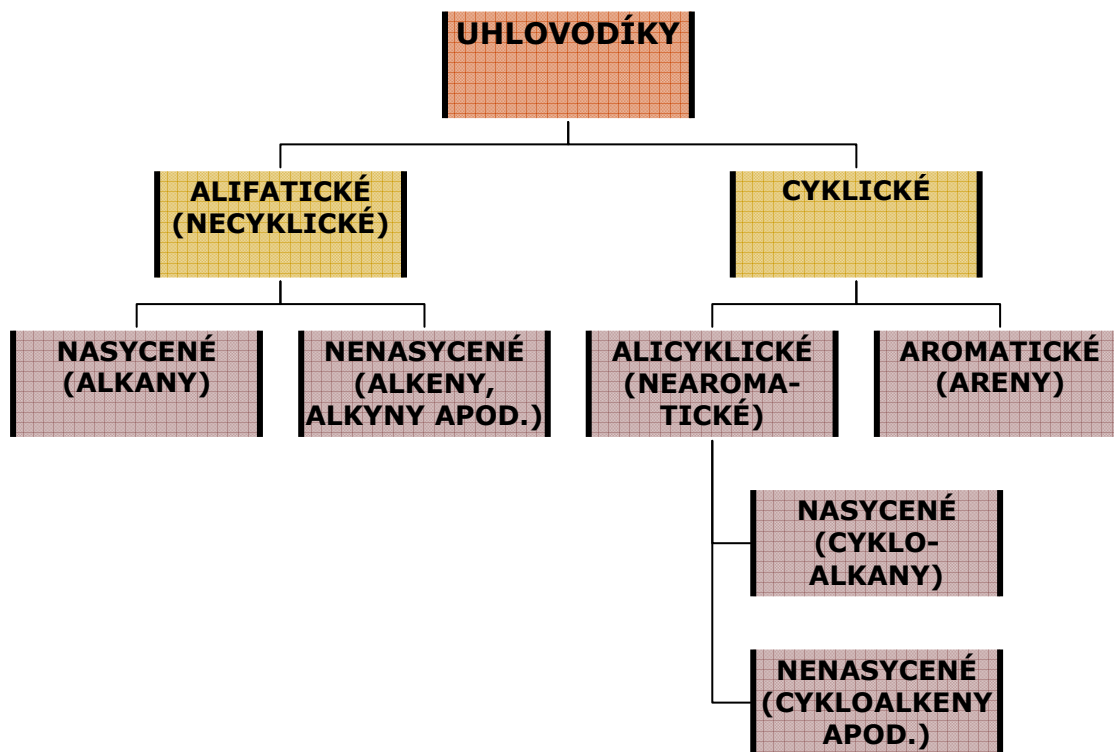
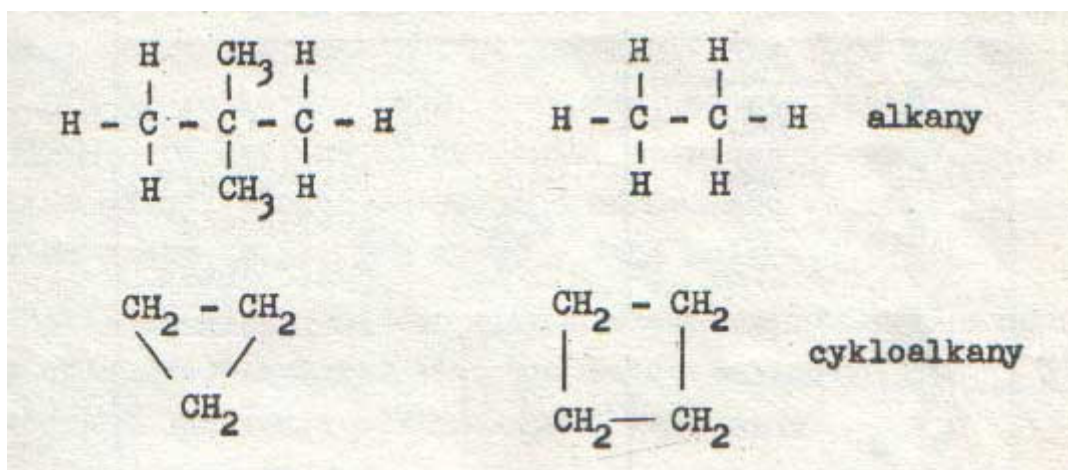


ALKANY, CYKLOALKANY

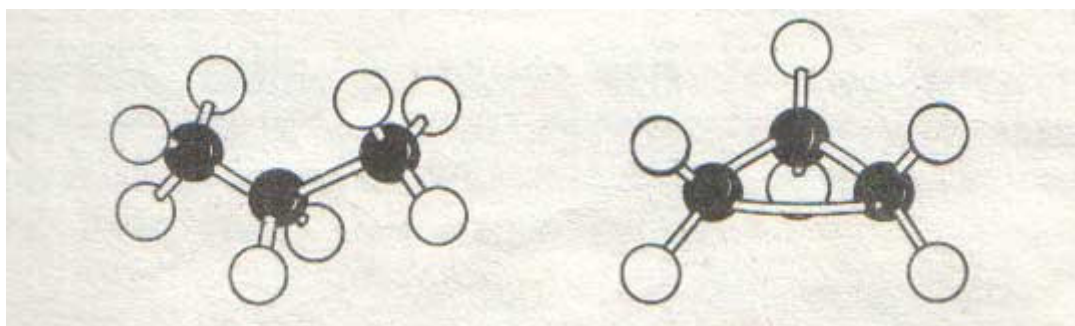


Mezi alkany a cykloalkany patří uhlovodíky, v jejichž molekulách jsou atomy uhlíku výhradně v hybridním stavu sp^3 , jsou to tedy sloučeniny nasycené (obsahují pouze jednoduché vazby). Patří k nim sloučeniny s řetězcem necyklickým (acyklickým) rozvětveným nebo i nerozvětveným a řetězcem cyklickým, tedy uhlovodíky alifatické a alicyklické. Acyklické uhlovodíky nazýváme **alkany** (parafíny), alicyklické uhlovodíky **cykloalkany** (cykloparafíny).



V molekulách obou skupin uhlovodíků jsou atomy uhlíku mezi sebou vázány pouze vazbami jednoduchými (sigma).

Kuličkový model molekuly propanu a cyklopropanu:

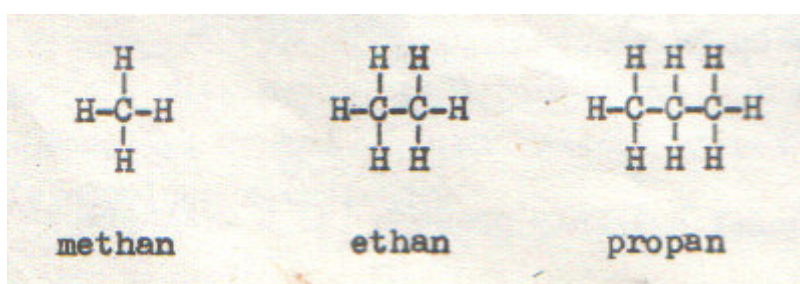


NÁZVOSLOVNÉ PRINCIPY

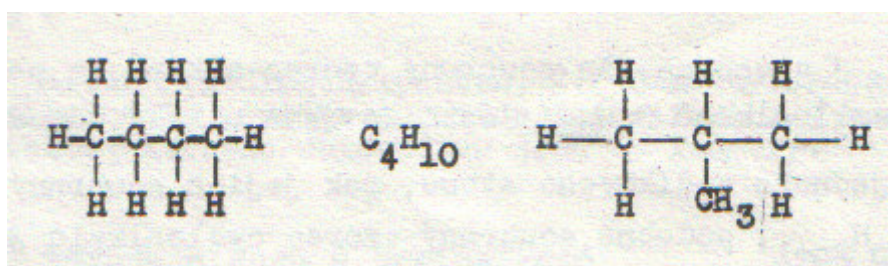
Názvy prvních deseti členů homologické řady alkanů a cykloalkany:

ALKANY		CYKLOALKANY	
methan	CH ₄	-----	
ethan	C ₂ H ₆	-----	
propan	C ₃ H ₈	cyklopropan	C ₃ H ₆
butan	C ₄ H ₁₀	cyklobutan	C ₄ H ₈
pentan	C ₅ H ₁₂	cyklopentan	C ₅ H ₁₀
hexan	C ₆ H ₁₄	cyklohexan	C ₆ H ₁₂
heptan	C ₇ H ₁₆	cykloheptan	C ₇ H ₁₄
oktan	C ₈ H ₁₈	cyklooktan	C ₈ H ₁₆
nonan	C ₉ H ₂₀	cyklononan	C ₉ H ₁₈
dekan	C ₁₀ H ₂₂	cyklodekan	C ₁₀ H ₂₀

První alkany s počtem atomů uhlíku 1-3 můžeme jednoznačně vyjádřit jedním strukturálním vzorcem, tedy jednomu sumárnímu vzorci odpovídá jediná struktura:



U dalších členů této homologické řady odpovídá vždy jednomu souhrnnému vzorci dvojice nebo více struktur:

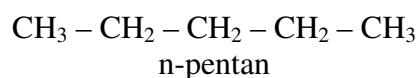
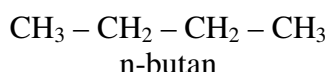


Tento jev je v organické chemii velmi častý, je jedním z příkladů isomerie.

Isomerie je jev spočívající v existenci dvou nebo více struktur, které mají stejný souhrnný vzorec, ale odlišné fyzikální a popř. chemické vlastnosti.

Sloučeniny (molekuly) stejného souhrnného vzorce, ale rozdílné struktury nazýváme **isomery**. Je známo několik typů isomerie. Výše uvedený typ isomerie se nazývá **isomerie řetězcová**.

Základem názvu každého alkanu včetně jeho isomeru jsou názvy uhlovodíků s nerozvětvenými řetězci, tzv. **normální alkany** (obdobně je tomu u cykloalkanů), např.



Pro názvy isomerů je třeba zavést pojem uhlovodíkových zbytků, tzv. **alkylů** pro alkany a **cykloalkylů** pro cykloalkany. Odvodíme je teoreticky odtržením jednoho vodíkového atomu ve vzorci alkanu nebo cykloalkanu, např.:



Názvy alkylů a cykloalkylů odvozujeme od názvů příslušných alkanů nebo cykloalkanů nahrazením přípony -an příponou -yl.

Souhrnný vzorec alkanů je obecně $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ a cykloalkanů C_nH_{2n} .

Základem každého pojmenování uhlovodíku s rozvětveným řetězcem je název základního řetězce (tj. nejdelšího řetězce). Pro jednoznačné označení uhlovodíku musíme uvést polohu alkylu na základním řetězci, kterou určíme tak, že očíslováme uhlíkové atomy základního řetězce tak, aby poloha alkylu byla označena co nejmenším číselným indexem. V názvu uhlovodíku na prvním místě udáváme pořadí uhlíkových atomů na nichž jsou vázány alkylly. Za nimi jsou uváděny číslovkové předpony (di -, tri-, ...), které udávají počet stejných alkylů tvořících postranní řetězce. Hlavní část názvu je název uhlovodíku, tvořícího základní řetězec. Jsou-li dva postranní řetězce vzdáleny od obou koncových uhlíkových atomů stejně, označíme jako první ten uhlíkový atom základního řetězce, který je bližší kratšímu (méně složitěmu) alkylu. Číslice udávající polohu alkylů jsou od sebe odděleny čárkami.

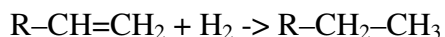
Zdroje alkanů a cykloalkanů

Většina alkanů a cykloalkanů se vyskytuje v přírodních zdrojích.

Mezi hlavní zdroje počítáme:

1. zemní plyny (plynné alkany)
2. ropy (kapalné a tuhé alkany a cykloalkany, někdy i aromatické uhlovodíky)
3. přírodní asfalt (vyšší alkany)
4. ozokerit (vyšší pevné alkany)

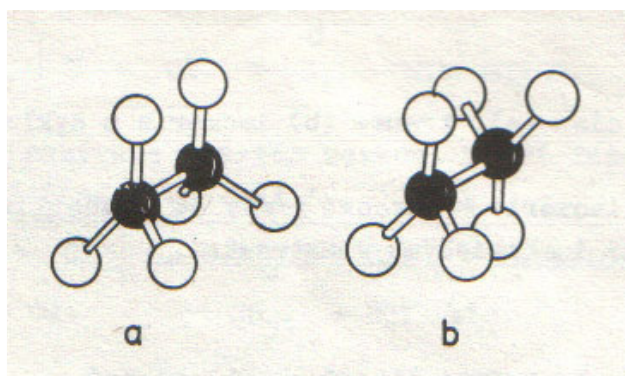
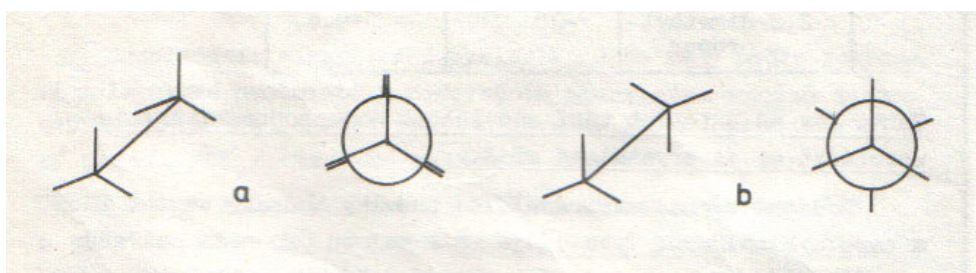
Mnohé alkyany lze získat z nenasycených uhlovodíků hydrogenací (adice vodíku na násobné vazby)



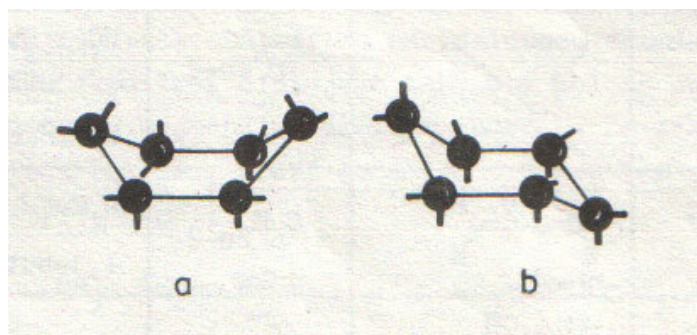
Fyzikální vlastnosti alkanů a cykloalkanů

Alkany a cykloalkany tvoří homologické řady (řady, kdy se sousední členové liší o konstantní rozdíl). První čtyři členy CH_4 až C_4H_{10} jsou za běžných podmínek plyny, uhlovodíky C_5H_{12} až $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ jsou kapalné látky, od pentadekanu $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ jsou to již látky pevné. Alkany, které mají rozvětvený řetězec, mají teplotu tání a varu nižší než nerozvětvené alkyany. Plynné alkyany jsou bez zápachu, nižší kapalné mají benzínový zápach, vyšší kapalné a pevné jsou bez zápachu. Všechny alkyany jsou lehčí než voda a ve vodě se nerozpouštějí, dobře rozpustné jsou v organických rozpouštědlech (benzen, toluen, aceton, ether). Všechny alkyany jsou látky bezbarvé.

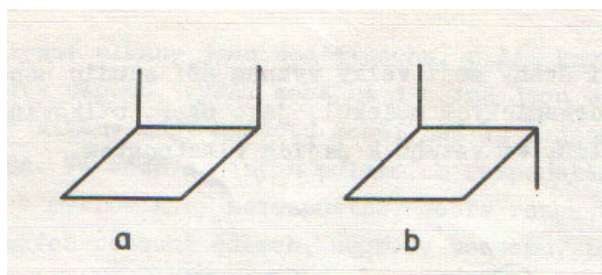
Prostorové uspořádání molekul: Např. molekula ethanu může v důsledku volné otáčivosti (rotace) skupin $-\text{CH}_3$ kolem osy vazby sigma zaujímat velké množství různých poloh, tzv. **konformací**. Jednotlivé konformery se od sebe liší jen vzájemnou orientací methylových skupin. Následující obrázek ukazuje souhlasnou (a) a nesouhlasnou (b) konformaci ethanu:



U cyklohexanu jsou možné dvě prostorové formy lišící se polohou uhlíku č. 1 a 4 vzhledem k rovině ostatních atomů uhlíku. Jedna z těchto forem se nazývá **vaničková** (a), druhá – stálější – **židličková** (b). Přitom jedna forma může přecházet v druhou:



U isomerů cykloalkanů se setkáváme s dalším typem isomerie, tzv. cis-trans isomerií (a – cis isomer, b – trans isomer):



Jednotlivé isomery se liší svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi.

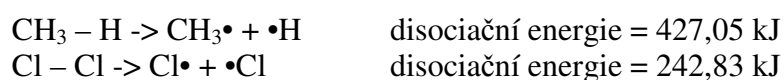
Chemické vlastnosti alkanů a cykloalkanů

U těchto sloučenin mohou probíhat reakce na vazbách C–H nebo C–C. Mohou probíhat substituce nebo eliminace.

A. Reakce na vazbách C–H

Nejdůležitějšími reakcemi alkanů na vazbách C–H jsou **halogenace**. Halogenací rozumíme substituci jednoho nebo více atomů vodíku v molekule alkanu nebo cykloalkanu atomy halogenu. Na příkladu chlorace methanu si vysvětlíme tuto reakci.

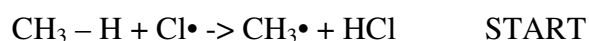
Vycházejme z předpokladu, že reakce začínají homolýzami vazeb v molekulách CH_4 i Cl_2 , tedy v molekulách reagentů:



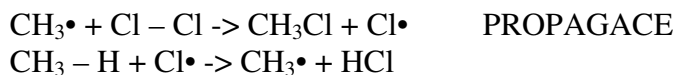
Porovnáním disociačních energií usoudíme, že snadněji proběhne homolýza vazeb v molekulách chloru. Tuto fázi, jejíž průběh podporuje ultrafialové světlo, budeme označovat iniciací:



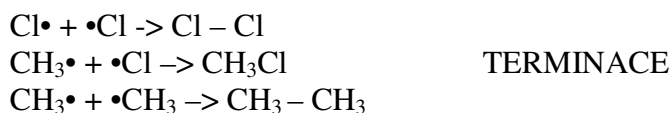
Atomární chlor napadá molekuly methanu v nich způsobuje homolýzu vazeb C – H:



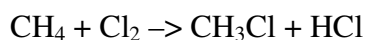
Tuto fázi nazýváme startem reakce. Další fáze je propagace, vyjádřená rovnicemi:



Průběh reakce má povahu řetězcové reakce. Ukončení reakce jako celku představuje poslední fáze, terminace, pro kterou je charakteristická vzájemná interakce radikálů:

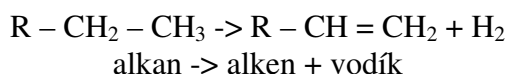


I když zápis chlorace methanu souhrnnou rovnicí může být jednoduchý:



je její skutečný průběh mnohem složitější.

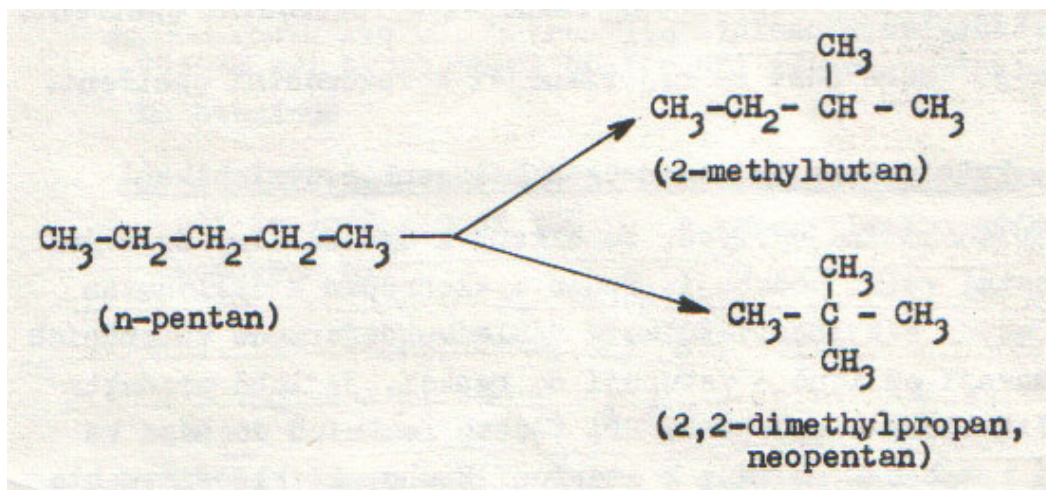
Dalším typem reakcí, které probíhají na vazbách C – H, jsou **dehydrogenace** (reakce, při kterých se látkám odnímá vodík). Jsou to reakce, při kterých se hybridní stav reakčních center snižuje ($sp^3 \rightarrow sp^2 \rightarrow sp$):



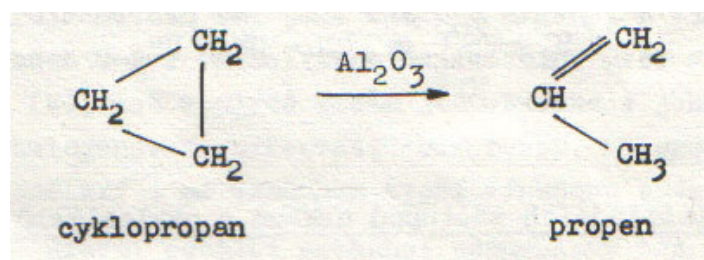
B. Reakce na vazbách C – C

1. **Tepelné štěpení alkanů (krakování)** poskytuje hlavně uhlovodíky s rozvětveným řetězcem, nasycené i nenasycené o menším počtu atomů.

2. **Isomerace** (rozvětvení) alkanů probíhá za vyšších teplot:



Cykloalkany isomerují na alkeny:



3. Oxidace a hoření alkanů a cykloalkanů

Všechny alkany a cykloalkany jsou hořlavé. Plynné alkany nebo páry těkavých alkanů i cykloalkanů tvoří se vzduchem výbušné směsi.

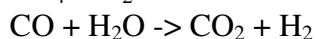
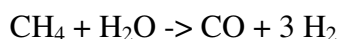
Zástupci alkanů a cykloalkanů

Methan CH₄ je podstatnou součástí zemního plynu, důlního plynu a plynu bahenního. Tvoří rovněž součást koksárenského a plynárenského plynu, plynu dřevního, plynů vznikajících tepelným zpracováním ropy, sopečných plynů.

Lze ho vyrábět

- hydrolyzou karbidů: $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{CH}_4 + 4 \text{Al}(\text{OH})_3$
- přímou syntézou z prvků: $\text{C} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$ (1200°C, katalyzátor)
- redukcí oxidu uhelnatého: $\text{CO} + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (300°C, katalyzátor)
- redukcí oxidu uhličitého: $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (300°C, katalyzátor)

Použití methanu: průmyslový topný plyn, výroba sazí (gumárenský průmysl), průmyslová výroba vodíku pro technické účely:



Ethan C₂H₆ se vyskytuje v zemních plynech a rozpuštěný v ropách. Použití má jako plynné palivo a chemická surovina.

Propan C₃H₈ a **butan C₄H₁₀** se často vyskytují v zemních plynech, v krakovacích plynech i rozpuštěné v ropách. Hlavní použití mají jako topné a osvětlovací plyny a také pro chemické účely.

CVIČENÍ

- Nakreslete strukturní vzorce sloučenin: 2,3-dimethylpentan, 2,2-dimethylpropan, 2,4-dimethylhexan a určete, kterého uhlovodíku jsou to isomery.
- Napište strukturní vzorce všech isomerů hexanu a uveďte jejich názvy.
- Napište strukturní nebo racionální vzorce těchto uhlovodíků a určete, kterého alkanu jsou to isomery: 3-methylhexan, 2,4-dimethylpentan, 2-methylpropan, 2,3-dimethylbutan, 3-ethylpentan