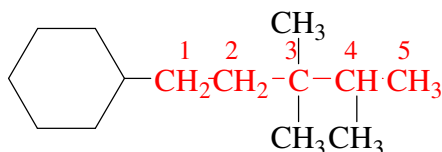
- Za hlavní řetězec v tomto případě považujeme cyklickou část molekuly, která je složená ze 3 uhlíkových atomů. Základem názvu bude cyklopropan.
- Identifikujeme, jaké alkyly jsou připojeny k hlavnímu řetězci. V tomto případě je to skupina $-\text{CH}_3$, tedy methylová, a $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, neboli ethyl. Pořadí alkylů v názvu je určeno abecedou, tzn. že první v názvu bude uveden ethyl.
- Na cyklický řetězec jsou připojeny dva substituenty. Oba v poloze 1, což uvedeme v názvu.
- Výsledný název: 1-ethyl-1-methylcyklopropan.

d)





- Za hlavní řetězec v tomto případě považujeme necyklickou část molekuly, která je v tomto případě složitější, více větvená. Základem názvu bude pentan.



- Identifikujeme, jaké alkyly jsou připojeny k hlavnímu řetězci. V tomto případě jsou to 3 skupiny $-\text{CH}_3$, tedy methylové, a cyklická část, kterou pojmenujeme jako jeden z cykloalkylů, cyklohexyl.
- V názvu uvedeme lokanty alkylů a cykloalkylů. Ve vzorci se vyskytují celkem 3 methylové skupiny, je nutné použít také násobící předponu tri-.
- Výsledný název: 1-cyklohexyl-3,3,4-trimethylpentan.

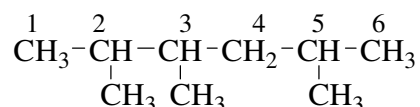
2. Napiš vzorce následujících sloučenin

a) 2,3,5-trimethylhexan

- Název hexan určuje, že základem je lineární řetězec šesti atomů uhlíku.

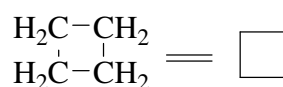


- K druhému, třetímu a pátému atomu uhlíku budou připojeny methylové skupiny ($-\text{CH}_3$).
- Do hlavního řetězce (hexanu) doplníme na atomy uhlíku atomy vodíku tak, aby byl každý uhlík čtyřvazný.
- Výsledný vzorec:



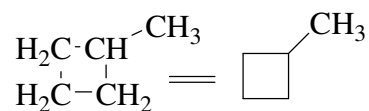
b) methylcyklobutan

- Název cyklobutan určuje, že základem je cyklus 4 atomů uhlíku.



cyklobutan

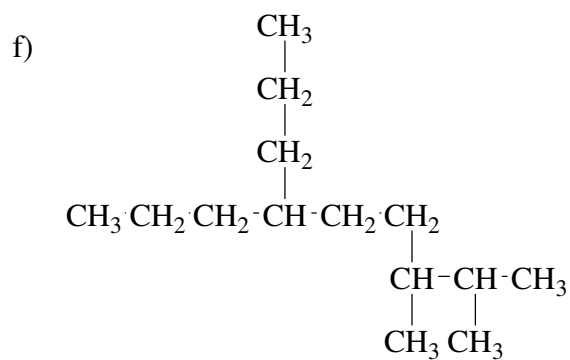
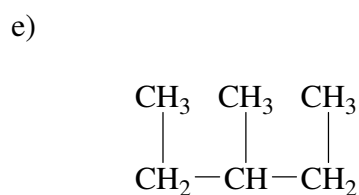
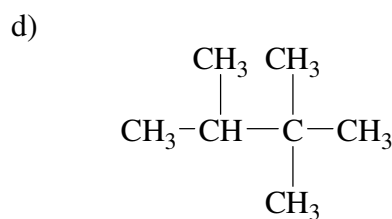
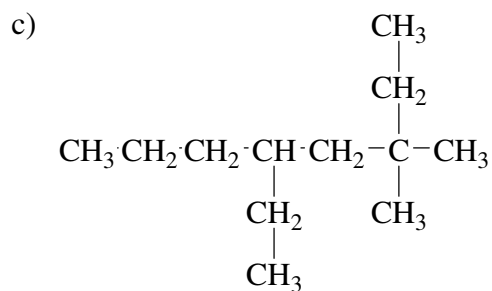
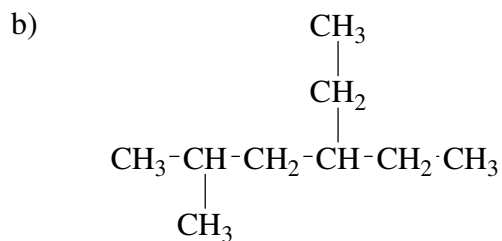
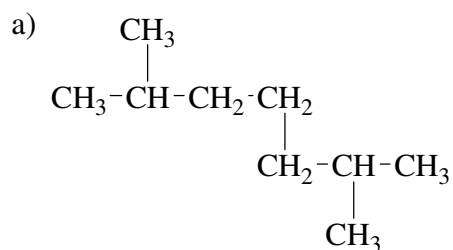
- Na tento cyklus bude připojena jedna methylová skupina ($-\text{CH}_3$). V cyklobutanu jsou všechny atomy uhlíku rovnocenné, proto nezáleží na tom, ke kterému atomu methylovou skupinu připojíme.
- Výsledný vzorec:

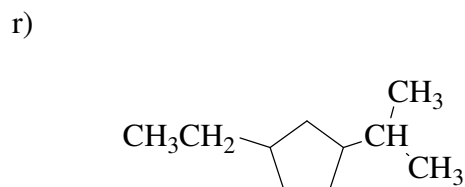
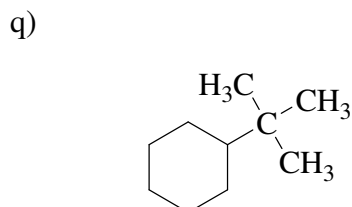
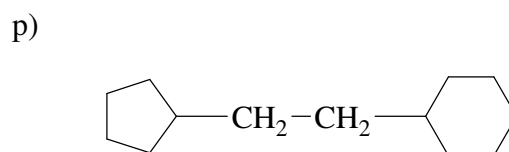
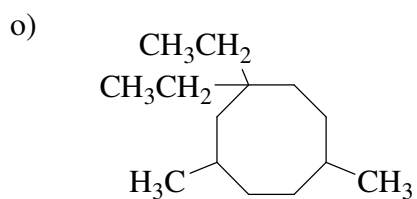
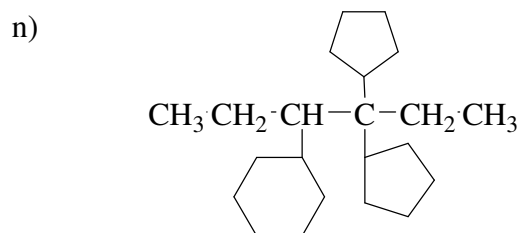
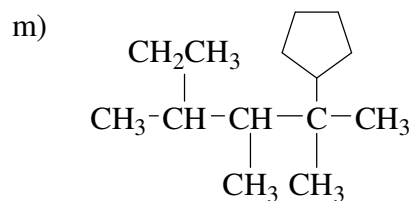
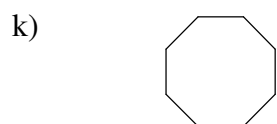
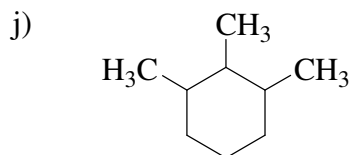
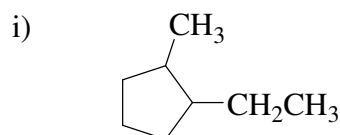
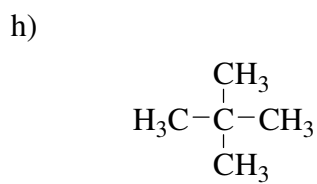
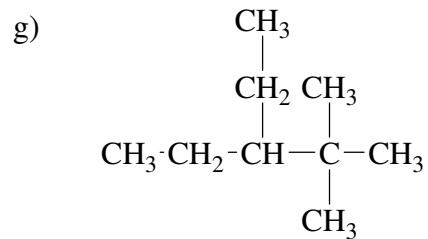


methylcyklobutan

Příklady k samostatnému procvičování:

1. Pojmenuj následující sloučeniny:





2. Napiš vzorce následujících sloučenin:

a) 2,2,4-trimethylpentan



- b) 4-ethyl-3-methylheptan
- c) 5-ethyl-3,4,4-trimethyloktan
- d) 2,2-dimethylbutan
- e) 3-methylhexan
- f) 2,3-dimethylpentan
- g) methylcyklopentan
- h) 1-ethyl-3-methylcyklohexan
- i) 1-cyklobutyl-3-cyklohexyl-5-cyklopentylpentan
- j) 2-cyklobutyl-4-cyklopropylhexan
- k) 3,3-diisopropyloktan
- l) 2-isopropyl-1-methyl-4-propylcykloheptan

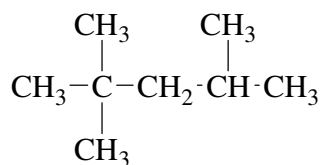
Řešení:

1. cvičení:

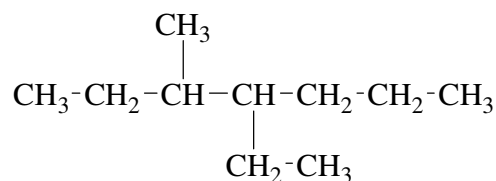
- a) 2,6-dimethylheptan
- b) 4-ethyl-2-methylhexan
- c) 5-ethyl-3,3-dimethyloktan
- d) 2,2,3-trimethylbutan
- e) 3-methylpentan
- f) 2,3-dimethyl-6-propylnonan
- g) 3-ethyl-2,2-dimethylpentan
- h) 2,2-dimethylpropan
- i) 1-ethyl-2-methylcyklopentan
- j) 1,2,3-trimethylcyklohexan
- k) cyklooktan
- l) methylcyklopropan
- m) 2-cyklopentyl-2,3,4-trimethylhexan
- n) 4-cyklohexyl-3,3-dicyklopentylhexan
- o) 1,1-diethyl-3,6-dimethylcyklooktan
- p) 1-cyklohexyl-2-cyklopentylethan
- q) *terc*-butylcyklohexan
- r) 1-ethyl-3-isopropylcyklopentan

2. cvičení:

a)

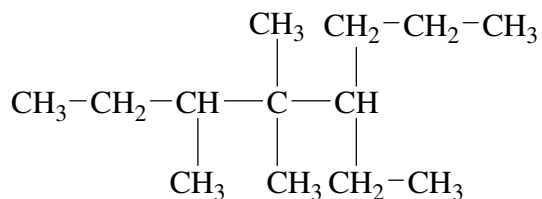


b)

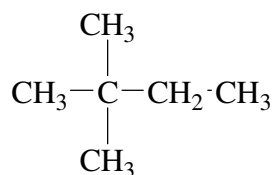




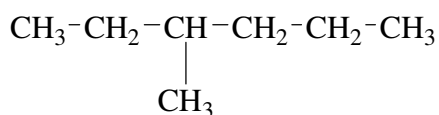
c)



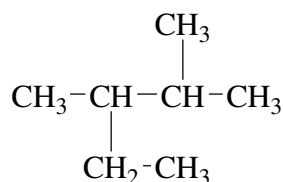
d)



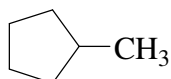
e)



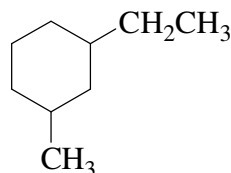
f)



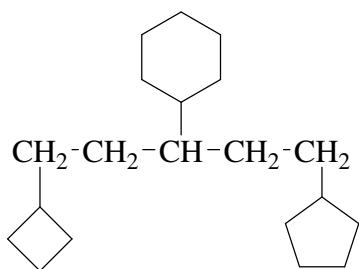
g)



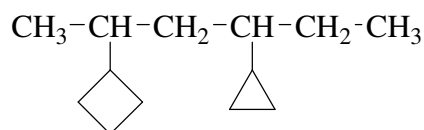
h)



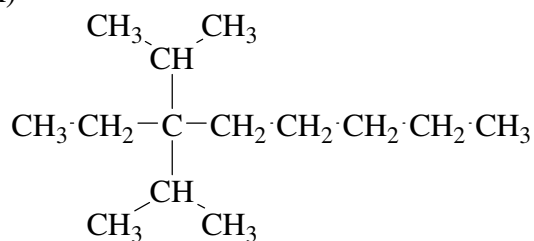
i)



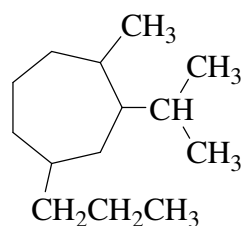
j)



k)



l)



Stereochemie

Stereochemie je odvětví chemie, které se zabývá studiem molekul v **trojrozměrném prostoru**. **Prostorové uspořádání** molekul a proměnlivost tohoto uspořádání se podílí na jejich vlastnostech a chemické reaktivitě.

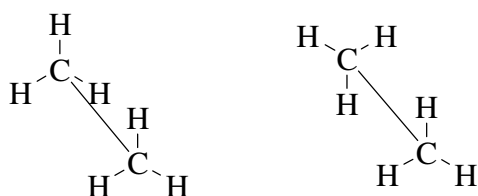


Konformace

V molekulách může docházet kolem jednoduchých vazeb k **rotaci**. Tato rotace je umožněna symetrickým rozložením elektronové hustoty σ -vazby kolem spojnice atomů. Při ní mohou části molekul, touto vazbou spojené, zaujímat různá uspořádání v prostoru. Tato prostorová uspořádání vycházející z rotace kolem jednoduché vazby se nazývají **konformace**.

Konformace ethanu

Jako příklad si uvedeme **konformace ethanu**, na jehož molekuly se můžeme dívat jako na dvě methylové skupiny spojené jednoduchou vazbou. Právě **rotací kolem této vazby** se vodíky v molekule ethanu buď přibližují nebo vzdalují. Nejstabilnější je u ethanu tzv. **konformace nezákrytová** neboli **střídavá**, kdy jsou vodíkové atomy obou methylových skupin od sebe nejvzdálenější. Naopak nejméně stálá je **konformace zákrytová**, kdy jsou vodíkové atomy nejblíže.



konformace zákrytová

konformace nezákrytová

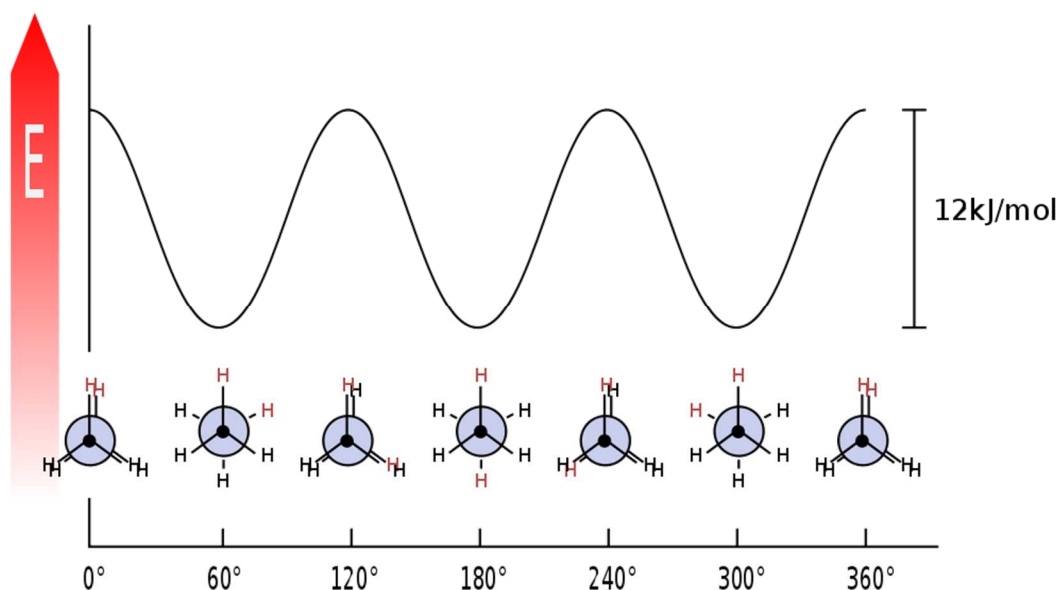
Ke znázorňování konformací se používají **Newmanovy projekce**. V Newmanově projekci se na molekulu díváme v ose vazby C-C. Tyto dva atomy uhlíku jsou tedy vzájemně v zákrytu, takže je zobrazujeme jako kruh. Vazby připojené k přednímu atomu uhlíku se stýkají ve středu kruhu, zatímco vazby na zadním uhlíku vycházejí na obvodu kruhu.



nezákrytová konformace

zákrytová konformace

Úhel mezi dvěma rovinami C-C-H, kdy si zvolíme po jednom atomu vodíku na předním a na zadním atomu uhlíku, se nazývá **torzní úhel**. Při rotaci kolem vazby C-C ethanu od 0° do 360° projde molekula třemi zákrytovými a třemi střídavými konformacemi. Závislost vnitřní energie molekuly na torzním úhlu ukazuje následující graf.



Za běžných podmínek tedy převažuje **konformace střídavá**, které odpovídají **minima vnitřní energie** molekuly. Tato lokální minima označujeme obecně jako **konformery**. **Zákrytovým konformacím** odpovídají **maxima energie**. Střídavé konformace mají o **12 kJ/mol** nižší energii než konformace zákrytové. Zvýšení energie (12 kJ/mol) v zákrytové konformaci ethanu nazýváme **torzní pnutí**. Zároveň tato energie odpovídá energetické bariéře rotace kolem σ -vazby v molekule ethanu. Za běžné teploty mají molekuly díky tepelnému pohybu dostatek energie na překonání této bariéry, proto rotace kolem vazby C-C v molekule ethanu probíhá velmi rychle a snadno. Podobně snadno probíhá rotace kolem σ -vazeb za běžné teploty i u jiných uhlovodíků a jejich derivátů.

Otázka k zamyšlení:

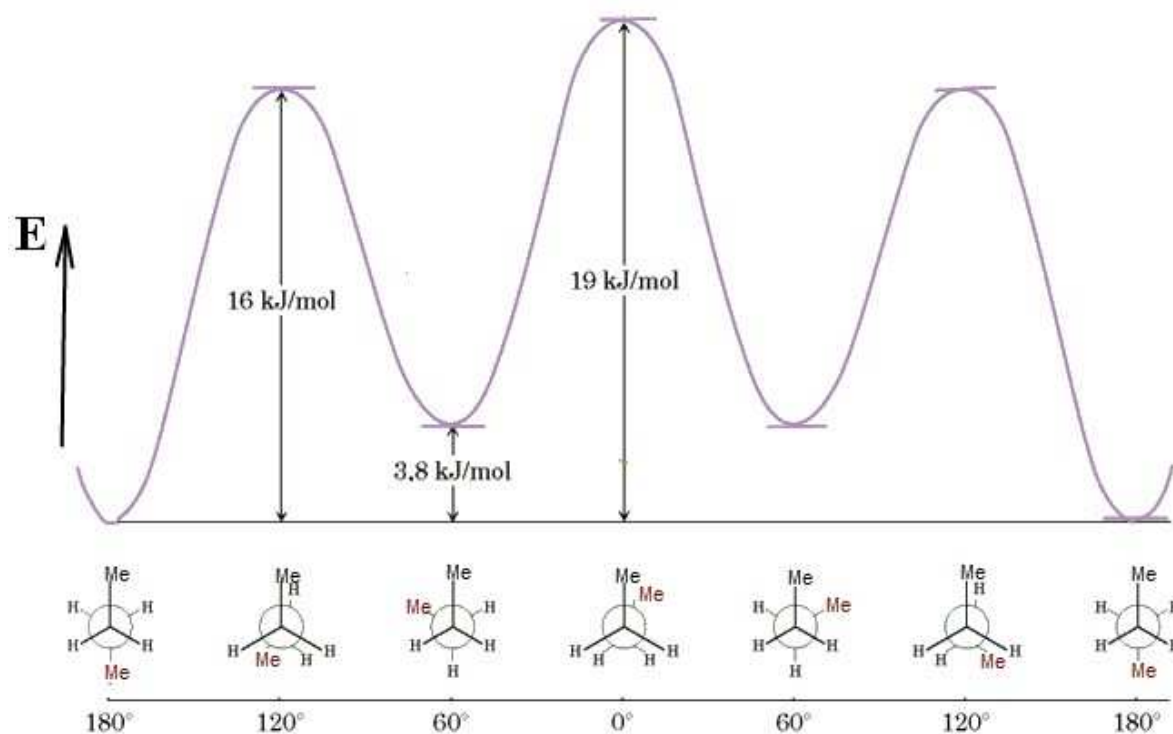
Je délka vazby mezi uhlíky stejná v zákrytové a střídavé konformaci ethanu?



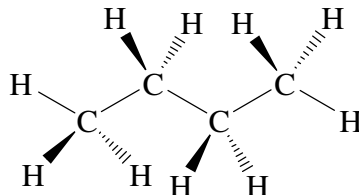
Konformace butanu

U butanu můžeme díky většímu počtu atomů rozlišit více konformací. Dále se zaměříme na rotaci kolem vazby mezi druhým a třetím atomem uhlíku.

Závislost **energie** butanu na **torzním úhlu** při otáčení kolem vazby C₂-C₃ je znázorněna na následujícím grafu. Z grafu je patrné, že butan se může vyskytovat ve dvou různých stabilních konformacích. Energeticky nejchudší, a tedy **nejstabilnější** konformace butanu je taková, v níž jsou **methylové skupiny** od sebe **maximálně vzdáleny**. Kromě této konformace je **stabilní** konformací také konformer s minimem kolem torzního úhlu **60°**. Naopak **nejméně stabilní** jsou konformace s maximem energie, které najdeme pro torzní úhly **0° a 120°**.

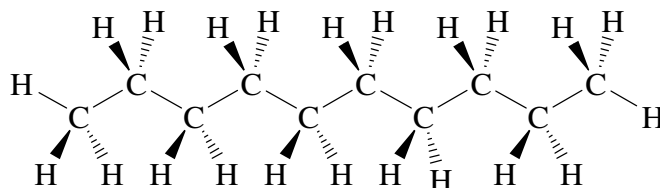


Nejstabilnější konformaci butanu, jak je zakreslena na obrázku výše, je možné zakreslit také ve formě **klínkových vzorců**, kde bude mít uhlíková kostra tvar **cik-cak**, ve které jsou všechny vazby uhlík-uhlík ve střídavém uspořádání.



Konformace delších uhlíkových řetězců

Nejstabilnější **cik-cak** uspořádání uhlíkového řetězce je základem nejstabilnějších konformací také pro pentan, hexan a ostatní vyšší lineární alkany. Znamená to tedy, že nejstálější konformace delších uhlíkových řetězců jsou tyto **cik-cak konformace** a že uhlíkové atomy řetězců **neleží v přímce**, jak by se někdo mohl domnívat z běžně psaných konstitučních vzorců. Nejvýhodnější prostorové uspořádání alkanu pak vypadá takto:

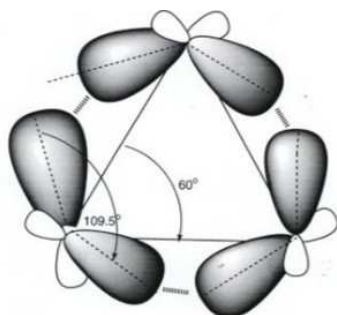


Cik-cak konformace delších řetězců



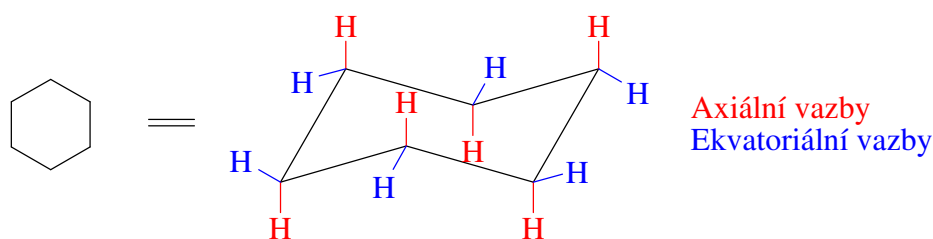
Konformace cyklohexanu

Podoba **konformace cykloalkanů** s minimální energií je výsledkem kombinace tří faktorů. Prvním z nich je **úhlové pnutí** – napětí, které vzniká vynuceným zvětšením nebo zmenšením vazebných úhlů v důsledku uzavření řetězce do cyklu. Například nejjednodušší cykloalkan, cyklopropan, má tzv. **ohnuté vazby**. Přírozený vazebný úhel sp^3 hybridizovaného atomu uhlíku je přibližně $109,5^\circ$, vnitřní úhel v rovnostranném trojúhelníku je 60° . Proto se orbitály překrývají mimo spojnice atomů, což je nevýhodné.

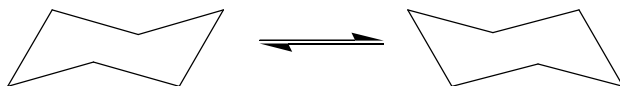


Druhým faktorem je **torzní pnutí** způsobené zákrytovým uspořádáním sousedních vazeb a atomů. Třetí faktor je **pnutí sterické** vyvolané odpudivými interakcemi mezi atomy, které se k sobě přiblíží příliš blízko.

Cyklohexanový kruh **není plochý útvar**. Nejstálější z možných konformací cyklohexanu je tzv. **konformace židličková**, ve které cyklohexanové kruhy nemají žádné **torzní ani úhlové pnutí**. Tato konformace je současně i **konformerem**. Všechny sousedící vazby C-H jsou ve střídavé konformaci. Uhlíkovým atomům molekul cyklohexanu se daří zaujmout takové uspořádání, kde si atomy vodíku a uhlíku co nejméně překážejí. V židličkové konformaci cyklohexanu rozeznáváme **dva typy vazeb C-H**, a to šest vazeb **axiálních**, které jsou navzájem jsou rovnoběžné a přibližně kolmé k myšlené rovině kruhu, a šest vazeb **ekvatoriálních**, které leží zhruba v rovině kruhu.

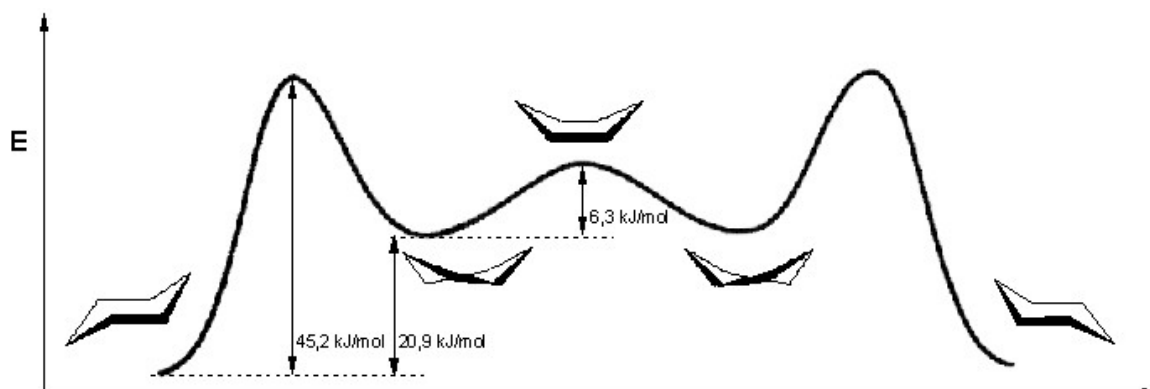


Za běžných podmínek jsou cyklohexanové kruhy **konformačně pohyblivé**. Což znamená, že dvě židličkové konformace molekuly cyklohexanu mohou mezi sebou navzájem snadno přecházet, tzn. dojde k **překlopení židličky** s energetickou bariérou 45 kJ/mol . Podstatou přechodu je současné otáčení kolem více C-C vazeb.

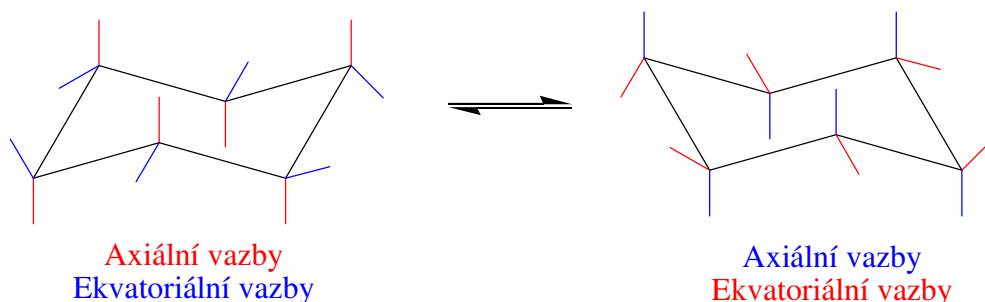




Energetické změny při konformačním přechodu židliček mezi sebou znázorňuje tento graf, na kterém jsou současně znázorněna různá prostorová uspořádání (konformace), která se nacházejí mezi židličkovými konformacemi.

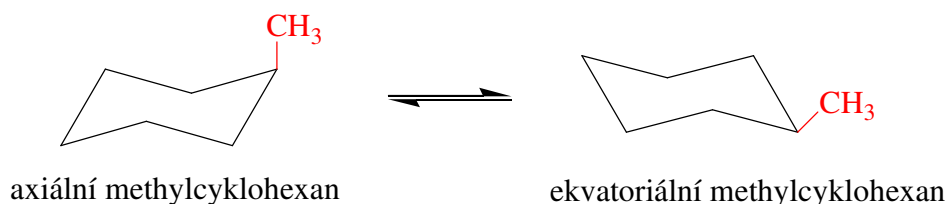


Takovým **překlopením židličky** se vzájemně **vymění vazby ekvatoriální a axiální**. To znamená, že vazby, která byly původně axiální jsou v překlopeném kruhu ekvatoriální a naopak. Díky relativně malé bariéře probíhá překlopení židličky extrémně rychle už při laboratorní teplotě.

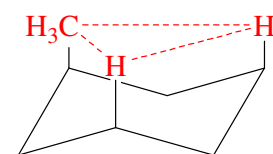


*Axiální a
ekvatoriální vazby*

Výměnu axiálních vazeb za ekvatoriální při překlopení židličky nejlépe pochopíme na příkladu substituovaného cyklohexanu, kdy se z axiálního methylcyklohexanu překlopením kruhu stává methylcyklohexan ekvatoriální.



Oba židličkové konformery methylcyklohexanu **nejsou stejně stabilní**. U methylcyklohexanu je **ekvatoriální** konformer mnohem **stabilnější** než konformer axiální. Substituenty v axiální poloze jsou totiž relativně blízko dalším dvěma axiálními substituentům, se kterými jsou ve sterické interakci. Tento typ interakce se nazývá **1,3-diaxiální interakce**. Totéž platí i pro naprostou většinu dalších substituovaných cyklohexanů.

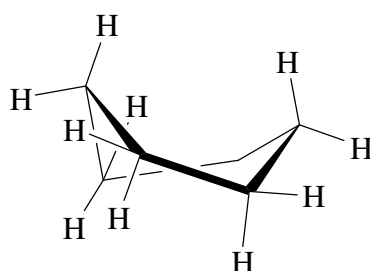


1,3-diaxiální interakce



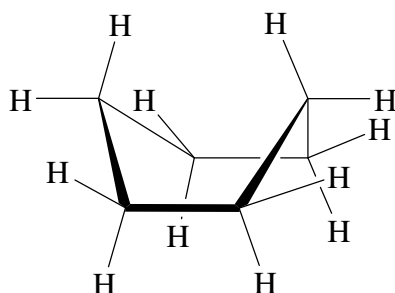
Dalším možným prostorovým uspořádáním je **zkřížená vanička**, která je druhým **konformerem** cyklohexanu (je lokálním minimem na křivce). Je výrazně méně stabilní než židlička, ale o něco stabilnější než vanička

*Konformace
zkřížená vanička*



*Zapamatuj si:
zkřížená vanička
a židlička jsou
konformery
cyklohexanu, tzn.
jsou lokálními
minimy na křivce!*

Cyklohexan existuje také ve formě **vaničkové konformace**. **Není stabilní** v důsledku toho, že si v ní protilehlé vodíkové atomy překáží. Vanička je sice bez úhlového pnutí, ale s **torzním pnutím**, které vyvolávají čtyři páry atomů vodíku na atomech uhlíku 2, 3, 5 a 6, které jsou v zákrytovém uspořádání. Navíc vnitřní atomy uhlíku 1 a 4 se k sobě přibližují a vyvolávají tak **pnutí sterické**. **Konformace vaničková** je tranzitní stav přechodu dvou **zkřížených vaniček** mezi sebou.



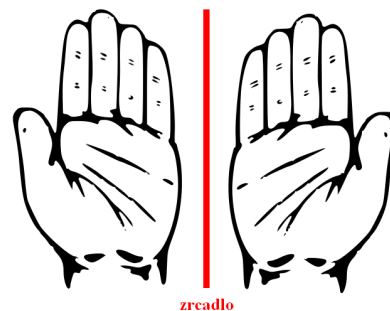
*Konformace
vaničková*

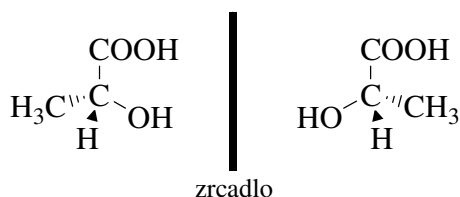
Stereoisomery

Stereochemie se zabývá uspořádáním molekul v prostoru. Z úvodní kapitoly už víme, že známe **isomery konstituční** a dále **isomery prostorové** neboli **stereoisomery**, které mají stejnou konstituci, ale liší se prostorovým uspořádáním atomů. V molekule stereoisomerů často najdeme **stereogenní centrum**, tedy část molekuly, která tuto isomerii v prostoru podmiňuje a umožňuje. Obvykle jsou k němu připojeny substituenty, které když mezi sebou vyměníme, získáme jiný prostorový isomer. Prostorové isomery se dělí na **enantiomery** a **diastereomery**.

Enantiomery

Enantiomery jsou molekuly, které jsou ve vztahu **neztotožnitelných zrcadlových obrazů**. Můžeme si je představit, že mezi nimi existuje vztah stejný jako mezi levou a pravou rukou. Pokud se podíváte do zrcadla, uvidíte pravou ruku jako by byla levá, ale s levou ji ve skutečnosti ztotožnit je nemůžete, nikdy nebudou stejné. Chemickou analogií levé a pravé ruky jsou například molekuly kyseliny mléčné:





Pokud látka existuje ve formě enantiomerů, označuje se jako **chirální**. Chirální molekuly poznáme podle toho, že **nemají rovinu symetrie**. Nejčastější příčinou chiralit je přítomnost atomu uhlíku, na který se vážou **čtyři různé substituenty**, podobně jako v případě mléčné kyseliny. Tento uhlík je proto **stereogenním centrem**, které se zde nazývá **centrum chiralit**.

Chiralita je jev, kdy existují molekuly nebo jiné objekty, které jsou ve vztahu neztotožnitelných zrcadlových obrazů.

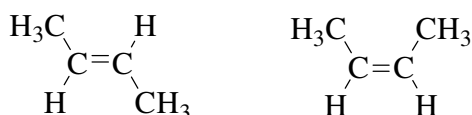
Otázka k zamyšlení:

Jaké makroskopické chirální objekty najdete ve svém okolí?



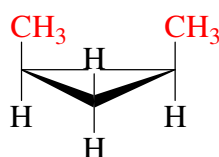
Diastereomery

Diastereomery jsou stereoizomery, které **nejsou svými zrcadlovými obrazy**. Např.:

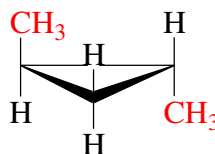


Isomerie *cis* a *trans* cykloalkanů

Díky cyklické struktuře mají cykloalkany **dvě strany**. V důsledku toho se mohou dva substituenty cyklu vyskytovat na různých nebo stejných stranách a vytvářet tak isomery *cis* nebo *trans*. Například 1,2-dimethylcyklopropan může mít methylové skupiny na stejné straně kruhu, pak se jedná o *cis* **stereoisomer**. Nebo naopak jednu methylovou skupinu na horní straně a druhou na dolní straně kruhu, potom se jedná o **isomer trans**. *Cis* a *trans* isomery 1,2-dimethylcyklopropanu jsou **diastereomery**.



cis-1,2-dimethylcyklopropan



trans-1,2-dimethylcyklopropan

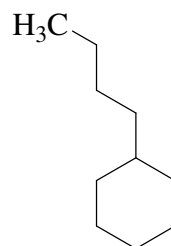
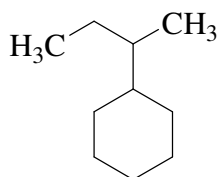
Příklady k samostatnému procvičování:

1. Urči vztahy (konstituční isomery, stereoisomery – enantiomery, diastereomery, identické molekuly) **mezi těmito dvojicemi molekul:**

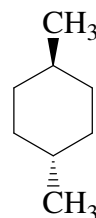
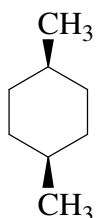




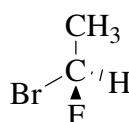
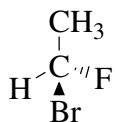
a)



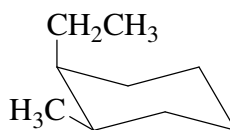
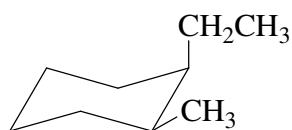
b)



c)



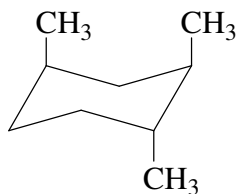
d)



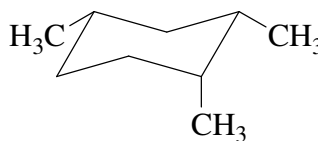
2. Nakresli 1,1-dimethylcyklohexan v nejstabilnější konformaci a ukaž, která methylová skupina je axiální a která ekvatoriální?

3. Vyber, který z dvojice cyklohexanů je stabilnější:

a)



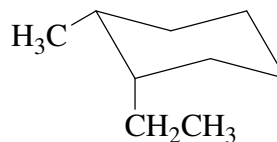
nebo



b)



nebo



Řešení:

1.cvičení:

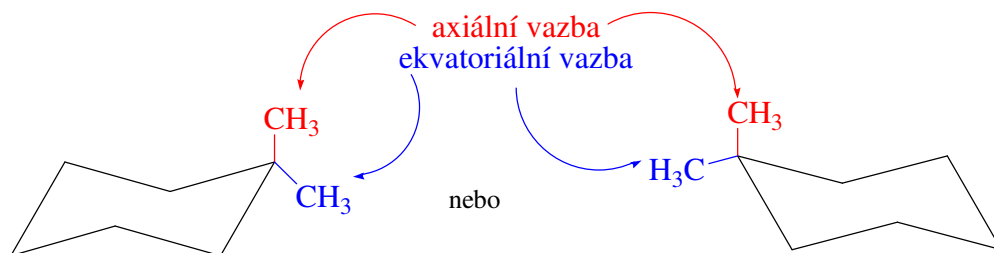
a) konstituční isomery



- b) diastereomery
- c) identické molekuly
- d) enantiomery

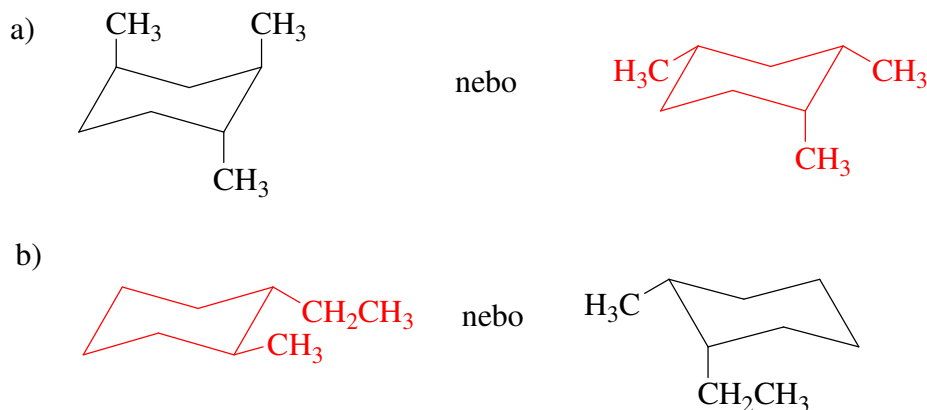
2. cvičení:

Vzhledem k tomu, že ve vzorci máme dvě stejné skupiny vázané ke stejnému atomu uhlíku, můžeme si vybrat, na který uhlíkový atom je umístíme a tady začíná číslování. Jedna methylová skupina bude ekvatoriální a jedna axiální. Při překlopení židličky se vymění, ale bude to stále stejné.



3. cvičení:

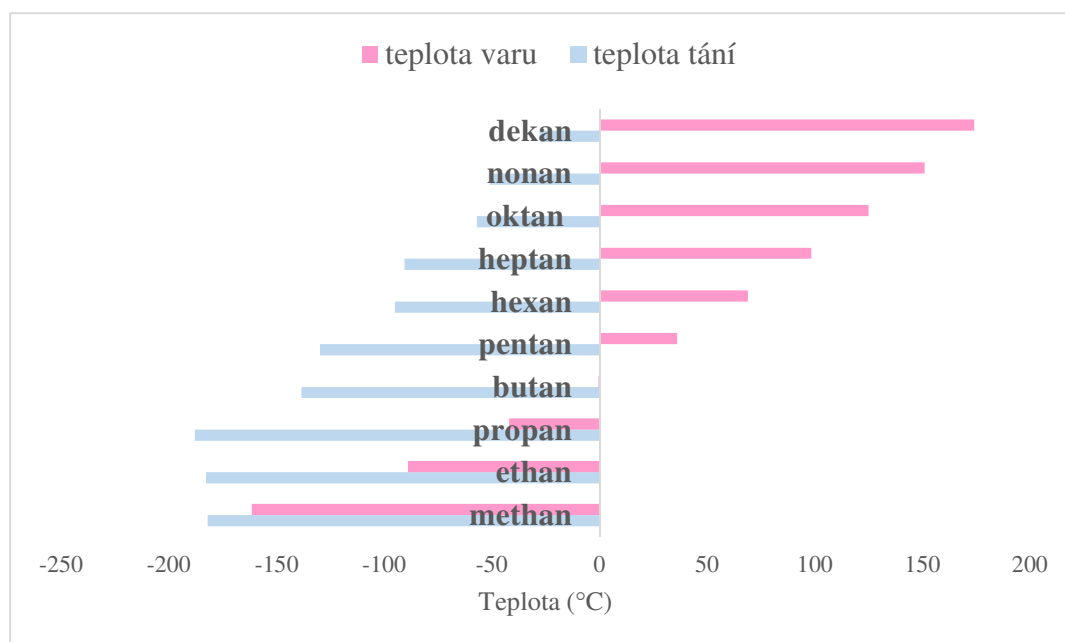
Stabilnější jsou konformery cyklohexanu, které mají více (větších) substituentů v ekvatoriální poloze (zaznačeno červeně).



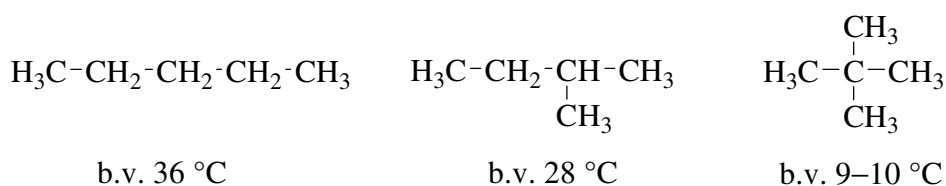
Fyzikální vlastnosti

První čtyři členy homologické řady alkanů jsou za normálních podmínek **plyny**, další **kapaliny** a od C_{16} jsou to **pevné látky**. S výjimkou prvních čtyř nerozvětvených alkanů (C_1 – C_4), teplota varu i teplota tání stoupá od jednoho členu homologické řady k druhému, jak je znázorněno na následujícím grafu.

Teploty tání a varu alkanů



Body varu alkanů o stejném počtu uhlíkových atomů klesají s rozvětvením uhlíkatého řetězce.



Otázka k zamyšlení:

Čím je způsobeno, že se teploty varů snižují s větvením uhlíkatého řetězce?

Oproti tomu rostoucí molekulová hmotnost **cykloalkanů** ovlivňuje teploty tání nepravidelně. Není přímá souvislost mezi velikostí molekuly a teplotou tání, jako je to u teploty varu cykloalkanů, které vykazují pravidelný vzestup.

Alkany jsou dobře rozpustné v **nepolárních rozpouštědlech**, jako například v benzenu nebo etheru. Všechny nasycené uhlovodíky jsou **nerozpustné ve vodě**. Alkany jsou také **dobrá rozpouštědla**, dobře rozpouštějí mnoho nepolárních organických sloučenin, jako například tuky.

Chemické vlastnosti

Nasycené uhlovodíky jsou **málo reaktivní**. Vzhledem k tomu, že obsahují pouze nepolární, kovalentní vazby, nejsou tyto sloučeniny náchylné k heterolytickému štěpení vazeb. Proto nereagují běžně s kyselinami, oxidačními, ani iontovými činidly. S výjimkou dvou nejnižších cykloalkanů reagují pouze s **radikálovými činidly**, jako jsou například molekuly kyslíku nebo halogenů. Díky této vlastnosti



Teploty tání a varu cykloalkanů

Rozpustnost

Reaktivita



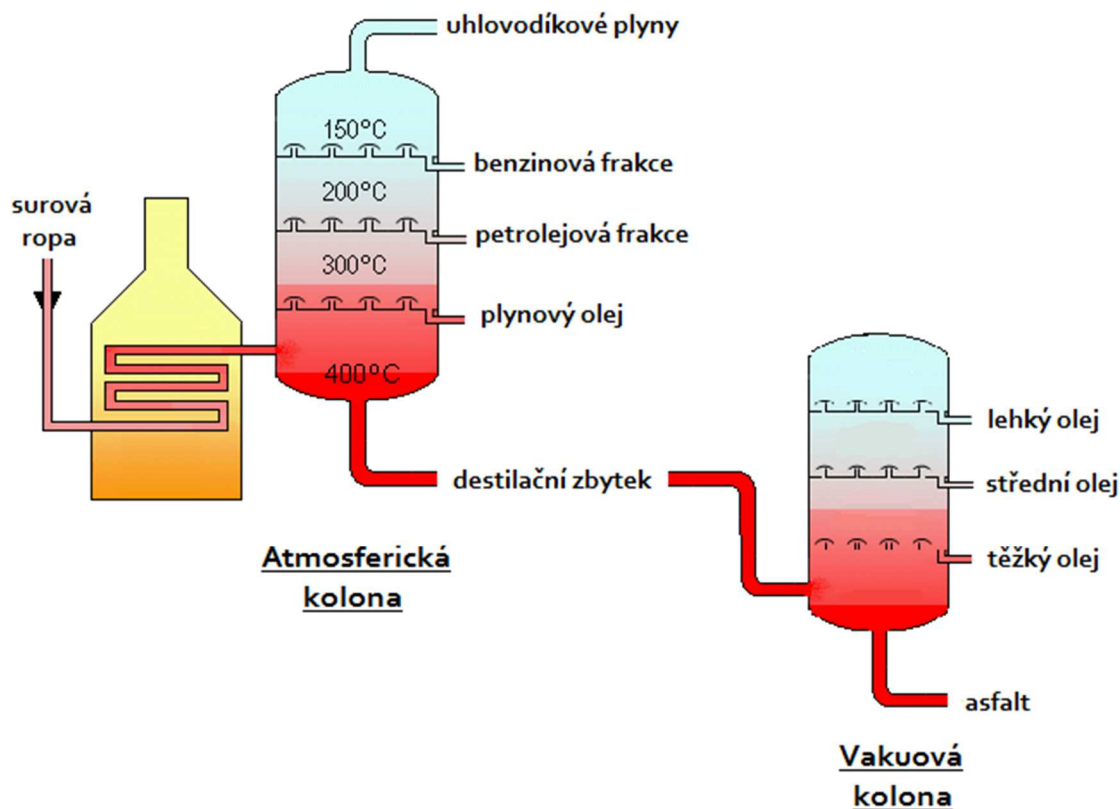
se alkany dříve označovaly také jako parafíny, což je odvozeno z latinského *parum affinis*, „málo slučivý“.

Příprava a výroba

Destilace ropy

Hlavním zdrojem alkanů je **ropa**. Je to olejovitá **kapalina** složená převážně z **alkanů, cykloalkanů a arenů**. V různém množství jsou v ní zastoupeny také organické kyslíkaté, dusíkaté a sírné sloučeniny. Ropa pravděpodobně vznikla rozkladem rostlinných a živočišných zbytků pod zemským povrchem za vysokých tlaků bez přítomnosti kyslíku. Největší naleziště ropy jsou na Blízkém východě, Saharě, Indonézii, Číně, Rusku a USA.

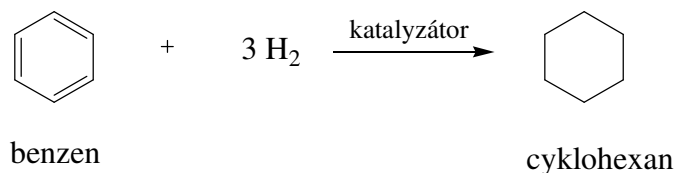
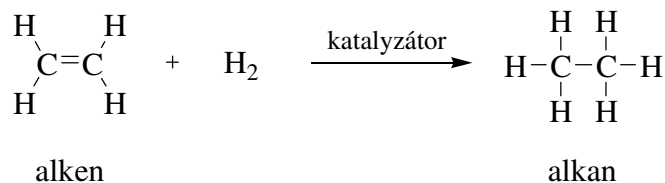
Ropa se nejčastěji zpracovává v rafinériích, kde je základním technologickým zařízením **destilační rektifikační kolona**. Z vytěžené ropy je nutné nejdříve odstranit nečistoty, především sloučeniny síry, vodu a v ní rozpuštěné minerální soli, písek a hlínu. Ropa se dále zpracovává **destilací**. Nejčastěji kombinací vakuové a atmosférické destilace. Předehřátá ropa se dopravuje do trubkové pece, kde se zahřeje na teplotu 200 °C a vstříkne se do předehřívací kolony, kde se z ropy oddělí plynné uhlovodíky s 1 až 4 atomy uhlíku a lehký benzín C₄ až C₈. Zbytek ropy se zahřeje na vyšší teplotu a vstříkne se do atmosférické destilační kolony, kde se ropa dělí na jednotlivé frakce (těžký benzín, petrolej, plynový olej, mazut) za normálního atmosférického tlaku.





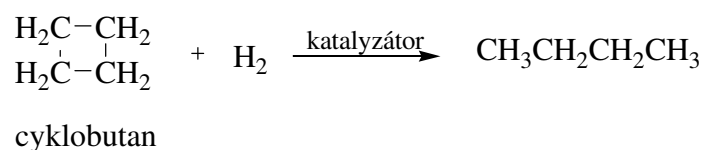
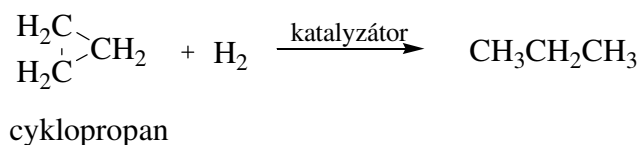
Katalytická hydrogenace nenasycených uhlovodíků

Tato metoda, též **redukce dvojně vazby**, je založená na působení elementárního **vodíku** na sloučeninu nebo její roztok za přítomnosti **katalyzátoru**, jako např. nikl, platina, palladium nebo směsi některých kovů. **Alkany** tímto způsobem vznikají **z alkenů a alkynů**, **cykloalkany** případně z **aromatických uhlovodíků** nebo jiných **cyklických, nenasycených uhlovodíků**.



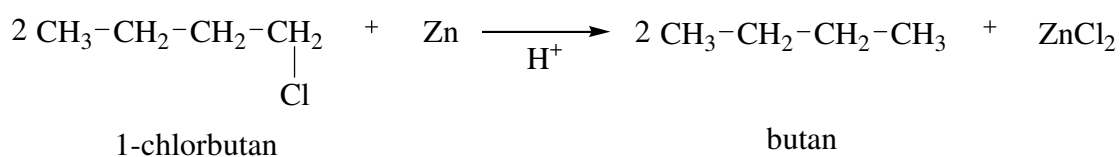
Hydrogenace cykloalkanů

Při **hydrogenaci cykloalkanů** s malým počtem uhlíkových atomů dochází ke **štěpení vazeb C-C**, a tím ke vzniku **lineárních uhlovodíků**, alkanů. U tří a čtyřčlenných cyklů dochází snadno k otevření kruhu následkem vnitřního napětí, jehož zdrojem je úhlové pnutí.



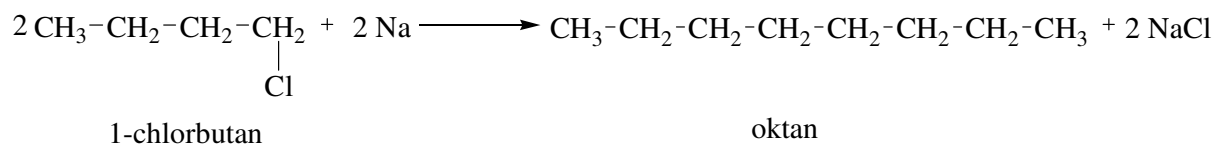
Redukce halogenalkanů kovem

Metoda, která se využívá především v chemických laboratořích, je **redukce halogenderivátů kovem v kyselém prostředí**, přičemž nejčastěji se používá **zinek**.

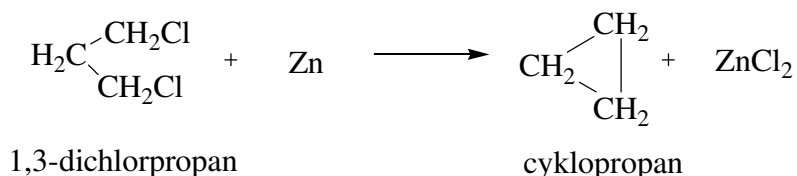




Reakcí **alkylhalogenidů** se **sodíkem** je možné připravit alkany s dvojnásobnou délkou řetězce oproti původnímu halogenderivátu.

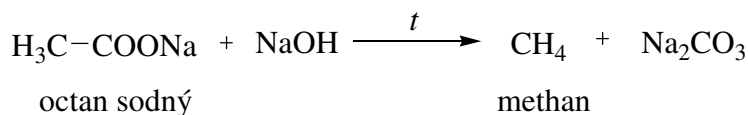


Zinkem lze redukovat také **dihalogenderiváty**, za vzniku **cykloalkanů**.



Dekarboxylace solí karboxylových kyselin

Reakce se provádí **termickým rozkladem solí karboxylové kyseliny s alkalickým hydroxidem**. Dekarboxylací dochází k odštěpení oxidu uhličitého z karboxylové skupiny bezvodé soli.



Reaktivita

Jak již bylo řečeno, alkany **nejsou příliš reaktivní**. Reagují snadno pouze s **radikálovými činidly**. Typickou reakcí jsou **radikálové substituce**, které probíhají za homolýzy vazeb a mohou při nich probíhat také **reakce eliminační**, při kterých mohou zanikat vzniklé alkylové radikály.

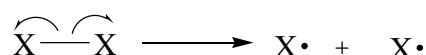
Radikálové reakce

Radikálové reakce probíhají za účasti **radikálů**, které při reakcích vznikají jako meziprodukty. Jsou to velmi reaktivní částice, že mají **lichý počet elektronů**. Radikálům chybí jeden elektron do elektronového oktetu, nicméně potřebný oktet může radikál opět získat, pokud odtrhne například atom s jedním vazebným elektronem z jiné molekuly. Toto odštěpení vede k vytvoření jiného radikálu, což je podstatou **radikálové substituce**. Tyto reakce často probíhají tzv. řetězovým mechanismem. Řetězová radikálová substituce se skládá ze tří fází: **iniciace**, **propagace a terminace** a je iniciovaná **vysokými teplotami, UV zářením** nebo přídavkem **radikálového iniciátoru**.

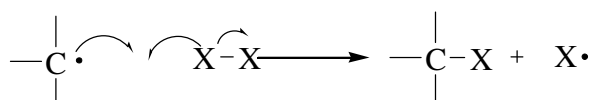
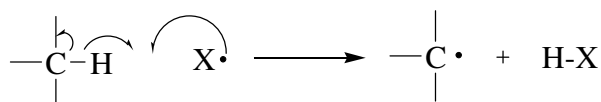
Průběh substituční reakce probíhající řetězovým radikálovým mechanismem si uvedeme na příkladu radikálové halogenace. Zahájení reakce **iniciací** zahrnuje



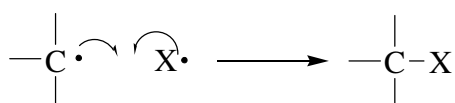
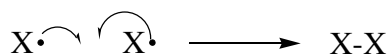
homolýzu vazeb za vzniku dvou **radikálů**. Většinou dochází ke štěpení vazeb v molekule halogenu X_2 .



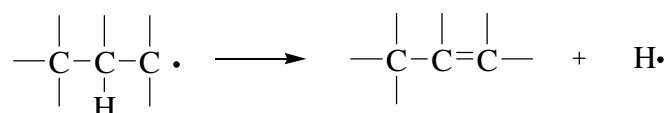
Jakmile se vytvoří radikály (v tomto případě atomy halogenu), začíná druhá fáze, **propagace**, kdy vzniklé **radikály reagují s molekulami uhlovodíků**. Reaktivní radikál halogenu se srazí s molekulou alkanu a odtrhne z ní atomu vodíku za vzniku halogenvodíku a alkylového radikálu. Reaktivní **alkylové radikály** ihned napadají dosud nedisociované molekuly **halogenu** a tvoří tak **halogenalkany** a nové **radikály halogenu**, které opět mohou reagovat s dalšími alkany. Celý proces má **řetězový průběh** a probíhá tak dlouho, dokud z reakční soustavy nevymizí reaktanty nebo radikály.



Třetí fází je **terminace**, při které radikály zanikají. Terminace může probíhat několika způsoby. První možností je, že se dva vzniklé **radikály srazí a zreagují spolu** na stabilní meziprodukt. Pokud k tomu dojde, řetězec se ukončí. Tato situace je však málo pravděpodobná, protože koncentrace radikálů v reakci je v každém okamžiku velmi nízká.



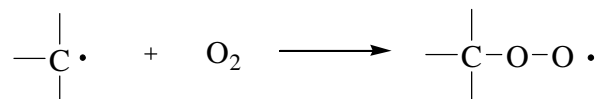
Druhou možností, která může nastat při terminaci, je **reakce eliminační**, která proběhne na alkylovém radikálu. Dojde při ní k eliminaci (odtržení) vodíku za vzniku **nenasyceného uhlovodíku** a vodíkového radikálu, který může znovu reagovat s molekulou halogenu za vzniku halogenvodíku.





Do reakční soustavy může vstoupit také **inhibitor**. Látka, která reaguje s volnými radikály za vzniku částic, které zabraňují další propagaci. Inhibitorem radikálových reakcí halogenů a alkanů je například kyslík, který se slučuje s alkylovým radikálem za vzniku peroxyalkylového radikálu.

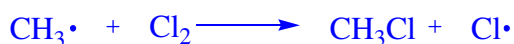
Inhibitory zabraňují nežádoucí reakci při skladování látek.



Mezi nejčastější radikálové substituční reakce alkanů patří **halogenace, sulfochlorace a nitrace**.

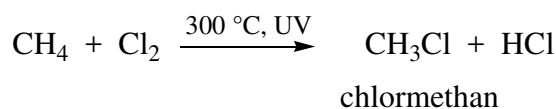
Halogenace

Tuto reakci jsme si již ukázali při vysvětlování obecného mechanismu radikálových reakcí, nyní si však uvedeme konkrétní příklad, **chloraci methanu**. V první fázi dochází k homolytickému štěpení vazby v molekule chloru. Radikál chloru (atomární chlor) odtrhne vodík z molekuly methanu, sloučí se s ním za vzniku chlorovodíku. Zároveň vzniká methylový radikál, který napadá dosud nedisociovanou molekulu chloru a odtrhne z ní jeden atom chloru za vzniku chlormethanu a radikálu chloru. Při terminaci pak dochází k zániku radikálů.



Chlorace methanu

Chloraci methanu lze souhrnně zapsat rovnicí:

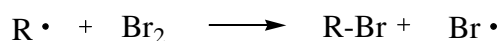
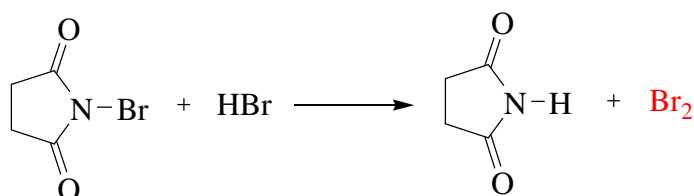
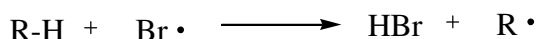
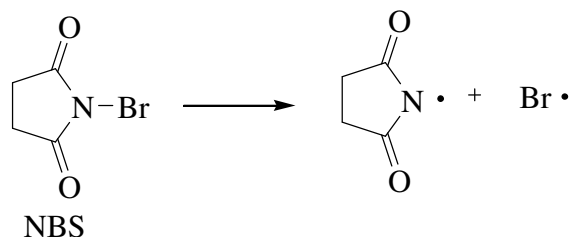


Všechny tyto kroky jsou zapsány pro chloraci methanu do prvního stupně. Nicméně může docházet také k halogenacím do vyšších stupňů za vzniku dichlormethanu, trichlormethanu až tetrachlormethanu.

Bromaci lze provádět také pomocí *N*-bromsukcinimidu (**NBS**), který je rozkládán HBr za uvolnění Br₂, který je vlastním bromačním činidlem. Výhodou je, že se při reakci stále udržuje nízká koncentrace bromu. Nízká koncentraci bromu je výhodná



v případě, kdy se bromuje uhlovodík s dvojnými vazbami, který by brom mohl adovat. Také se s ním lépe pracuje.



NBS se používá, protože se s ním pracuje snadněji než s toxickým bromem

Halogenace alkanů jsou v praxi proveditelné pouze pro chlor a brom. **Fluorace** je velmi exotermní reakce, takže ji prakticky za běžných podmínek nelze provést. **Jodace** je naopak reakce endotermní.

Sulfochlorace

Sulfochlorace se provádí působením směsi **oxidu siřičitého a chloru na uhlovodík**. Při sulfochloraci dochází k **náhradě atomu vodíku skupinou -SO₂Cl**. Reakce opět probíhá **radikálovým** řetězovým mechanismem, přičemž alkylový radikál reaguje s neutrální molekulou oxidu siřičitého za vzniku radikálu složitějšího. Ten následně napadá molekulu chloru. Jako příklad si uvedeme sulfochloraci methanu, při které vzniká methansulfonylchlorid.



methansulfonylchlorid

Sulfochlorace methanu

Souhrnná rovnice:



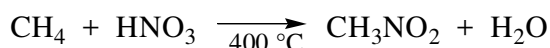
methansulfonylchlorid



Propagační reakce se opakují až do terminace, kdy dojde k zániku radikálů.

Nitrace

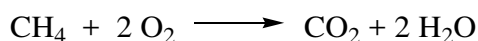
V průběhu radikálové substituční nitrace dochází k **náhradě vodíku v molekule substrátu nitroskupinou -NO₂**. K radikálové nitraci nasycených uhlovodíků se používají oxidy dusíku nebo zředěná kyselina dusičná za vysokých teplot. Nitrací methanu kyselinou dusičnou vzniká nitromethan.



Nitromethan se používá jako palivo do speciálních závodních motorů nebo raket.

Oxidace

Oxidace alkanů probíhá účinkem **vzdušného kyslíku**. Díky tripletové povaze kyslíku základního stavu molekuly se chová jako **biradikál** a účastní se relativně snadno radikálových reakcí. Reakce probíhá velmi rychle až explozivně. Při **úplné oxidaci** alkanů je produktem oxidace oxid uhličitý a voda. Reakce je silně exotermická a vznikající množství tepla se využívá k vytápění a hoření směsi alkanů je využívána ve spalovacích motorech. Uhlovodíky se používají jako paliva, protože mají vysokou výhřevnost, tzn. jejich spálením se uvolňuje velké množství energie.

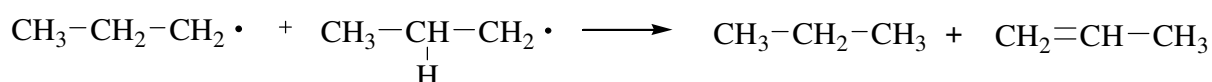


Při nedostatku kyslíku může dojít také k **neúplné oxidaci**, kdy vzniká uhlík (saze) a velmi jedovatý oxid uhelnatý.

Oxidace mohou probíhat také řízeně, kdy účinkem různě vysoké teploty, tlaku a katalyzátorů vznikají různé produkty, například karbonylové sloučeniny nebo karboxylové kyseliny.

Eliminační reakce

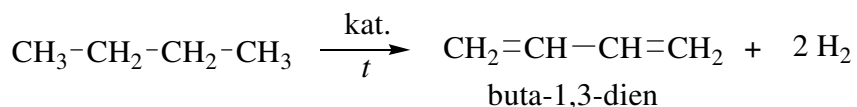
Alkylové radikály mohou zanikat **odštěpením atomu vodíku** z uhlíkového atomu který sousedí s atomem nesoucím nepárový elektron, přičemž se mezi dvěma uhlíkovými atomy vytvoří **dvojná vazba** za vzniku nenasycených uhlovodíků. Mezi eliminační reakce alkanů patří **termolýza**, při které vzniká směs alkanů a alkenů (uhlovodíků s dvojnými vazbami). Při reakci dochází k disproportionaci radikálů.



Dalším typem eliminační reakce, která je opakem hydrogenace, je **dehydrogenace** alkanů. Je to reakce, která probíhá za **vysokých teplot** a přítomnosti **katalyzátorů**, například niklu nebo platiny. Reakce se používá například pro výrobu buta-1,3-



dienu, který je základní surovinou pro výrobu polymerů, např. syntetického kaučuku.



Krakování

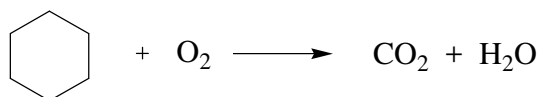
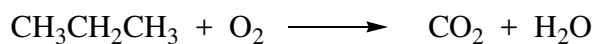
Podstatou krakování je tepelný rozklad uhlovodíků s delším řetězcem na uhlovodíky s řetězcem kratším. Při krakování tedy dochází ke **štěpení uhlíkatých řetězců**. Z jednoho delšího řetězce vznikají dva kratší za vzniku dvojné vazby nebo cyklu. Krakováním se nejčastěji vyrábí benzín z vyšších destilačních frakcí, protože samotné benzínové frakce získané destilací ropy by na celosvětové pokrytí spotřeby benzínu zdaleka nestačily.

Příklady k samostatnému procvičování:

1. Napiš mechanismus radikálové chlorace cyklohexanu.

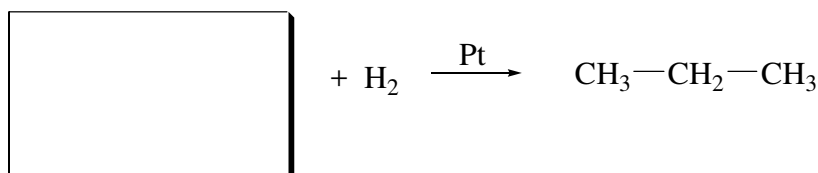


2. Radikálovým mechanismem probíhá rovněž spalování uhlovodíků. Doplň v následujících rovnicích stechiometrické koeficienty.

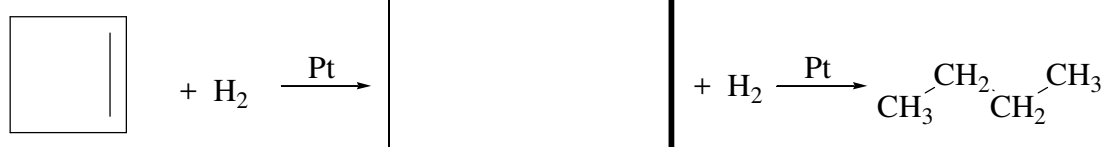


3. Doplň následující reakce, kterými se připravují alkany nebo cykloalkany:

a)

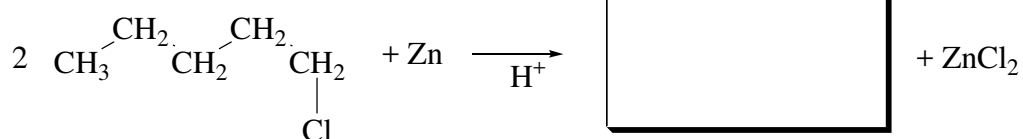


b)

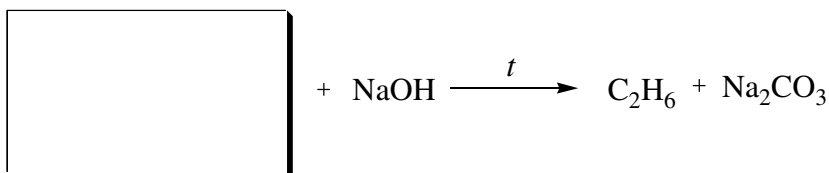




c)

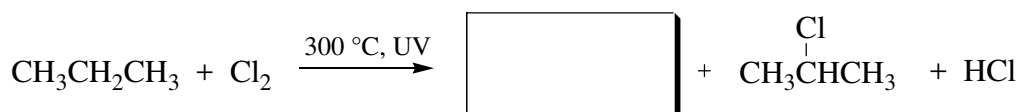


d)

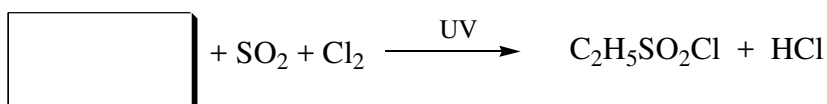


4. Doplň následující reakce:

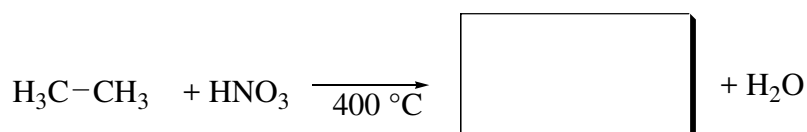
a)



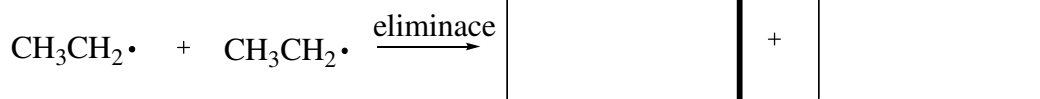
b)



c)

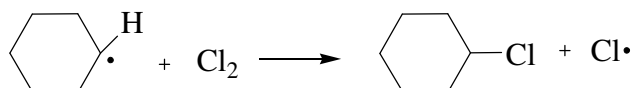
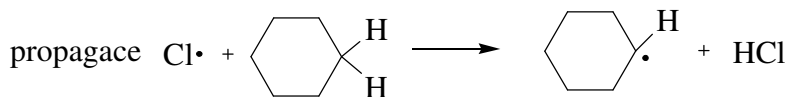
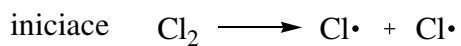


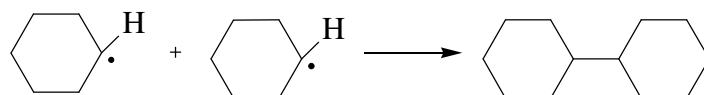
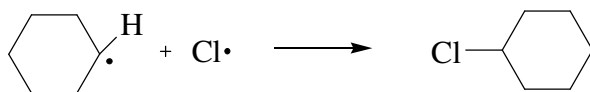
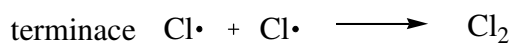
d)



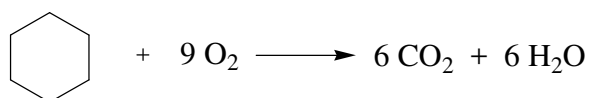
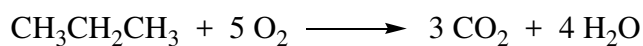
Řešení:

1. cvičení:

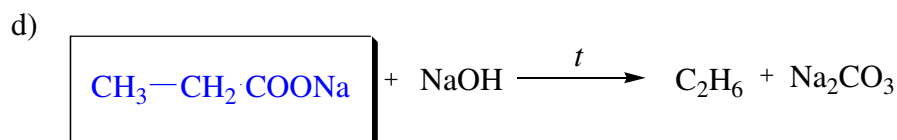
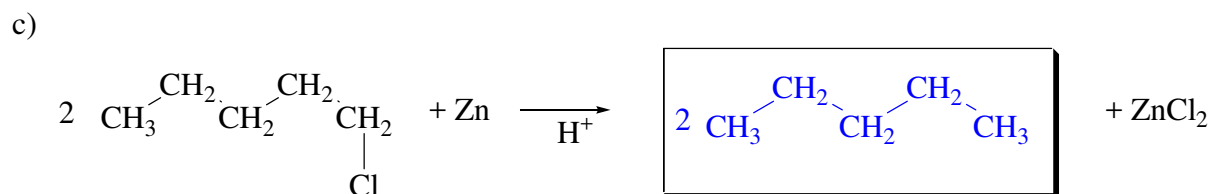
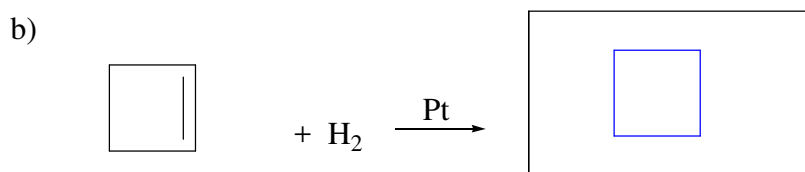
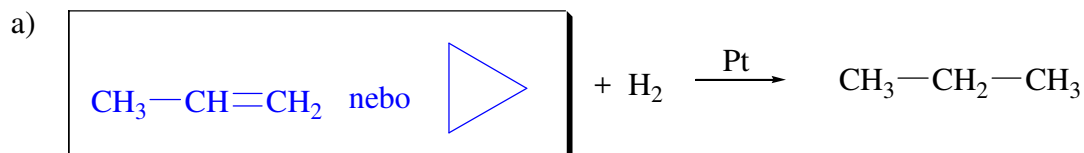




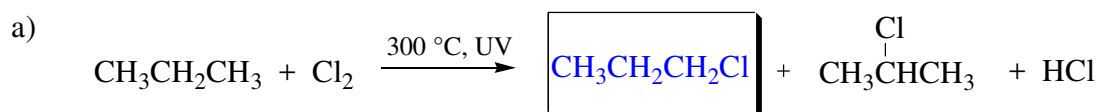
2. cvičení:

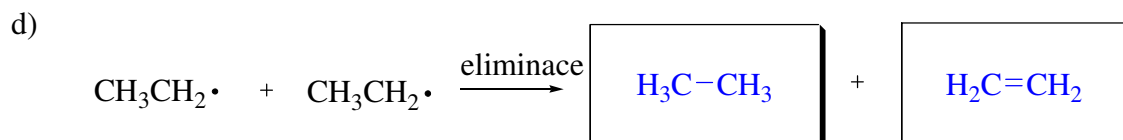
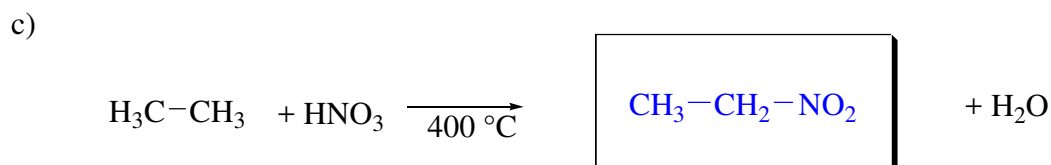
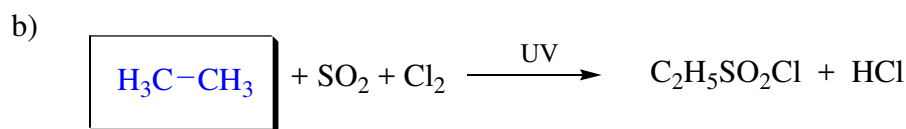


3. cvičení:



4. cvičení:





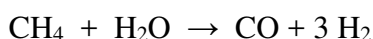
Zástupci

Methan CH₄

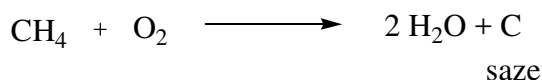
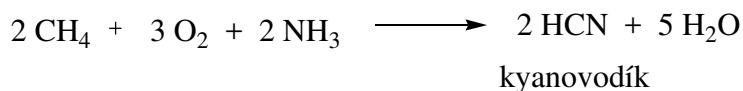
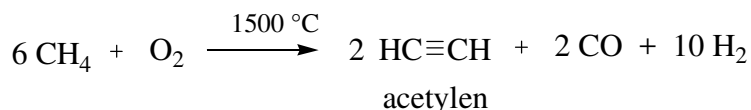
Plyn, který je hlavní součástí **zemního plynu**. Je rozpuštěn v **ropě** a také významnou složkou svítiplynu, vyráběného rozkladem uhlí. Vyskytuje se také v atmosféře, kde vzniká hlavně jako produkt **rozpadu látek biogenního původu** a také silně přispívá ke skleníkovému efektu. Smíchan se svítiplynem slouží jako **zdroj tepla** v průmyslu i domácnostech.

Zkapalněný zemní plyn (LNG) se využívá jako pohon dopravních prostředků.

Důležitá je reakce, při které **částečnou oxidací** methanu vodou vzniká **vodní plyn**, který se využívá například při výrobě methanolu. A navíc je to hlavní způsob, jak se průmyslově vyrábí naprostá většina vodíku.



Z methanu se připravují i mnohé další významné sloučeniny jako je **acetylen**, **kyanovodík** nebo spalováním s nedostatkem vzduchu se získávají **saze** využívané jako pigment pro výrobu tiskařské černí nebo jako plnidlo v gumárenském průmyslu.



Příprava významných sloučenin z methanu

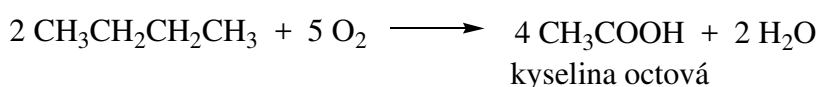


Ethan CH₃-CH₃

Ethan se opět vyskytuje v menším množství v **zemním plynu** a také je rozpuštěn v **ropě**. Je výchozí látkou pro výrobu některých halogenderivátů nebo organických rozpouštědel.

Propan CH₃-CH₂-CH₃ a butan CH₃-CH₂-CH₂-CH₃

Provázejí v malých množstvích **zemní plyn i ropu**. Dají se lehce zkapalnit a jejich směs s názvem propanbutan slouží jako **palivo do vařičů**, případně do spalovacích motorů, kde se používá pod zkratkou LPG, zkapalněný ropný plyn. Mezi jeho výhody patří nižší cena a také šetrnost k životnímu prostředí, vzhledem k tomu, že neobsahuje tetraethylolovo. Butan se navíc používá k výrobě kyseliny octové nebo buta-1,3-dienu (viz reakce výše).



Výroba kyseliny octové z butanu

Otázka k zamyšlení:

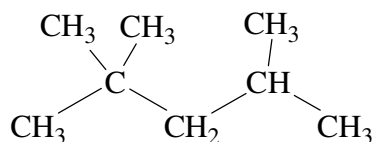
Proč nemohou automobily s palivem LPG parkovat v podzemních garážích?



Kapalné alkany

Pentany a hexany jsou obsaženy v benzínové frakci – petroletheru, který slouží k rozpouštění nepolárních látek (např. olejů). Jsou stejně jako nižší uhlovodíky významné chemické suroviny a slouží k přípravě halogenidů, aminů nebo alkoholů.

Směs uhlovodíků C₆–C₉ je součástí **benzínu**, paliva pro spalovací motory. Kvalita benzínu je dána především jeho chemickým složením. Mezinárodně uznávaným měřítkem jakosti benzínu je **oktanové číslo**, které vyjadřuje odolnost paliva ve spalovacích motorech proti samozápalu, který je nežádoucí, protože k němu může dojít v nevhodný okamžik. Vyjadřuje procentuální zastoupení **heptanu** a **2,2,4-trimethylpentanu**, který je isomerem oktanu, proto se můžeme setkat také s názvem **isooktan**. To znamená, že pokud má benzín oktanové číslo 91 je jeho odolnost proti samozápalu stejná jako u směsi 91 % isooktanu a 9 % heptanu.



2,2,4-trimethylpentan

isooktan



Hexadekan



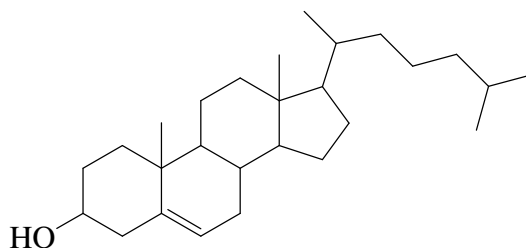
Hexadekan, nazývaný též **cetan**, je hořlavá kapalina. Jedná se o nejčastější uhlovodík obsažený v surové **ropě**. Používá se pro přípravu testovacích směsí pro zjištění **cetanového čísla**, které udává kvalitu motorové nafty.

Název cetan pochází z latinského cetus, tj. velryba. Byl totiž poprvé objeven v hlavě kytovců.

Cyklohexan



Cyklohexan se získává destilací ropy nebo hydrogenací benzenu (reakce výše). Je to hořlavá **kapalina**, která se používá jako **rozpuštědlo** a také jako surovina pro výrobu např. kyseliny adipové (prekurzor při výrobě nylonu). Cyklohexanový kruh obsahují například mnohé **farmaceutické produkty**, **steroidní hormony (kortison)** nebo **látky steroidní povahy jako cholesterol**.



cholesterol

Pevné alkany

Látky s dlouhými uhlíkatými řetězci jsou součástí **vazelín**, **mazacích olejů** a **parafinu**.

Adamantan



Adamantan je bezbarvá, **krystalická látka**, která byla v roce 1933 objevena chemikem Stanislavem Landou a jeho žákem V. Macháčkem v hodonínské **ropě**. V současné době se připravuje synteticky a jeho deriváty nacházejí široké uplatnění, hlavně **v lékařském a farmaceutickém průmyslu**, ale také v nanotechnologiích nebo polymerní chemii.

Zemní plyn

Obvykle obsahuje kolem **75 % methanu** a **15 % ethanu** a další alkany jako propan, butan a isobutan. V nepatrném množství se v něm vyskytují také další látky



Alkany, cykloalkany

jako oxid uhličitý, dusík nebo také helium. Zemní plyn se vyskytuje samostatně nebo doprovází ropu.

Zemní plyn se využívá hlavně jako **palivo**. Vyrábí se z něj také saze pro polygrafický a gumárenský průmysl, acetylen a kyanovodík.

Shrnutí

Mezi nasycené uhlovodíky s jednoduchými vazbami patří například **alkany** s obecným vzorcem C_nH_{2n+2} a **cykloalkany** C_nH_{2n} . Alkany mají v systematickém názvosloví vždy **příponu -an**. Alkany **methan, ethan, propan a butan** mají triviální názvy řeckého původu. Názvy dalších uhlovodíků vznikají z **řeckých číslovek**, které označují **počet atomů uhlíku** v uhlovodíku. Stejným způsobem tvoříme také názvy cyklických nasycených uhlovodíků **cykloalkanů**. Pouze před název hlavního cyklického řetězce přidáme předponu **cyklo-**.

V molekulách může docházet kolem jednoduchých vazeb uhlík-uhlík k **vnitřní rotaci**, čímž vznikají **konformace**, tedy různá prostorová uspořádání molekuly, které touto rotací odvodíme. Konkrétní formou konformací s lokálními minimy energie jsou **konformery**. Nejstabilnější konformací ethanu je tzv. **konformace nezakrytová** neboli **střídavá**, nejméně stálá je **konformace zakrytová**. **Konformaci střídavé** odpovídají **minima energie**. **Zakrytovým konformacím** odpovídají **maxima energie**. Za běžné teploty probíhá v molekulách uhlovodíků nebo jejich derivátů rotace kolem σ -vazeb C-C obvykle rychle a snadno. Nejstabilnější konformace butanu je **nezakrytová** konformace, ve které jsou methylové skupiny maximálně vzdáleny. Nejstálejší konformace delších uhlíkových řetězců jsou **cik-cak konformace**. Z možných konformací cyklohexanu je nejstabilnější tzv. **konformace židličková**, ve které rozeznáváme **dva typy vazeb**, šest vazeb **axiálních** a šest vazeb **ekvatoriálních**. Další možnou konformací cyklohexanu, která však není stabilní, je **konformace vaničková**, což je tranzitní stav přechodu dvou **zkřížených vaniček** mezi sebou. Zkřížená vanička a židlička jsou **konformery** cyklohexanu, protože jim odpovídají minima energie.

První čtyři členy homologické řady alkanů jsou za normálních podmínek **plyny**, další **kapaliny** a od C_{16} jsou to **pevné látky**. S výjimkou prvních čtyř nerozvětvených alkanů (C_1 – C_4) teplota varu i teplota tání v homologické řadě pravidelně stoupá. Molekulová hmotnost **cykloalkanů** ovlivňuje teploty tání nepravidelně v důsledku jejich rozdílných tvarů. Teploty varu cykloalkanů však vykazují pravidelný vzestup.

Alkany jsou dobře rozpustné v **nepolárních rozpouštědlech** a jsou také **dobrá rozpouštědla** nepolárních látek.

Alkany a cykloalkany je možné připravovat nebo vyrábět několika způsoby. Nejčastěji se získávají **destilací ropy a zemního plynu**. Dalším z možných způsobů je **katalytická hydrogenace nenasycených uhlovodíků**, kdy dochází k adici vodíku a redukci dvojnásobné vazby za přítomnosti katalyzátorů. **Alkany** tímto způsobem vznikají z **alkenů a alkyňů**, **cykloalkany** případně z **alicyklických**



i **aromatických uhlovodíků**. Dalším způsobem, kterým se dají vyrábět alkany, je **hydrogenace cyklopropanu a cyklobutanu**, kdy dochází ke **štěpení vazeb C-C**, a tím ke vzniku **lineárních uhlovodíků**. Metoda, která se využívá především v chemických laboratořích, je **redukce helogenderivátů kovem (Zn) v kyselém prostředí**. Reakcí **alkylhalogenidů se sodíkem** je možné připravit alkany s dvojnásobnou délkou řetězce oproti původnímu halogenderivátu. Zinkem lze redukovat také **dihalogenderiváty**, ze kterých vznikají cykloalkany. **Dekarboxylací soli karboxylové kyseliny s alkalickým hydroxidem** je také možné připravit alkany.

Nasyčené uhlovodíky jsou **málo reaktivní**. Reagují snadno pouze s **radikálovými činidly**. Typickou reakcí jsou **radikálové substituce**, které probíhají často řetězovým mechanismem. Každá radikálová substituce se skládá běžně ze tří fází: **iniciace, propagace a terminace** a je iniciovaná **vysokými teplotami, UV zářením** nebo **radikálovým iniciátorem**. Zahájení reakce **iniciací** zahrnuje **homolýzu vazeb** za vzniku dvou reaktivních atomů – **radikálů**. Ve druhé fázi – **propagaci** – vzniklé **radikály reagují s molekulami uhlovodíků** a vznikají produkty reakce. Třetí fází je **terminace**, která může probíhat několika způsoby. Do reakční soustavy může vstoupit také **inhibitor**. Látka, která reaguje s volnými radikály za vzniku částic, které zabraňují další propagaci. Mezi nejčastější radikálové substituční reakce alkanů patří **halogenace, sulfochlorace a nitrace**.

Mezi eliminační reakce alkanů patří **termolýza**, při které vzniká směs alkanů a alkenů. Dalším typem eliminační reakce je **dehydrogenace** alkanů. Je to reakce, která probíhá za **vysokých teplot** a přítomnosti **katalyzátorů**.

Oxidace alkanů probíhá účinkem **vzdušného kyslíku**, který s alkany reaguje jako **kyslíkový biradikál**. Při **úplné oxidaci** alkanů je produktem oxidace oxid uhličitý a voda. Při nedostatku kyslíku může dojít také k **neúplné oxidaci**, kdy vzniká uhlík (saze) a oxid uhelnatý nebo jiné produkty částečné oxidace uhlovodíků.

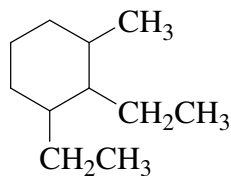
Mezi významné nasycené uhlovodíky patří **methan, plyn**, který je hlavní součástí **zemního plynu**. Je rozpuštěn v **ropě** a také významnou složkou svítiplynu, vyráběného rozkladem uhlí. Methan ve směsi s dalšími uhlovodíky slouží především jako **palivo**. Z methanu se připravují i mnohé další významné sloučeniny jako je **acetylen** nebo **kyanovodík**. **Ethan** se opět vyskytuje v menším množství v **zemním plynu** a také je rozpuštěn v **ropě**. **Propan a butan** provázejí v malých množstvích **zemní plyn i ropu**. Jejich směs s názvem propanbutan slouží jako palivo do vařičů. **Pentany a hexany** jsou obsaženy v **petroletheru**. Směs uhlovodíků **C₆–C₉** je součástí **benzínu**. Měřítkem jakosti benzínu je **oktanové číslo**, které vyjadřuje odolnost paliva ve spalovacích motorech proti samozápalu. Vyjadřuje procentuální zastoupení **heptanu a 2,2,4-trimethylpentanu** (isooktanu). Látky s dlouhými uhlíkatými řetězci jsou součástí **vazelin, mazacích olejů a parafinu**. Hexadekan neboli **cetan** je nejčastější uhlovodík obsažený v surové **ropě**. Používá pro zjištění **cetanového čísla**, které udává kvalitu motorové nafty. **Cyklohexan** je kapalina, která se používá jako **rozpouštědlo**.



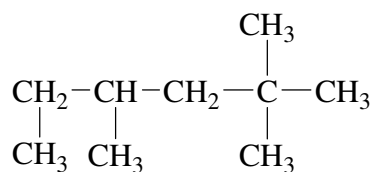
Opakování

1. Pojmenuj následující sloučeniny:

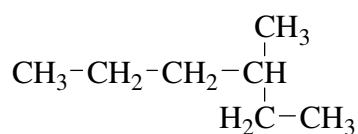
a)



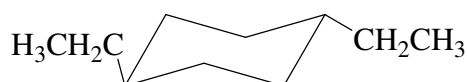
b)



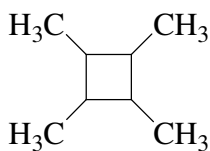
c)



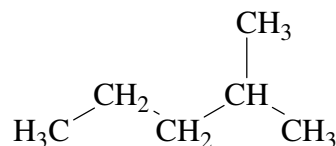
d)



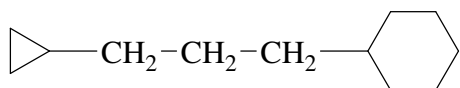
e)



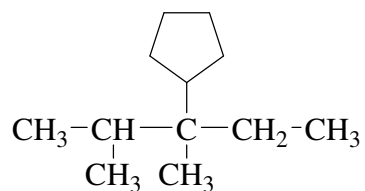
f)



g)



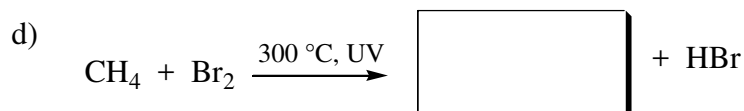
h)



2. Napiš vzorce těchto sloučenin:

- 1-ethyl-2,3-dimethylcyclooktan
- 3-ethyl-2,4-dimethylhexan
- 3,3-diethylheptan
- 1,2-dimethylcyklopropan
- 1,1-diethylcyklobutan
- 2-cyklopropylhexan

3. Urči vztah mezi následujícími dvojicemi sloučenin. Jedná se o konstituční isomery, enantiomery, diastereomery nebo identické molekuly?



Odovědi na otázky k zamyšlení

1. Je délka vazby mezi uhlíky stejná v zákrytové a střídavé konformaci ethanu?

V zákrytové konformaci si atomy vodíku více překážejí a snaží se být co nejdál od sebe, čímž se lehce prodlouží i vazba C-C oproti konformaci střídavé.

2. Jaké makroskopické chirální objekty najdete ve svém okolí?

Například klíč, rukavice, boty, ...

3. Čím je způsobeno, že se teploty varů snižují s větvením uhlíkatého řetězce?

Mezi molekulami alkanů působí slabé Van der Waalsovy síly, které jsou tím slabší, čím je řetězec rozvětvenější. Tyto interakce jsou nejsilnější na krátké vzdálenosti, jejich síla klesá s šestou mocninou vzdálenosti. Důležitá je tudíž kontaktní plocha. Van der Waalsovy síly zapříčiňují soudružnost molekul, tzn. že slabší Van der Waalsovy síly způsobí menší přitažlivost molekul, která se projeví ve snížené teplotě varu, protože k narušení mezimolekulových přitažlivých sil stačí nižší teplota.

4. Proč nemohou automobily s palivem LPG parkovat v podzemních garážích?

Ropný plyn (LPG) je těžší než vzduch, protože je tvořen těžšími molekulami, než z jakých je tvořen samotný vzduch (molární hmotnost propanu je 44,1 g/mol, butanu 58,12 g/mol, kyslíku O₂ 32 g/mol, dusíku N₂ 28 g/mol). To znamená, že se drží u země, v montážních jamách a v různých prohlubních. LPG také velice úspěšně vytěšňuje vzduchu a špatně se odvětrává. V prostoru, který je zamořen LPG hrozí udušení. Garáže pro plynová auta musejí mít speciální vybavení. Jedná se hlavně o snímače úniku plynu a výkonné ventilace.