

# MAKROMOLEKULOVÁ CHÉMIA

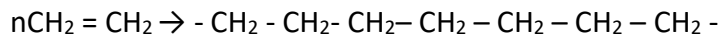
Študuje štruktúru, vlastnosti a zákonitosti vzniku prírodných i syntetických makromolekulových látok.

## Charakteristika makromolekulových látok

**Syntetické makromolekulové látky** sú to synteticky vyrobené látky, ktoré majú vysokú molekulovú hmotnosť. Sú tvorené z makromolekúl.

**Makromolekula** – obrovská molekula, ktorá je zložená z veľkého počtu atómov. Tieto atómy sú spojené chemickými väzbami do dlhých reťazcov.

Napríklad molekuly etylénu spojením vytvárajú polyetylén:



**etylén**                      **polyetylén PE**

**Monomér (mér)** – stavebná jednotka molekuly, ktorá sa pravidelne opakuje. Je to nízkomolekulová látka, ktorú polyreakciou môžeme zmeniť na polymér.

**Polymér** – zlúčenina s vyšším **polymerizačným stupňom  $n > 10$**

**Oligomér** – **polymerizačný stupeň  $n < 10$  alebo  $n = 10$**

**Polymerizačný stupeň  $n$  vyjadruje počet monomérov v reťazci makromolekuly.**

Stavebná jednotka – mér – je časť makromolekuly, ktorá sa pravidelne opakuje, má stále chemické zloženie.

**Štruktúrna jednotka** – predstavuje najjednoduchšie usporiadanie stavebných jednotiek v štruktúre makromolekuly.

**Polyreakcie** – polyadícia, polymerizácia a polykondenzácia – sú to reakcie, ktorými z monomérov vznikajú polyméry.

**Plast** – plast je materiál, ktorý tvoria makromolekulové látky.

## Klasifikácia polymérov

### 1. Podľa pôvodu:

- **prírodné** – bielkoviny, polysacharidy (škrob, celulóza...), nukleové kyseliny
- **syntetické** - PE, PVC, bakelit a podobne.

## 2. Prírodné delíme na:

- a.) pôvodné
- b.) modifikované

## 3. Syntetické delíme podľa spôsobu prípravy na polyméry pripravené:

- a.) polymerizáciou – PE, PVC
- b.) polykondenzáciou – PES
- c.) polyadíciou – polyuretány

## 4. Podľa tvaru molekúl:

- a.) lineárne, napríklad PE
- b.) rozvetvené, napríklad PVC
- c.) sieťované, napríklad vulkanizovaný kaučuk
- d.) priestorovo sieťované, napríklad bakelit (hudobné platne)

## 5. Podľa správania sa pri zvýšenej teplote:

- a.) **termoplasty** – zohrievaním sa stávajú plastické, mäknú a znovu sa môžu ľahko tvarovať, napríklad PE - polyetylén, PVC...
- b.) **termosety** – sú prechodne tvárnivé, zohrievaním sa chemicky menia, a strácajú tým plastickosť. Teda zahrievaním tuhnú. Napríklad aminoplasty.

**Elastomer** – je to materiál, ktorý sa dá natiahnuť na niekoľkonásobok svojej vlastnej dĺžky. Po tom ako sila, ktorá materiál ňahuje prestane pôsobiť, sa elastomer vráti do svojho pôvodného stavu. Napríklad syntetický kaučuk.

### **Polymerizácia**

Je to polyreakcia – viacnásobná adícia, pri ktorej reagujú rovnaké monoméry na polymér bez vzniku vedľajšieho produktu – monomér má mať násobnú väzbu

**Homopolymerizácia** – viacnásobná adícia systémov

**Kopolymerizácia** – reakcia dvoch rôznych mérov bez vzniku vedľajšieho produktu

Syntetický kaučuk – vzniká polymerizáciou but – 1,3-diénu

**Vulkanizácia kaučuku** – kaučuková zmes sa homogenizuje medzi vyhrievanými oceľovými valcami. Formuje sa pri teplote 130 – 150 °C. Zohrievaním sa makromolekuly kaučuku spájajú s atómami síry = vznik gummy. Použitie – výroba pneumatík, gúm, lepidiel, náterov....

## Vlastnosti

**Výhodné** vlastnosti makromolekulových látok:

- pevné
- dobre tvarovateľné
- ľahké
- odolné voči chemikáliám
- tepelné a elektrické izolanty
- ľahké spracovanie

**Nevýhodné** vlastnosti:

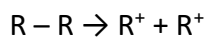
- horľavé
- mäkké
- v rozpúšťadlách dochádza k ich napučaniu
- zle prepúšťajú plyny a vodu
- voči mikroorganizmom sú odolné, majú zlú rozložiteľnosť

## Polymerizácia

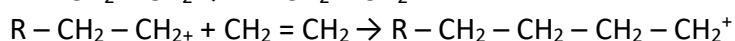
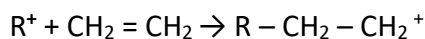
Je to proces, v ktorom sa spájajú nenasýtené monoméry do polyméru. Nevzniká pri tom vedľajší produkt. Napríklad vznik polyetylénu.

Polimerizácia má tri fázy:

1. **iniciácia** – predstavuje začiatok reakcie. Pri radikálovej polymerizácii sa iniciátor rozpadne na radikály. Iniciátor je látka, ktorá zahajuje iniciáciu (iniciuje polymerizáciu)



2. **propagácia** – radikál reaguje s monomérom a reťazec sa postupne predlžuje.



3. **terminácia** – termináciou sa proces polymerizácie ukončuje, napríklad spojením dvoch narastajúcich reťazcov.

## Polykondenzácia

Je to polyreakcia dvoch rôznych monomérov, ktoré majú najmenej dve rôzne funkčné skupiny napríklad: -OH, -COOH, -NH<sub>2</sub>, atď.

Pri polykondenzácii vzniká vedľajší produkt – nízkomolekulová látka, napríklad voda H<sub>2</sub>O, amoniak NH<sub>3</sub>, alebo kyselina chlorovodíková HCl. Je to mnohonásobná reakcia, ktorá ma adično – eliminačný mechanizmus.

## Polyadícia

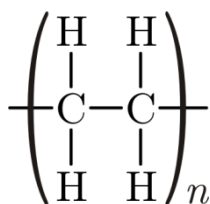
je to reakcia dvoch rôznych monomérov, z ktorých každý má najmenej dve rôzne funkčné skupiny. Pri polyadícii dochádza k postupnému premiestňovaniu vodíkových protónov. Pri polyadícii vedľajší produkt nevzniká.

## Rozdiel medzi polymerizáciou a polykondenzáciou

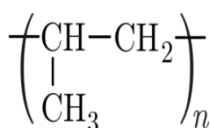
Narozdiel od polymerizácie pri polykondenzácii vzniká vždy vedľajší produkt – nízkomolekulová zlúčenina, napríklad H<sub>2</sub>O - voda, NH<sub>3</sub> – amoniak, HCl chlorovodík - preto sa tieto polyméry odlišujú chemickým zložením od východiskových látok. Nazývame ich aj polykondenzáty. Polykondenzácia má narozdiel od polymerizácie stupňovitý priebeh, to znamená, že z reakčnej zmesi možno kedykoľvek izolovať makromolekuly s rozličnou dĺžkou polymérneho reťazca. Túto možnosť podporuje i vratnosť polykondenzačnej reakcie. Vznikajúci vedľajší produkt treba z reakčného prostredia odstraňovať, aby nenastal rovnovážny stav. Stupňovité polyreakcie sa od reťazových odlišujú aj z termodynamického hľadiska – zvyčajne sú to endotermické reakcie.

## Najdôležitejšie polyméry vznikajúce polymerizáciou

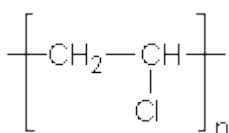
1. **Polyetylén PE** – vyrába sa z etylénu. Je pevný, odolný voči vode, chemikáliám a mrazu. Vyrábajú sa z neho fólie a potrubia, fľaše na uskladňovanie chemikálií, úžitkové predmety: sieťky, cedidlá, vedrá a podobne, obalová technika. Barlén, Litén.



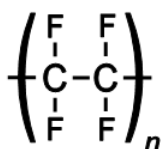
2. **Polypropylén PP** – vyrába sa z propylénu. Používa sa na výrobu fólií, obalovej techniky, ako elektroizolačný materiál, zdravotnícke potreby, textilné vlákna. Je odolný voči teplotám do 160°C. Mostén, Tatrén.



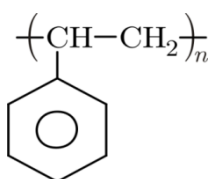
3. **Polyvinylchlorid PVC** – Vyrába sa polymerizáciou vinylchloridu. PVC je málo odolný voči vyšším teplotám – nad 45°C a mrazu. Slúži na výrobu lepidiel a lakov, v nábytkárstve, vyrábajú sa z neho tyče. Novodur – nemäkčený, používa sa na výrobu rúrok a izolačného materiálu. Novoplast – mäkčený, používa sa na výrobu hračiek, plášťov do dažďa, hadíc, fólií, podlahových krytín a podobne. Mäkčený poznáme pod obchodným názvom igelit.



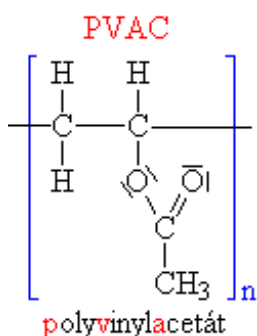
4. **Polytetrafluóretylén - PTFE** – Vzniká polymerizáciu tetrafluóretylénu. Používa sa na povrchovú úpravu lyží, kuchynského riadu, v chemickom priemysle a elektrotechnike. Je výborný elektroizolant, chemicky a tepelne odolný. Nazýva sa aj Teflón.



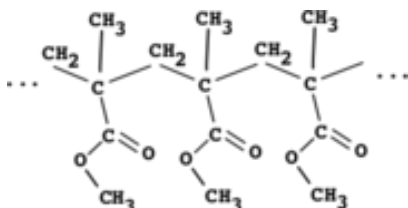
5. **Polystyrén - PS** - Vyrába sa polymerizáciou styrénu. Je dobrým izolantom, je tvrdý a priehľadný. Nemäkčený sa používa na výrobu napríklad misiek, mäkčený penový polystyrén sa používa ako obalový a izolačný materiál.



6. **Polyvinylacetát PVAC** – Vyrába sa polymerizáciou vinylacetátu. Je používaný na impregnáciu textilu, papiera, ako emulzná náterová látka – latex, pri výrobe lepidiel. Je nehorľavý a dobre priľnúci na materiály.



7. **Polymetylmakrylát – PMMA** – Vyrába sa polymerizáciou metyl-metakrylátu. Je to priesvitná, pevná hmota. Nazývame ho aj organické sklo-plexisklo. Vyrábajú sa z neho kabíny dopravných prostriedkov, kryty, používa sa na zasklievanie okien, v zdravotníctve na výrobu zubných protéz, v kostnej a kĺbovej chirurgii, na výrobu kontaktných šošoviek, ideálny termoplastický materiál. Umaplex.



## Plasty vyrobené polykondenzáciou

1. **Polyestery – PES.** Vyrábajú sa polykondenzáciou dvojsýtnych alkoholov a dikarboxylových kyselín. PES – pevné, odolné voči oderu.

Použitie: na výrobu textilných vlákien, polyesterových sklenených laminátov

2. **Polyamidy – PAD**

- vznikajú polykondenzáciou diamínov s dikarboxylovými kyselinami. Napríklad polyamid s výrobným názvom nylon.

Polyamidy sú pevné, odolné a veľmi dobre tvarovateľné, nekrčivé, elastické, ľahké.

Negatívne stránky PAD vlákien – nedostatočná priepustnosť vodných pár a vzduchu, spôsobujú kožné choroby.

**Vznik fenolformaldehydových (fenoplasty) a močovinoformaldehydových živíc (aminoplasty).**

## Fenoplasty

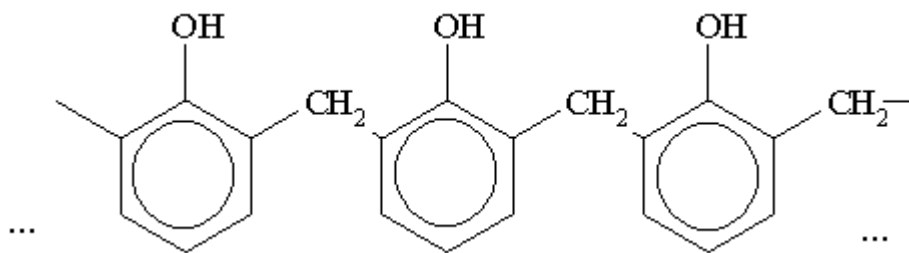
Fenolformaldehydové živice – fenoplasty alebo bakelity – vznikajú polykondenzáciou fenolu a formaldehydu.

Táto polykondenzácia môže prebehnúť:

**a.) v kyslom prostredí** – vznikajú lineárne reťazce – Novolak.

Použitie novolaku – na výrobu lakov

**b.) v zásaditom prostredí** vzniká rezit s priestorovo sieťovanou štruktúrou. Rezit je nerozpustný a netaviteľný. Použitie: elektrotechnické potreby a materiály (vypínače, zásuvky, kľučky na dvere a okná)



## Aminoplasty

Výroba: polykondenzáciou močoviny a formaldehydu.

Charakteristika: bezfarebné alebo biele sfarbenie, je možnosť ich ľubovoľne farbiť.

Aminoplasty sa používajú na výrobu náterových hmôt, tmelov, spotrebného tovaru, obkladov a elektrotechnického materiálu.

## Epoxidové živice

- vyrábajú sa polykondenzáciou viacsýtnych fenolov a zlúčenín s epoxidovou skupinou. Epoxidové živice sú tvrdé a dobre priľnavé. Používajú sa na výrobu lepidiel a epoxidových lakov.

## Plasty vyrobené polyadíciou

### Polyuretány

- vyrábajú sa polyadíciou diizokyanátov a dvojsýtnych alkoholov. Sú ľahké a pevné, používajú sa na výrobu lepidiel, textilných vlákien, penového molitanu.