

# MO : 10 CHARAKTERISTIKA A ROZDELENIE ORGANICKÝCH LÁTKOK

**Organická chémia** – je veda zaoberajúca sa štúdiom štruktúry, reaktivity, vlastností, prípravou a použitím organických zlúčenín.

**Organické zlúčeniny** – zlúčeniny uhlíka – okrem uhlíka obsahujú i vodík, kyslík, dusík, síru, halogény a i. (tie najjednoduchšie, ako napr. oxidy uhlíka, kyselina uhličítá a jej soli alebo sírouhlík, zaradíme medzi anorganické zlúčeniny)

**Štruktúra všetkých organických zlúčenín** je daná poradím atómov, polohou atómov, poradím a polohou väzieb a priestorovým usporiadaním atómov a väzieb.

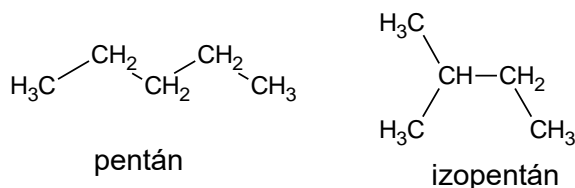
## Izoméria

**Izoméria** je jav, pri ktorom sa určité zlúčeniny s rovnakým sumárnym vzorcom (rovnaké kvalitatívne a kvantitatívne zloženie, rovnaká molová hmotnosť) líšia priestorovým usporiadaním atómov, poradím a typom väzieb. Takéto látky nazývame **izoméry** a navzájom sa od seba líšia fyzikálnymi alebo chemickými vlastnosťami.

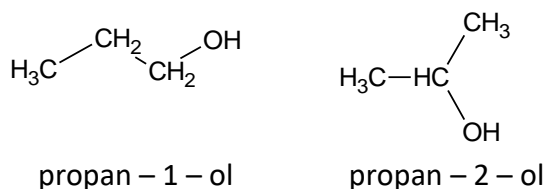
## Konštitučné izoméry

**Konštitučné izoméry** sú také izoméry, ktoré majú rovnaký sumárny vzorec, ale líšia sa od seba konštitúciou. **Konštitúcia (štruktúra)** je spôsob a poradie, usporiadania atómov v molekule. Poznáme:

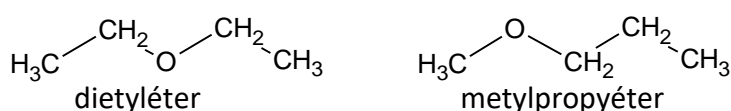
1.) **reťazová** - rôzne usporiadanie uhlíkového reťazca, ktorý môže byť lineárny, alebo rozvetvený



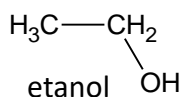
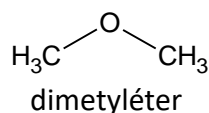
2.) **polohová** - líšia sa polohou funkčných skupín



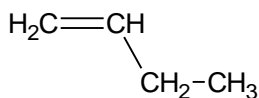
3.) **skupinová** - líšia sa skupinami ktoré sú viazané cez kyslík



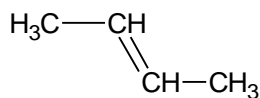
4.) **charakteristických skupín** – majú rôzne charakteristické skupiny



5.) **izoméria násobných väzieb** - líšia sa polohou násobnej väzby (tautoméria)



buta -1 -é

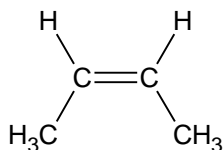


buta -2- én

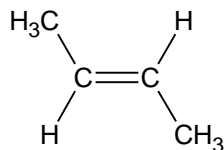
## Priestorové izoméry

**Priestorové izoméry (stereoizoméria)** charakterizuje usporiadanie organickej molekuly v priestore. Izoméry majú rovnakú **konštitúciu**, ale rozdielne usporiadanie jednotlivých atómov v priestore. Tieto izoméry nazývame **stereoizoméry**.

1.) **konfiguračná** – geometrická izoméria sa vyskytuje v zlúčeninách s dvojitou väzbou, atómy sa nemôžu otáčať. Vznikajú cis a trans izoméry (alebo Z – zusammen, E- entgegen)

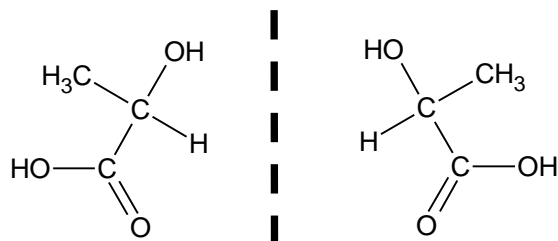


(Z) cis – but – 2 – én



(E) trans – but – 2 - én

2.) **optická** – sa vyskytuje v zlúčeninách, ktoré obsahujú asymetrický (chirálny) uhlík. T. j. Viazu sa naň 4 rôzne substituenty. Vznikajú tak dva priestorové izoméry – **enantioméry**

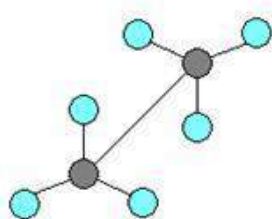


**Enantioméry** – sú to izoméry, ktoré sú si vzájomne ako vzor a jeho odraz v zrkadle – podobne ako napríklad pravá a ľavá ruka. Enantioméry majú častokrát rovnaké fyzikálne aj chemické vlastnosti, otáčajú rovinu polarizovaného svetla o rovnaký uhol ale v opačnom smere. Ten enantiomér, ktorý otáča rovinu polarizovaného svetla v pravo - je pravotočivý -

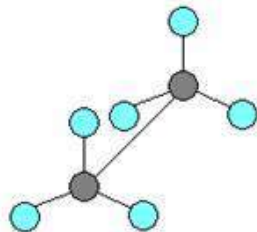
označujeme znamienkom  $+$ . Enantiomér, ktorý otáča rovinu polarizovaného svetla vľavo – je ľavotočivý – označujeme znamienkom  $-$ . Enantioméry obsahujú v molekule chirálny uhlík. **Chirálny uhlík** označujeme  $*$ . Je to uhlík, ktorý má všetky štyri substituenty rôzne.

### 3, rotácia okolo väzby C-C

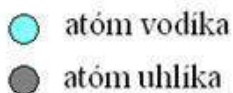
Napríklad: etán – 2 krajné konformácie



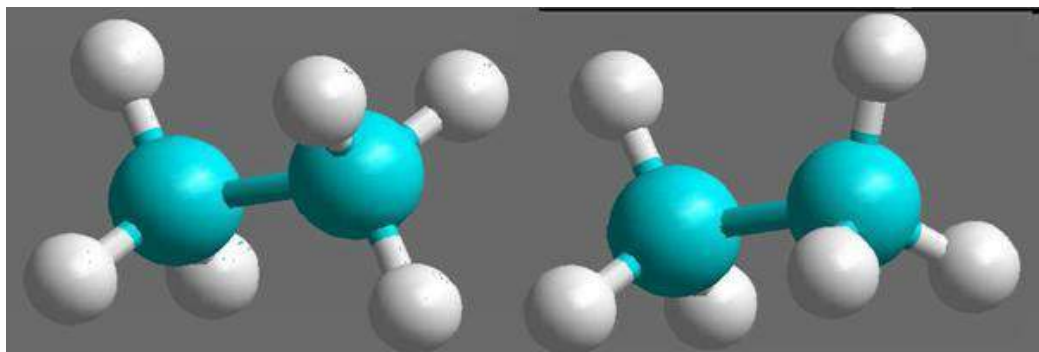
zošíkmená konformácia



zaclonená konformácia



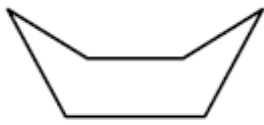
Trojrozmerné vyzerajú konformácie etánu nasledovne:



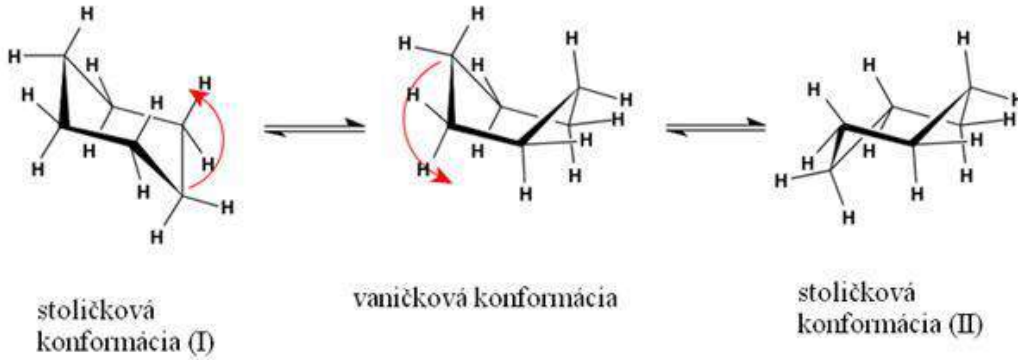
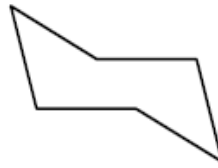
Naľavo je zošíkmená konformácia a vpravo na obrázku zaclonená.

## Cyklohexán – 2 krajné konformácie

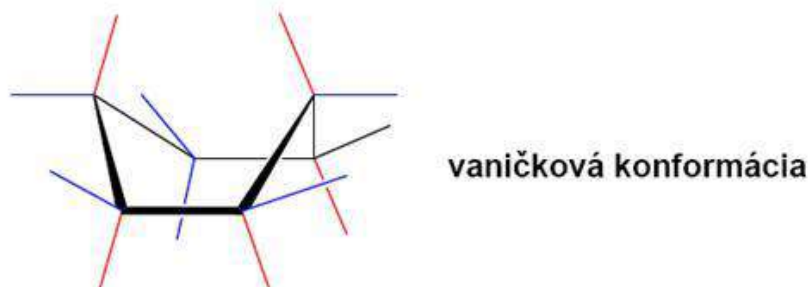
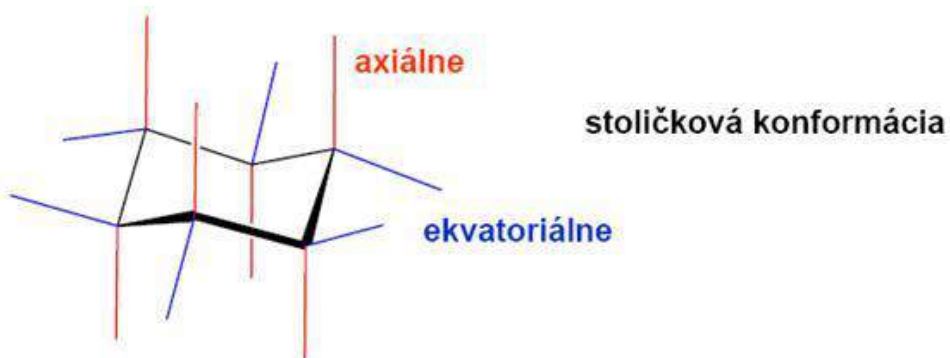
Vaničková konformácia



Stoličková konformácia



Stoličková konformácia má nižšiu energiu ako vaničková. V štruktúre cyklohexánu môžu byť vodíky v dvoch polohách: **poloha ekvatoriálna** a **poloha axiálna**



## Väzby v organických zlúčeninách

Atómy uhlíka so v organických zlúčeninách viazané kovalentnými väzbami. Väzby vychádzajúce z uhlíka môžu byť **jednoduché (C-C)**, **dvojité (C=C)** alebo **trojité (C≡C)**.

**Elektrónová konfigurácia atómu uhlíka v základnom stave je  ${}_6\text{C} (1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0)$ .** Valenčná vrstva (druhá) má teda štyri valenčné elektróny. Prechodom jedného elektrónu z orbitálu 2s do prázdneho orbitálu 2p<sub>z</sub> prejde atóm uhlíka zo základného stavu do excitovaného. V excitovanom stave má atóm uhlíka vo valenčnej vrstve štyri nespárované elektróny v štyroch orbitáloch  **${}_6\text{C} (1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1)$** . Orbitály s a p (a elektróny v nich) však **nie sú energeticky rovnocenné**. To odporuje pozorovanej rovnocennosti štyroch väzieb atómu uhlíka, napríklad v metáne (CH<sub>4</sub>). Štyri rovnocenné orbitály je možné dosiahnuť tzv. hybridizáciou atómových orbitálov. Hybridizáciu môžeme opísať ako proces „zmiešania“ orbitálov s a p. Z hľadiska kvantovej mechaniky hovoríme o lineárnej kombinácii (vlnových funkcií) atómových orbitálov.

### Hybridizácia sp<sup>3</sup>

Proces, pri ktorom sa hybridizujú (zmiešajú) **tri orbitály p a jeden orbitál s**, pričom vzniknú **štyri rovnocenné zmiešané orbitály sp<sup>3</sup>**. Sú energeticky aj priestorovo rovnocenné. Rozloženie elektrónových hustôt smeruje v tomto prípade do vrcholov pravidelného štvorstenu (tetraédra), kde **väzbový uhol je 109°28'**. V prípade atómu uhlíka je v každom zo štyroch rovnocenných hybridných orbitálov sp<sup>3</sup> jeden nespárovaný elektrón; tento stav možno pre valenčné elektróny uhlíka zapísať ako  **${}_6\text{C} (1s^2 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1)$** .

Hybridizácia sp<sup>3</sup> sa vyskytuje v atómoch uhlíka viazaných so susednými atómami jednoduchou **kovalentnou väzbou**, napríklad v metáne, etáne, atď.

V atóme uhlíka je možná aj **hybridizácia sp<sup>2</sup>**, ktorá je výsledkom kombinácie **dvoch orbitálov 2p a jedného orbitálu s**. Pri hybridizácii sp<sup>2</sup> vzniknú **tri rovnocenné hybridné orbitály sp<sup>2</sup>** a ostáva **jeden nehybridný orbitál p**. Hybridizácia sp<sup>2</sup> je typická pre zlúčeniny s dvojitou väzbou, napríklad etén.

**Hybridizácia sp**, ktorá je daná kombináciou **jedného orbitálu 2s a 2p**. Pri hybridizácii sp vzniknú dva rovnocenné hybridné orbitály sp a ostávajú dva nehybridné orbitály p

### Kovalentná väzba sigma σ a pí π

**σ väzba** vzniká prekrytím atómových orbitálov, ktoré sú lokalizované na spojnici jadier viažúcich sa atómov. Elektrónová hustota je lokalizovaná okolo spojnice jadier. Vzniká prekrytím orbitálov s a s, s a p, p a p. Tieto orbitály sú orientované v smere atómových jadier.

**Väzba π** vzniká prekrytím atómových orbitálov mimo spojnice atómových jadier - nad a pod alebo pred a za spojnicou atómových jadier. Elektrónová hustota je lokalizovaná mimo spojnice jadier. Na spojnici jadier je elektrónová hustota nulová. Táto väzba vzniká pri prekryvaní orbitálov p a p, p a d, d a d, ktoré sú orientované kolmo na spojnicu jadier atómov.

Ak sú atómy v molekule viazané jednoduchou väzbou jedná sa o väzbu sigma. Ak sú atómy viazané násobnou väzbou napríklad dvojitou, jedna z väzieb je sigma a druhá pí väzba. Ak sú atómy viazané trojitou väzbou, jedna väzba je sigma a dve sú pí väzby.

Rozdiel medzi väzbou sigma a väzbou pí spočíva v pevnosti (dôsledok rôznej veľkosti prekrytia atómových orbitálov). Väzba pí je slabšia ako väzba sigma.

## Rozdelenie uhľovodíkov

Uhľovodíky sa obvykle rozdeľujú na **acyklické** (alifatické) a **cyklické**.

**Acyklické uhľovodíky** sú tvorené reťazcami rôznej dĺžky, ktoré môžu byť nerozvetvené alebo rozvetvené. Rozdeľujú sa na **alkány, alkény a alkíny**.

**Cyklické uhľovodíky** rozdeľujeme na alicyklické, aromatické a heterocyklické. **Alicyklické uhľovodíky** sú uhľovodíky s cyklickou stavbou, v ktorej sú kruhové útvary pospájané jednoduchými, alebo dvojitými väzbami. Chemické vlastnosti aj názvy sú podobné alifatickým uhľovodíkom. **Aromatické uhľovodíky (arény)**. Pôvodný výraz pre aromatické uhľovodíky sa vzťahoval k aromatickej vôni niektorých uhľovodíkov; v súčasnosti sa vzťahujú uzatvorený cyklický reťazec s konjugovanou dvojitou väzbou, typický pre benzén (benzénové jadro). Ich chemické vlastnosti sa zásadne odlišujú od vlastností alifatických uhľovodíkov.

**Heterocyklické uhľovodíky** predstavujú samostatnú skupinu uhľovodíkov. Predpona „hetero“ značí, že v uhlíkových cykloch sú okrem atómov uhlíka je zabudovaný jeden, alebo viac atómov iných prvkov (hetero – iný (gr.)). Najčastejšie sú to atómy dusíka, kyslíka a síry.

### TYPY VZORCOV POUŽÍVANÝCH V ORGANICKEJ CHÉMII

#### **Stechiometrický vzorec (empirický vzorec)**

Udáva základné zloženie zlúčeniny bez ohľadu na skutočný počet atómov v molekule. Stechiometrický vzorec v podstate určuje pomer atómov v molekule. Ak chceme zdôrazniť, že sa jedná práve o stechiometrický vzorec, píšeme ho do zložených zátvoriek.

{HO} – peroxid vodíka {NaCl} – chlorid sodný

#### **Molekulový vzorec (sumárny vzorec)**

Je podobný stechiometrickému vzorcu, rozdiel je v tom, že udáva skutočný počet atómov v molekule. Molekulový vzorec je so stechiometrickým vzorcom zhodný alebo je jeho jednoduchým násobkom.

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – benzén

### Funkčný vzorec ( racionálny vzorec)

Vyjadruje charakteristické atómové zoskupenia. Takýto typ vzorca sa často používa v organickej chémii.

$\text{CH}_3\text{CH}_3$  (etán)

### Štruktúrny vzorec (konštitučný vzorec)

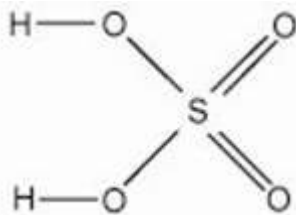
Väzby sú znázornené čiarkami, ktoré spájajú navzájom viazané atómy. Štruktúrne vzorce neznázorňujú geometrické usporiadanie jednotlivých atómov v molekulách.

Udávajú poradie navzájom zlúčených atómov:

Peroxid vodíka

H — O — O — H

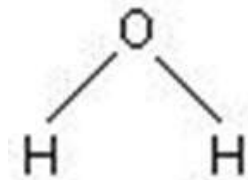
Kyselina sírová



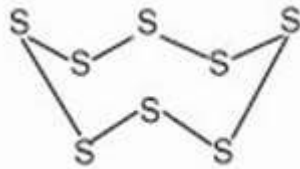
### Geometrický vzorec (konfiguračný vzorec)

Geometrický vzorec znázorňuje priestorové usporiadanie atómov, molekúl alebo iónov. V tomto type vzorcov sa uvádzajú často aj údaje o dĺžke väzieb a väzbových uhloch.

Voda



Molekula síry



## Rozdelenie chemických reakcií organických zlúčenín

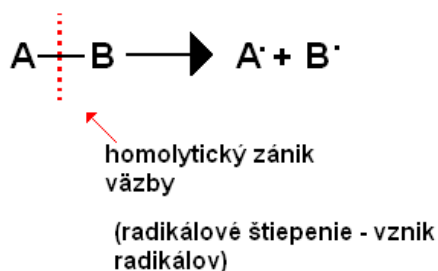
Podľa **reakčného mechanizmu** ich delíme na: **homolytické** a **heterolytické** (teda podľa spôsobu vzniku nových chemických väzieb a zániku pôvodných chemických väzieb (kovalentných))

Podľa **druhu chemickej reakcie** rozoznávame: **adičné chemické reakcie**, **substitučné chemické reakcie**, **eliminačné chemické reakcie**, **polymerizačné chemické reakcie** a **molekulové prešmyky**.

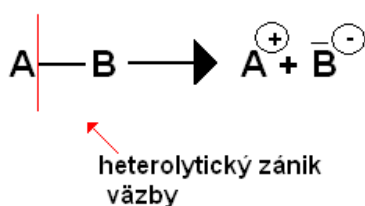
### Homolytické a heterolitické štiepenie chemických väzieb

**Homolytické – radikálové štiepenie** chemických väzieb predstavuje symetrické rozštiepenie kovalentnej chemickej väzby. Homolytické štiepenie väzby prebieha najmä pri nepolárnych

alebo slabo polárnych zlúčeninách (v nepolárnom alebo slabo polárnom rozpúšťadle, alebo v plynnej fáze), za prítomnosti tepla, katalyzátora, ktorý má radikálový charakter a podobne.



**Heterolytické štiepenie** chemickej väzby – väzbové elektróny sa presúvajú k jednému atómu. Prebieha v polárnych rozpúšťadlách, katalyzované kyslým alebo zásaditým katalyzátorom.



## Substitučné reakcie

### Substitučné reakcie – radikálové (S<sub>R</sub>)

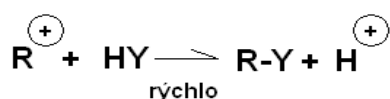
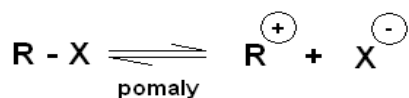
Prebiehajú na nasýtených organických zlúčeninách (alkány), chemická reakcia prebieha na jednoduchéj väzbe. Atóm vodíka je nahradený iným atómom ale skupinou atómov. Väzba sa homolyticky štiepi. Vznikajú radikály. Radikál je častica s nespáreným elektrónom. Tieto radikály reagujú s radikálom substituovaného atómu. Napríklad chlorácia.

Radikálová bromácia:  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br} + \text{HBr}$

### Substitučné reakcie – nukleofilné (S<sub>N</sub>)

Dochádza k výmene funkčnej skupiny X za funkčnú skupinu Y (predstavuje reakčné činidlo, teda buď anión alebo je to atóm, ktorý má voľný elektrónový pár)

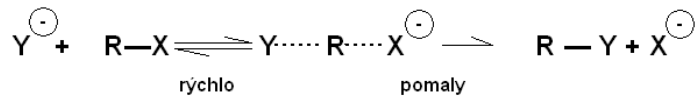
Monomolekulová nukleofilná substitúcia:





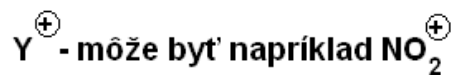
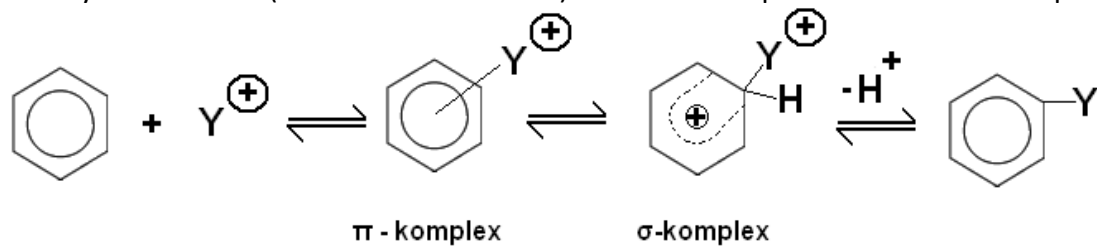
## Bimolekulová nukleofilná substitúcia

Uskutočňuje sa cez aktivovaný komplex = odštiepenie skupiny X a naviazanie skupiny Y prebieha súčasne



## **Substitučné reakcie – elektrofilné (S<sub>E</sub>)**

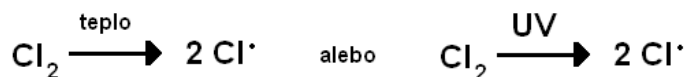
Typické pre aromatické uhľovodíky a systémy. Protón alebo kation aromatického uhlíka je nahradený elektrofilom (elektrofilnou časticou). Vzniká π-komplex a následne σ-komplex.



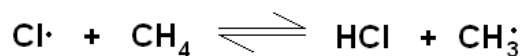
## Alkány:

Chlorácia (radikálová substitúcia)

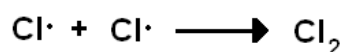
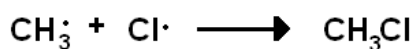
### Iniciácia:



### Propagácia:

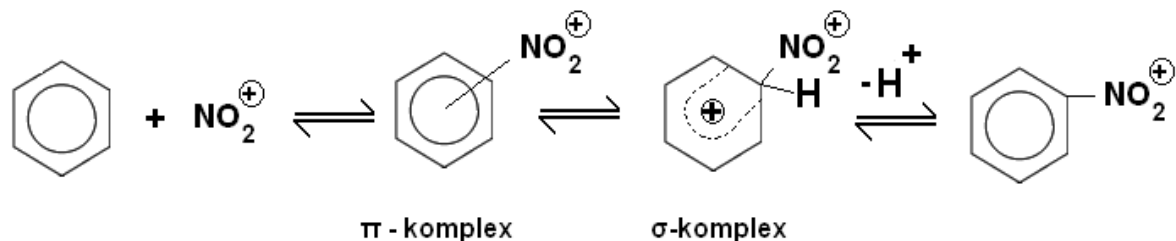


### Terminácia:

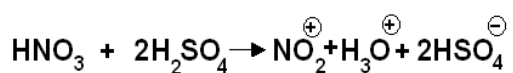


## Aromatické uhľovodíky:

Elektrofilná substitúcia (napríklad nitrácia, halogenácia)



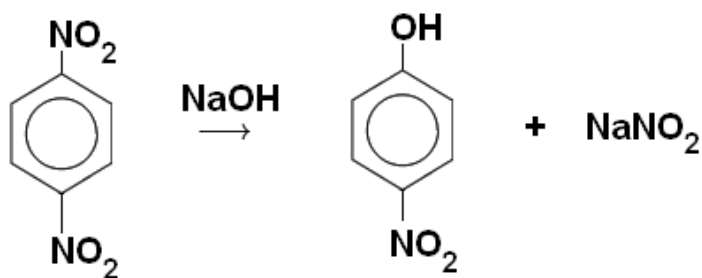
Vodík, ktorý sa nachádza na aromatickom jadre je nahradený nitróniovým katiónom  $\text{NO}_2^+$ . Nitróniový katión vzniká z kyseliny dusičnej pri katalytickom účinku kyseliny sírovej:



Elektrofilná častica  $\text{NO}_2^+$  najprv vytvorí s  $\pi$ -elektrónmi aromatického jadra  $\pi$ -komplex. V ďalšej fáze dochádza k vzniku  $\sigma$  komplexu – má charakter medziproduktu.

## Nitroarény:

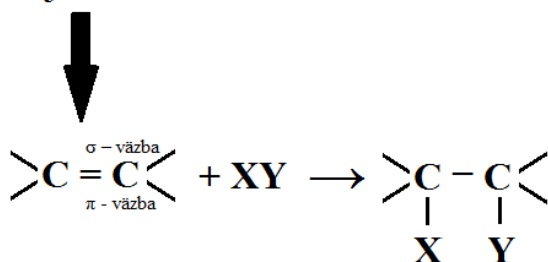
Nukleofilné substitúcie nitroarénov prebiehajú v prípade, že v polohe –orto alebo –para sa vzhľadom na nitroskupinu nachádza substituent, ktorý má silný záporný indukčný efekt – veľmi často je to ďalšia nitroskupina.



## Adičné reakcie

S adičnými reakciami sa stretávame pri uhľovodíkoch, ktoré majú násobnú väzbu – dvojitú alebo trojitú väzbu v štruktúre molekuly. Dochádza k zániku  $\pi$  - väzby na atómoch uhlíka s násobnou väzbu a vznikajú dve jednoduché  $\sigma$  - väzby. Teda:

organická zlúčenina s  
dvojitou väzbu



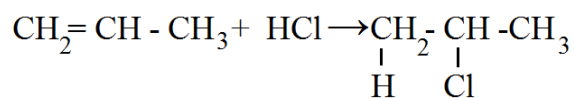
### Elektrofilné adície $A_E$

Elektrofilné činidlo reaguje s  $\pi$  elektrónmi násobných väzieb. Napríklad: adícia halogénvodíkov, halogénov a podobne.

#### Markovnikovo pravidlo

Počas adície asymetrických činidiel, akým je napríklad HBr, sa kladná časť aduje (naviaže) na atóm uhlíka viazaného násobnou väzbu, ktorý má väčší počet naviazaných vodíkových atómov – čím vzniká stabilnejší karbkatión. Záporná časť sa naviaže na uhlík viazaný násobnou, ktorý má menej naviazaných atómov vodíka.

Príklad - adícia HCl na propén:

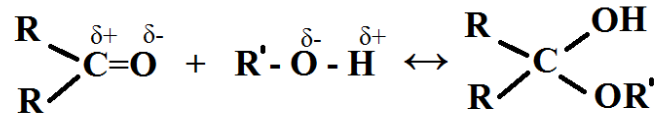


2 - chlórpropán

## Nukleofilné adície A<sub>N</sub>

Nukleofilné činidlo, ktoré obsahuje neväzbový elektrónový pár (napríklad H<sub>2</sub>O, OH<sup>-</sup>) sa aduje na uhlíkový atóm, ktorý má kladný čiastkový náboj. Nukleofilné adície sú typické pre karbonylové zlúčeniny.

Príklad:

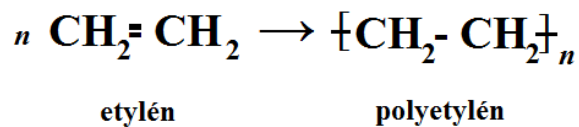


## Polymerizačné reakcie

Polymerizačné reakcie prebiehajú pri uhlíkových s násobnou väzbou, ktorá je pri polymerizácii štiepená na jednoduchú väzbu. Pri polymerizačných reakciách vznikajú polyméry. Polymerizácie môžu byť: a.) radikálové b.) polárne (iónové)

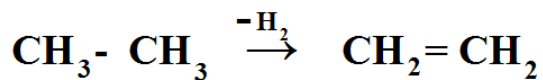
Napríklad:

**Polymerizácia etylénu - vznik polyetylénu**



## Eliminačné reakcie

Ide o opak adície – odštiepi sa jednoduchá anorganická zlúčenina a vytvára sa násobná väzba. Príklady:

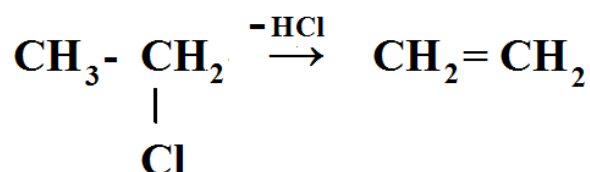


## Molekulové prešmyky

Počas molekulových prešmykov dochádza k migrácii atómov alebo atómových skupín z jedného miesta molekuly na iné miesto, kde sa skupina atómov naviaže – vzniká stabilnejšia forma.

### Erlenmayerov prešmyk

Ak je hydroxidová skupina OH- viazaná na uhlíku C, ktorý je viazaný dvojitou väzbou (nestabilná zlúčenina) dochádza k prešmyku:



## Oxidácia a redukcia organických látok

**Oxidácia** – dehydrogenácia – odoberanie atómov H

**Redukcia** – hydrogenácia – priberanie atómov H

Napr. NAD – nikotínamidadenínindinukleotid = prenášač 2 atómov H

- NAD<sup>+</sup>                      oxidovaná forma

- NADH + H<sup>+</sup>                redukovaná forma

Pri oxidácii je potrebná prítomnosť oxidačných činidiel, oxidačnými činidlami môže byť napríklad manganistan draselný alebo ozón.

## Alkány, Cykloalkány

**Alkány** sú nasýtené acyklické uhľovodíky. Homologický vzorec alkánov je **C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>**

V názve majú príponu – **án**. Uhľovodíkový reťazec alkánov môže byť lineárny alebo rozvetvený.

Najjednoduchší uhľovodík - metán CH<sub>4</sub>

Alkány tvoria homologický rad, v homologickom rade sa navzájom líšia o **homologický prírastok** – CH<sub>2</sub> – alebo jeho násobok. So zvyšujúcim sa počtom uhlíkových atómov v reťazci sa zvyšuje aj počet ich štruktúrnych izomérov

### Homologický rad alkánov

**Homologický rad** je usporiadanie organických zlúčenín, ktoré majú podobnú štruktúru (napríklad nerozvetvené alkány), na základe stúpajúcich molekulových hmotností.

V homologickom rade sa každý nasledujúci člen líši od predchádzajúceho o jednu - CH<sub>2</sub> - skupinu.

**Cykloalkány** majú homologický vzorec –  $C_nH_{2n}$ , v názve je obsiahnutá predpona **cyklo** a prípona – **án**.

### Výskyt

Alkány patria medzi najrozšírenejšie organické zlúčeniny na našej Zemi. Medzi prirodzené zdroje alifatických uhľovodíkov zaradujeme ropu a zemný plyn. Ropa = zmes alkánov, cykloalkánov a arénov; zemný plyn = zmes plynných uhľovodíkov hlavne metánu  $CH_4$ . Pri výrobe uhľovodíkov sa využíva aj uhlie a koks. Vyskytujú sa napríklad aj v prírodnom asfalte. Niektoré alkány sa vyskytujú v niektorých rastlinách – ako sú časť voskov alebo éterických olejov (undekán môžeme nájsť v éterickom oleji borovice a podobne).

### Vlastnosti alkánov

#### Skupenstvo alkánov:

Pri normálnej teplote a tlaku:

$C_1 - C_4$  – plynné látky

$C_5 - C_{17}$  – kvapaliny

Nad  $C_{17}$  – tuhé látky

#### Fyzikálne vlastnosti alkánov

Vo vode nerozpustné, majú menšiu hustotu ako voda

Rozpustné v organických rozpúšťadlách

Bezfarebné

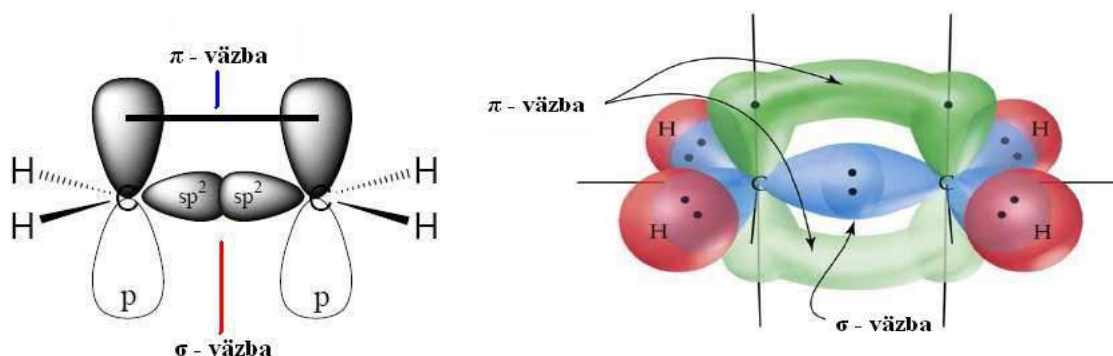
Rozpúšťajú niektoré organické látky, napríklad tuky a oleje

Sú dobre rozpustné v aromatických uhľovodíkoch

Kvapalné alkány – typické nepolárne rozpúšťadlá

## Alkény, alkadiény

**Alkény** sú zlúčeniny, ktoré patria do skupiny uhľovodíkov. V ich štruktúre sa nachádza jedna dvojité väzba medzi uhlíkmi  $C=C$ .



Názov alkénov sa odvodzuje od názvu príslušného alkánu s rovnakým počtom uhlíkových atómov v reťazci a pripája sa prípona- **én**. Homologický vzorec alkénov je  $C_nH_{2n}$ . Vyskytujú sa v zemnom plyne, v rope a tiež vznikajú pri procese, ktorý nazývame krakovanie ropy.

## Charakteristika väzby

Kvôli prítomnosti dvojitej väzby medzi uhlíkovými atómami sa alkény po chemickej stránke a chemickými vlastnosťami líšia od alkánov. Dvojitá väzba sa skladá z jednej  $\sigma$  – väzby a jednej  $\pi$  – väzby.  $\pi$ –väzba je menej stabilná ako  $\sigma$  – väzba, preto reakcie prebiehajú väčšinou na väzbe  $\pi$ . Dvojitá väzba je kratšia ako jednoduchá (C–C = 0,154 nm , C=C = 0,134 nm) a nie je okolo nej možná voľná rotácia. To umožňuje existenciu stereoizomérov cis- a trans -, ktoré sa odlišujú svojimi vlastnosťami.

## Vlastnosti alkénov

Fyzikálne vlastnosti alkénov sa podobajú fyzikálnym vlastnostiam alkánov

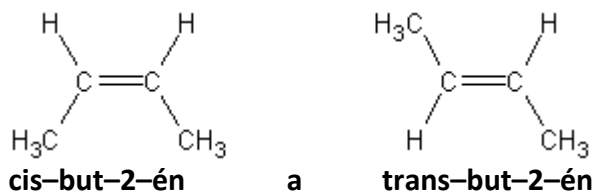
Nižšie alkény = plyny

Ostatné alkény = prchavé kvapaliny, pevné látky

Vyznačujú sa väčšou reaktivitou ako alkány

Typickou vlastnosťou je tvorenie geometrických izomérov (geometrická izoméria vzniká v tom prípade, že na uhlíkoch, ktoré sú spojené dvojitou väzbou, sú naviazané rôzne substituenty)

### Príklad geometrickej izomérie



Rozdiel vlastností:

Cis-but-2-én: teplota topenia =  $-139^{\circ}\text{C}$ , teplota varu =  $4^{\circ}\text{C}$

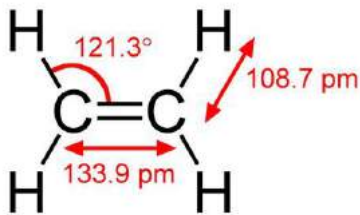
Trans-but-2-én: teplota topenia =  $-106^{\circ}\text{C}$ , teplota varu =  $1^{\circ}\text{C}$

## Príprava

Alkény sa pripravujú viacerými spôsobmi, napríklad zahrievaním alkánov, dehydratáciou alkoholov kyselinou sírovou alebo z alkylhalogenidov pri odštiepení halogénvodíka.

## Príklady alkénov

Etén (etylén) -  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$



Ľahký plyn

Bezfarebný

Má sladkastú chuť

Pri zmiešaní so vzduchom vybuchuje

Vyrába sa spracovaním ropy a využívame ho pri príprave etanolu, polypropylénu, acetaldehydu, styrénu.

**Propén (propylén)**

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$

Plynná látka, horľavá

Podobne ako etén sa získava pri spracovaní ropy

Je základom pri výrobe polypropylénu, kuménu, acetónu.

## Alkadiény

Alkadiény patria do skupiny nenasýtených uhľovodíkov, ktoré **obsahujú dve dvojité väzby C=C**. Názov alkadiénu je odvodený od príslušného alkánu s rovnakým počtom uhlíkov s príponou - **dién**. Homologický vzorec je  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

### Vlastnosti alkadiénov

Čo sa týka umiestnenia dvojitých väzieb v štruktúre alkadiénov môžu nastať 3 situácie, kedy sú dvojité väzby:

1. **Konjugované** – dvojité väzby sú od seba oddelené jednou jednoduchou. Štruktúra alkadiénu vyzerá nasledovne: - C - C = C - C = C -

Konjugované alkadiény sú najstabilnejšie alkadiény.

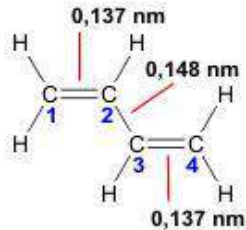
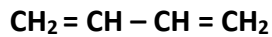
2. **Izolované** – dvojité väzby sú oddelené dvoma alebo viacerými jednoduchými väzbami: - C = C - C - C = C -
3. **Kumulované** – dvojité väzby sú v susedstve, teda nie sú oddelené žiadnou jednoduchou väzbou: - C = C = C -



## Charakteristika väzby

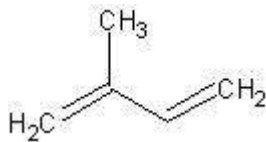
Keďže v molekule alkadiénov sú dve dvojité väzby, dochádza ku konjugácii  $\pi$  elektrónov.  $\pi$  elektróny sú delokalizované a rovnomerne rozprestreté medzi viacerými ako dvoma atómami uhlíkov.

### But-1,3-dién



### 2-metylbut-1,3-dién

#### Izoprén



Izoprén predstavuje základnú stavebnú jednotku izoprenoidov. Medzi izoprenoidy patria terpény a steroidy.

## Alkíny

**Alkíny** patria medzi uhľovodíky, ktoré v štruktúre molekuly obsahujú jednu trojitú väzbu  $\text{C}\equiv\text{C}$ , ostatné väzby medzi uhlíkmi sú jednoduché. Názov alkínu je odvodený od názvu príslušného alkánu s rovnakým počtom uhlíkových atómov a dopĺňa sa prípona - **ín**.

Homologický vzorec alkínov je  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

(Alkíny majú rovnaký homologický vzorec ako alkadiény – sú s nimi homologické.)

### Vlastnosti alkínov

Teplota varu je vyššia ako u príslušných alkánov alebo alkénov. Hustota je vyššia ako u alkánov. V porovnaní s alkánmi majú menšiu reaktivitu. Menšia reaktivita je spôsobená trojitou väzbou medzi uhlíkmi, ktorá je stabilnejšia ako jednoduchá alebo dvojité väzby.

### Charakteristika väzby $\text{C}\equiv\text{C}$

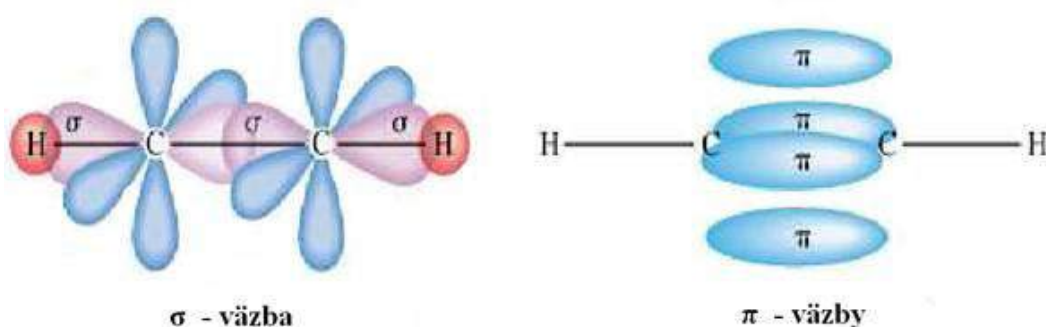
Trojitá väzba medzi dvoma uhlíkmi sa skladá z dvoch  $\pi$  väzieb a jednej  $\sigma$  väzby. Väzby  $\pi$  spolu dokonale splyvajú a okolo  $\sigma$  väzby vytvárajú súvislý obal. Prítomnosť  $\pi$  väzieb spôsobuje

skrátene trojitej väzby a  $\pi$  elektróny sú väčšmi pútané k jadrám uhlíkov. Reakcie alkínov prebiehajú väčšinou na  $\pi$  väzbách. Taktiež z tohto dôvodu elektrofilné adície prebiehajú horšie než u alkénov. Elektróny sa skoncentrovali na jednu stranu jadra, teda do priestoru medzi uhlíkové atómy a z druhej strany zostávajú uhlíkové atómy čiastočne odokryté.

Dôsledkom tohto usporiadania elektrónov je, že:

- uhlíkové atómy zúčastňujúce sa trojitej väzby priťahujú elektróny z väzby C-H (nárast acidity vodíka)
- umožňuje sa prístup nukleofilným činidlám

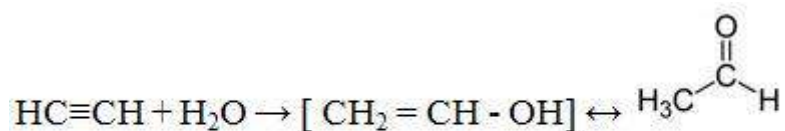
Preto u alkínov prebiehajú aj nukleofilné adície.



### Chemické reakcie alkínov

Pre alkíny sú charakteristické adície (najčastejšie elektrofilné), kvôli prítomnosti trojitej väzby.

**Adícia vody** na etín – týmto postupom sa priemyselne vyrába acetaldehyd.



**vinylalkohol**

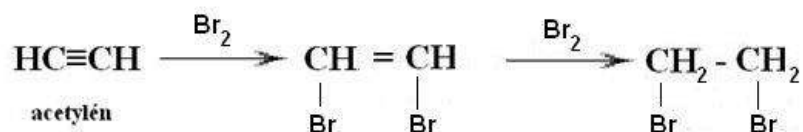
**acetaldehyd**

Pri adícii vody na etín vzniká najprv v prvom kroku vinylalkohol, ktorý sa prešmykuje na stabilnejšiu formu – acetaldehyd. Vinylalkohol a acetaldehyd sú takzvané izoméry **Tautoméry**.

- **Oxoforma** – tautomér, ktorý má v štruktúre karbonylovú skupinu (acetaldehyd).

- **Enolforma** – tautomér, ktorý má v štruktúre dvojité väzby a hydroxylovú skupinu OH (vinylalkohol).

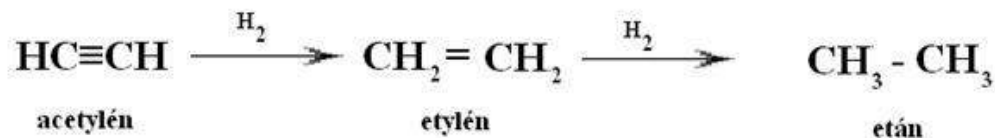
### Adícia brómu



### Adícia halogénvodíkov



### Adícia vodíka



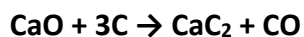
### Acetylidy

Ak sa v molekule vymenia atómy vodíka na uhlíkoch s trojitou väzbou za atómy kovu, dochádza k vzniku acetylidov.

Významný je acetylid vápenatý ( $\text{C}\equiv\text{C}$ )Ca. Acetylid vápenatý sa používa na prípravu acetylénu.

#### Acetylid vápenatý (karbid vápenatý)

Čiernošedá kryštalická látka, v prírode sa vyskytuje len zriedka. Reaguje s vodou za vzniku acetylénu a hydroxidu vápenatého. Pri styku s pokožkou sa premieňa na hydroxid vápenatý, ktorý mierne leptá pokožku. Vyrába sa z koksu, uhlia a oxidu vápenatého pri teplote až 2000°C



#### Použitie:

Výroba acetylénu:  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$

Výroba dusíkatého vápna:  $\text{CaC}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{CaCN}_2 + \text{C}$

Ako redukčné činidlo v oceliarstve

Acetylénová lampa (voda kvapká na acetylid vápenatý, ktorý sa pri reakcii z vodou vznieti)

## **Acetylén (etín) $\text{HC}\equiv\text{CH}$**

Vyrába sa zo zemného plynu, z acetylidov

Bezfarebný plyn

Bez zápachu

Pri zmiešaní so vzduchom dochádza k výbuchu

Je surovinou pri výrobe acetaldehydu, vinylchloridu

**Karcinogén** je akákoľvek chemická látka, biologický pôvodca (napr. vírus), rádionuklid alebo priemyselný proces, ktorý spôsobuje alebo napomáha rakovinovému bujeniu.

**Alkyl (alkanyl)** je uhľovodíkový zvyšok alifatického uhľovodíka. Jednoväzbový radikál obsahujúci len uhlíky a vodíky usporiadané do reťazca.

**Cykloalkyl** – je uhľovodíkový zvyšok cyklického uhľovodíka.

**Aryl** - ľubovoľná funkčná skupina alebo substituent odvodený od jednoduchého aromatického kruhu, napríklad fenylyl, thiofenyl, indolyl apod "Aryl" sa používa na účely skrátenia alebo zovšeobecnenia. Najjednoduchší je fenylyl,  $\text{C}_6\text{H}_5$ . Je odvodený od benzénu.