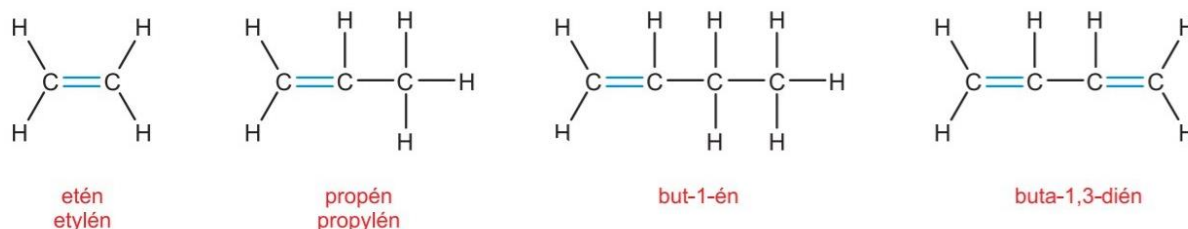


## ALKÉNY

**Alkény** sú nenasýtené uhľovodíky obsahujúce vo svojej molekule dvojitú väzbu, ktorá sa skladá z jednej väzby  $\sigma$  a z jednej väzby  $\pi$ . Aj starší názov **olefiny** (olej tvoriaci), je odvodený z prítomnosti dvojitej väzby (oleje obsahujú uhľikové reťazce s dvojitými väzbami).



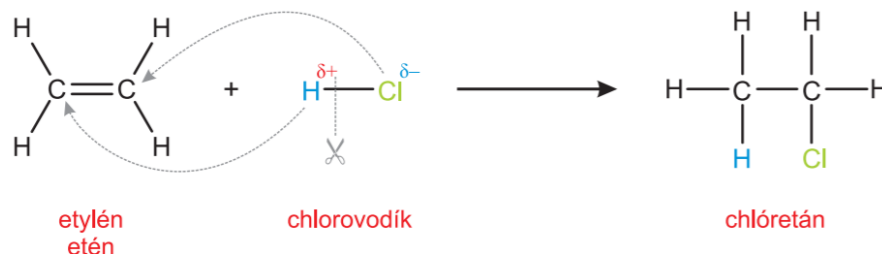
Prekrytie orbitálov  $p$  vo väzbe  $\pi$  sa uskutočňuje mimo spojnice jadier (na kolmici na spojnicu jadier atómov). Dvojitá väzba je kratšia a pevnejšia ako väzba jednoduchá (tab. 4.2). Na rozdiel od jednoduchej väzby, dvojitá väzba neumožňuje rotáciu atómov uhlíka, ktoré ju tvoria, preto alkény vytvárajú geometrické izoméry.

### Fyzikálne a chemické vlastnosti alkénov

Alkény majú podobné fyzikálne vlastnosti ako alkány. Prítomnosť dvojitej väzby však veľmi ovplyvňuje ich chemické vlastnosti. Väzby  $\sigma$  atómu uhlíka s dvojitou väzbou zvierajú navzájom uhol je  $120^\circ$  a susedné atómy ležia v jednej rovine. **Dvojitá väzba je reakčným centrom alkénov.**

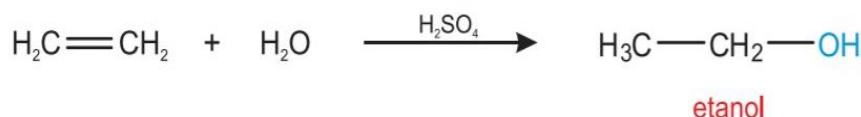
Pre alkény sú charakteristické **elektrofilné** alebo **radikálové adície**, pri ktorých zaniká väzba  $\pi$ , čím sa znižuje násobnosť väzby.

Typickým príkladom elektrofilnej adície je reakcia alkénu s halogénovodíkom.



Elektrofilnou časticou je v dôsledku polarizácie väzby v HCl kation  $H^+$ , ktorý sa naviaže na elektróny väzby  $\pi$  v alkéne.  $H^+$  (má voľný orbitál  $s$ ) vytvorí s jedným z atómov uhlíka (donor väzbových elektrónov) donorno-akceptornú väzbu a tým umožní naviazanie aniónu  $Cl^-$  na druhý atóm uhlíka, ktorý stratou elektrónu získal kladný náboj.

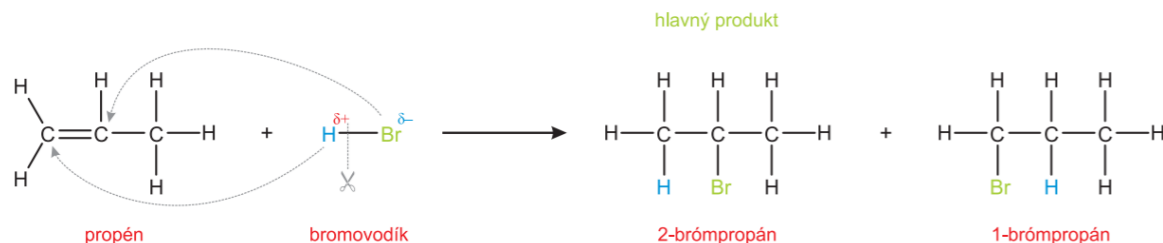
Podobným mechanizmom prebieha aj reakcia etylénu s vodou. Elektrofilnú časticu  $H^+$  poskytuje kyselina sírová (pôsobí ako katalyzátor), pretože samotná molekula vody je nukleofilom.



Touto reakciou sa ľahko vyrába technický alkohol (lieh), ktorý je nevhodný pre výrobu liehovín.

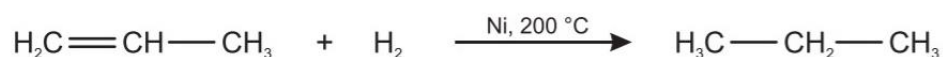
Elektrofilná adícia **nesymetrických** alkénov sa riadi **Markovnikovovým** pravidlom:

**Elektrofilná časť činidla (vodík  $H^+$ ) sa prednostne naviaže - aduje na ten atóm uhlíka s dvojitou väzbou, na ktorom je naviazaných viac atómov vodíka.**



Na uhlíku č. 1 sú 2 atómy vodíka, preto sa  $H^+$  z činidla HBr podľa pravidla prednostne naviaže naň a  $Br^-$  na uhlík č. 2, kde je len 1 atóm vodíka.

Dôležitou adičnou reakciou alkénov je **hydrogenácia**. Je to reakcia alkénu s vodíkom pri teplote asi  $200\text{ }^\circ\text{C}$  za prítomnosti katalyzátora (najčastejšie Ni). Prebieha radikálovým mechanizmom a z nenasýtených uhľovodíkov pri nej vznikajú uhľovodíky nasýtené.



**Hydrogenácia** ako adičná radikálová reakcia má veľký význam v potravinárstve pri **stužovaní tukov**. Je to premena rastlinných olejov na tuky s teplotou topenia  $30 - 35\text{ }^\circ\text{C}$ . Rastlinné oleje obsahujú najmä nenasýtené karboxylové kyseliny s dlhým uhlíkovým reťazcom. Tieto kyseliny sú pre ľudský organizmus nepostrádateľné (esenciálne). Nasýtením dvojitých väzieb v ich molekulách vodíkom vznikajú stužené tuky. Používajú sa na pečenie i ako nátierky.

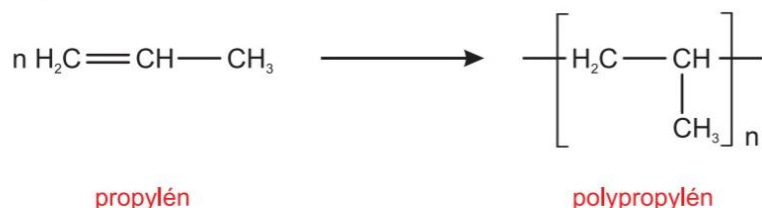
Ďalšou priemyselne významnou reakciou alkénov je polymerizácia. Polymerizáciou sa vyrábajú plastické látky – **polyméry**, ktoré slúžia ako predmety dennej potreby (obalový materiál, fľaše, nádoby a pod.).

**Polymerizácia** je reakcia, pri ktorej sa molekuly zlúčenín s násobnou väzbou (monoméry) viažu do veľkých celkov - **makromolekúl** (polyméry). Polymerizácia sa uskutočňuje radikálovým alebo iónovým mechanizmom.

Príprava polyetylénu:

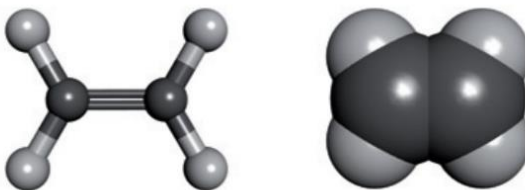


Príprava polypropylénu :



### Prehľad významných alkénov

**Etylén (etén)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$**  je najjednoduchší nenasýtený plynný uhľovodík. Má veľký hospodársky význam, pretože je základom výroby mnohých dôležitých plastov. Je prítomný aj v rastlinách, v ktorých sa zúčastňuje procesov opadávanía kvetov, listov a dozrievania plodov.



Obr. 5.9 Modely molekuly etylénu (eténu)

**Propylén (propén)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$**  sa používa na výrobu polypropylénu a dezinfekčných prostriedkov.

---

Z nenasýtených uhľovodíkov s dvomi konjugovanými dvojitými väzbami je významný **butadién (buta-1,3-dién)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$** . Slúži ako priemyselná látka na výrobu syntetického kaučuku (styrén-butadiénový kaučuk). Je zdraviu škodlivou látkou, ktorú produkujú spaľovacie motory. Jeho vysoká koncentrácia v ovzduší spolu s ďalšími prchavými organickými látkami, oxidmi dusíka a ozónom vedie k vzniku smogu.

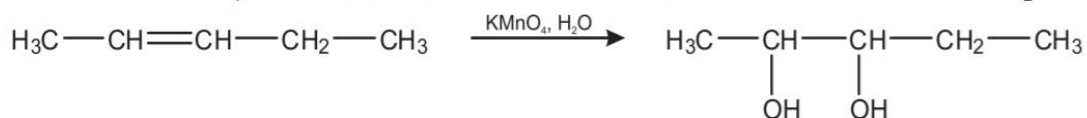
**Izoprén (2-metylbuta-1,3-dién)** je tiež nenasýtený uhľovodík s konjugovanými dvojitými väzbami. Je základom prírodných látok **terpénov**. Medzi ne patrí aj prírodný kaučuk, ktorý má výborné elektroizolačné vlastnosti.



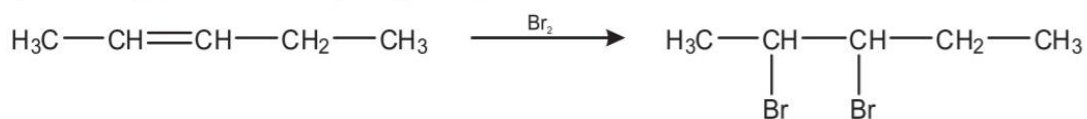
## Dôkaz nenasýtených väzieb

Na odlišenie nasýtených a nenasýtených uhľovodíkov sa používa reakcia s roztokom  $\text{KMnO}_4$  alebo brómovou vodou.

a) Do skúmavky s uhľovodíkom pridáme  $2 \text{ cm}^3$  roztoku  $\text{KMnO}_4$  a pretrepeme. V prítomnosti násobnej väzby sa roztok  $\text{KMnO}_4$  odfarbí, vznikne dvojsýtny alkohol a hnedočierna zrazenina  $\text{MnO}_2$



b) Do skúmavky s uhľovodíkom pridáme  $2 \text{ cm}^3$  brómovej vody a pretrepeme. V prítomnosti násobnej väzby sa hnedý roztok brómovej vody odfarbí.



### ÚLOHY\_2:

1. Aký typ chemickej reakcie je reakcia b) z dôkazu násobnej väzby?
2. Napíš chemickú reakciu: adícia chlóróvodíka na but-1-én. Uveď iba jeden produkt v súlade s Markovnikovovým pravidlom.
3. Napíš vzorec zlúčeniny hepta-1,4-dién.