

SEC VII.	Alifatické uhľovodíky
SEC VII.2.2	Chémia makromolekulových látok

**Cieľové požiadavky**

**Obsahový štandard:** Polymerizácia, plast. Monómér, polymér. Polykondenzácia. PVC, PET, teflón

**Výkonový štandard:**

- Zapísať pomocou symbolov vzorec makromolekuly, označiť polymerizačný stupeň.
- Napísať chemickú rovnicu reakcie eténu s HCl a jej využitie týchto reakcií v priemysle pri výrobe PVC
- Napísať schému polymerizácie eténu, propénu a izoprénu, styrénu, vinylchloridu a tetrafluoreténu.
- Vysvetliť princíp polykondenzácie (PET)
- Vymenovať príklady využitia PE a PP v bežnom živote

**Makromolekulová chémia**

- skúma štruktúru, vlastnosti a zákonitosti vzniku prírodných aj syntetických makromolekulových látok

**makromolekulové látky (ML)**- látky zložené z veľkého počtu atómov viazaných väzbami do dlhých reťazcov

**polyreakcie**- reakcie, pri ktorých z monomérov vznikajú polyméry

**polymér**- makromolekulová látka, ktorej molekuly sú zložené z veľkého počtu atómov (*látka s vysokou molekulovou hmotnosťou*)

**monómér**- nízkomolekulová látka vstupujúca do polyreakcie, vzniká z nej polymér

**Stavba ML**

- **stavebná jednotka (mér)** pravidelne sa opakujúca časť makromolekuly s rovnakým chemickým zložením
- **štruktúrna (konštitučná) jednotka**- najjednoduchšie usporiadanie stavebných jednotiek v štruktúre makromolekuly (*môže byť identická so stavebnou jednotkou*)
- **n- polymerizačný stupeň**- udáva počet opakujúcich sa štruktúrnych jednotiek v reťazci

**Rozdelenie ML**

I. oligoméry	II. polyméry
n < 10	n > 10

**Biopolyméry**( biomakromolekulové látky)- polyméry biologického pôvodu, (*napr. celulóza- 1000 glukózových jednotiek*)

## Rozdelenie polymérov

A. prírodné		B. syntetické
a. pôvodné	b. modifikované	vytvorené v laboratóriu
vytvorené prírodou	chemicky upravené	
<i>Hodváb, celulóza, prírodný kaučuk</i>	<i>viskóza, celofán</i>	<i>polyestery</i>

## B.Syntetické polyméry (SP)

### I.Rozdelenie podľa typu polyreakcie, ktorou vznikajú

a. polyméry vzniknuté polymerizáciou	b. polyméry vzniknuté polykondenzáciou	c. polyméry vzniknuté polyadíciou
<i>PE, PS, PVC, PTFE, PP, kaučuky</i>	<i>polyamidy, polyestery</i>	<i>polyuretány a silikóny</i>

### II.Podľa správania sa pri vyššej teplote

<b>a. termosety</b>	prechodne tvárlivé, zohriatím sa chemicky zmenia a stratia plasticosť, tvrdnú,	<i>bakelity, polyamidy</i>
<b>b. termoplasty</b>	zahriatím mäknú sa stávajú plastickými a dajú sa tvarovať, dobre rozpustné,	<i>PVC, PE, PS</i>
<b>c. elastoméry</b>	mimoriadna pružnosť a malá tuhosť, dajú sa niekoľkonásobne naťahovať a vrátiť do pôvodného stavu	<i>kaučuky a guma</i>

### III. Podľa tvaru makromolekuly

<b>a. lineárne</b>	usporiadanie merov za sebou jedným smerom	<i>PE</i>
<b>b. rozvetvené</b>	vzájomné spájané lineárnych reťazcov priečnymi väzbami	<i>PE</i>
<b>c. sieťované</b>	priečne pospájané všetky lineárne reťazce do jedného celku	<i>Vulkanizovaný kaučuk</i>
<b>d. priestorovo sieťované</b>	stavebné jednotky viazané do trojrozmernej siete	<i>živice</i>

## Porovnanie polyreakcií

	polymerizácia	polykondenzácia	polyadícia
<b>monoméry</b>	Rovnaké monoméry	2 rôzne s minimálne dvoma odlišnými funkčnými skupinami	2 rôzne s minimálne dvoma odlišnými funkčnými skupinami (jedna musí obsahovať vodík)
<b>vedľajší produkt</b>	nevzniká	vzniká	nevzniká
<b>mechanizmus</b>	viacnásobná adícia	adično-eliminačný	presun vodíka
<b>priebeh</b>	reťazovitý	stupňovitý	stupňovitý alebo reťazovitý

### a.Polymerizácia

- polyreakcia ( *chemická reakcia, pri ktorej vznikajú makromolekulové látky*)
- reagujú **rovnaké monoméry, bez vzniku vedľajšieho produktu**
- **viacnásobná adícia, reťazová reakcia**

- Zvyčajne exotermické ( *dodržiavať teplotu, so stúpajúcou sa spomaľuje, až sa polymér začne rozkladať* )
- *Napr. polyalkény, vinylové polyméry, syntetické kaučuky*

## Mechanizmus polymerizácie

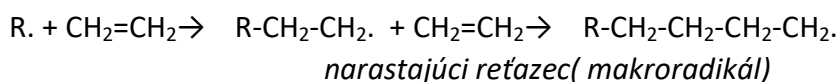
### 1. Radikálová ( homolýza )

**a. Iniciácia**- spôsobená iniciátormi, ktoré sa štiepia na radikály, endotermická

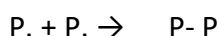


*Iniciátor      voľné radikály*

**b. Propagácia**- postupné predlžovanie reťazca pridávaním monoméru k radikálu, exotermická



**c. Terminácia**- ukončenie, napr. zrážkou dvoch reťazcov



*Narastajúci reťazec      polymér*

### 2. Iónová ( heterolýza )

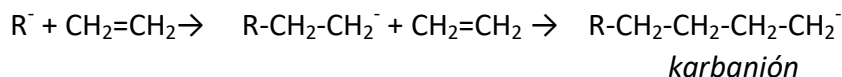
- Katalyzátor vo vhodnom rozpúšťadle disociuje na ióny



*Katalyzátor      ióny*

**a. Iniciácia**- reakcia iónu s monomérom

**b. Propagácia**- narastanie reťazca na katalyzátore



**c. Terminácia**- pridanie alkoholu alebo vody, deaktivácia aktívneho miesta katalyzátora a ukončenie reťazca polyméru naviazaním vodíka, iných skupín

## Typy polymerizácie

1.homopolymerizácia	2.kopolymerizácia
rovnaké monoméry	dva alebo viaceré odlišné monoméry
<i>1,3-butadién → polybutadién ( syntetický kaučuk )</i>	<i>1,3-butadién + styrén → butadiénstyrénový kaučuk</i>

### a. 1 Polyetylén (PE)

**Vlastnosti**- bez nežiadúcich účinkov, tuhý, odolný vode, chemikáliám, mrazu, nízko priepustný vodnej pare ( *priepustný O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>* ), horľavý, výborný elektroizolátor, odolný voči úderu

**Použitie**- výroba materiálov každodennej potreby- fólii, tašiek, fliaš, nádob, potrubia, vedrá, hadíc, obaly na tovar....

## a.2 Polypropylén (PP)

**Vlastnosti**- narkotikum s nežiadúcimi účinkami na krvný obeh, ľahký, krehký pri nízkej teplote, odolný do 120-150°C, elektroizolátor, vláknavý polymér, pevnejší ako PE

**Využitie**- fólie- obalová technika, elektroizolačný materiál, zdravotnícke potreby, textilné vlákna, špagáty, laná

## a.3 Polyvinylchlorid (PVC)

**Vlastnosti**- jedovatý(závraty, strata orientačných schopností, vo väčších množstvách strata vedomia, karcinogénny), málo odolný voči teplote od 45°C a mrazu, odolný voči kyselinám a zásadám, rozpustný v acetóne, elektroizolátor

**Využitie**- lepidlá a laky

- Novodur(nemäkčený)- dosky na povrchovú úpravu zásobníkov, nádrží, nábytkárstvo, tyče, rúry, izolačný materiál
- Novoplast( mäkčený) -podlahovina, fólie- **igelit**, pršiplášte, hračky, fľaše, hadice, obrusy, menšia hustota ako voda- záchranné pásy, nepotopiteľné člny...

### Pokus: Tepelný rozklad PVC

1. Nad 110°C únik jedovateho chlorovodíka
2. Vznik bielej zrazeniny
3. Dôkaz násobnej väzby brómovou vodou

## a.4 Polytetrafluóretylén (PTFE)- teflón

**Vlastnosti**- nejedovatý ( *pyrolýzou vznik jedovatých látok*), elektroizolátor, odolnosť teplotám, chemikáliám

**Využitie**- povrchová úprava lyží, kuchynského riadu, elektrotechnika, zariadenia pre chemický priemysel

### a.5 Kaučuky

I. prírodný	II. syntetický
z izoprénu ( <i>2-metyl-buta-1,3-diénu</i> )	z buta-1,3-diénu

#### Butadiénstyrenový kaučuk

- Syntetický kaučuk

**Vlastnosti-** elastický

**Využitie:** pneumatiky, latex ( nátery, lepidlá), podrážky topánok, tesnenie, podlahoviny

**Gumárenstvo**

- **Skvalitnenie výrobkov-** pridávanie sadzí, kaolínu, kriedy, antioxidantov, síry, pigmentov
- **Zloženie zmesí-** 50% polyméru + iné podľa druhu výrobku
- **Vulkanizácia-** pospájaniu makromolekúl kaučuku atómami síry pri vyššej teplote, plastický syntetický kaučuk sa mení na elastický

### a.6 Polyvinylbenzén ( polystyrén) PS

**Vlastnosti-** dráždi sliznice, jedovatý, podozrenie s karcinogénnosti, tvrdý, tepelný a zvukový izolátor, rozpustný v mnohých organických rozpúšťadlách, výborný vzhľad a dobre sa farbí

**Využitie**

- Nemäkčený- úžitkové predmety- misky, košíky, strúhadlá, skrinky na TV, rádiá, podlahové dlaždice, obkladačky
- Mäkčený- obalový a izolačný materiál

### b.Polykondenzácia

- Polyreakcia **dvoch odlišných monomérov** s najmenej dvoma rôznymi funkčnými skupinami
- **Vzniká vedľajší produkt** ( *nízkomolekulová zlúčenina- voda, amoniak, sírovodík* )
- Polyméry sa líšia chemickým zložením od monomérov
- **Adično-eliminačný mechanizmus**
- **Stupňovitý priebeh-** možno kedykoľvek izolovať rôzne dlhé polyméry (*potrebné odstraňovať aby nedošlo k rovnovážnemu stavu*)
- Zvyčajne endotermické
- *Napr. polyestery, fenoformaldehydové živice, polyamidy*

### b.1 Polyestery

- Z dvojsýtnych alkoholov a dikarboxylových kyselín
- V makromolekulách sa pravidelne opakuje  $-\text{CO}-\text{O}-$
- Napr. polyetyléntereftalát (PET)

**Vlastnosti-** pevné, odolné voči úderom

**Význam**

- Nátery a živice (so sklenými vláknami tvoria polyesterové sklené lamináty)
- syntetické textilné vlákna (tesil- zmes syntetických vlákien s vlneným)
- PET fľaše, fólie

#### Polyesterové sklené lamináty

**Vlastnosti-** pevnosť ocele, dobré elektroizolačné vlastnosti, odolnosť voči chemikáliám,

**Význam**

- Výroba karosérii áut, lietadiel, strešné krytiny, potrubie, prilby, syntetické vlákna

#### Syntetické vlákna

**Vlastnosti-** nekrčivé, ľahké, pevné, elastické, hydrofóbne- rýchlo schnú, lacné, odolnosť voči moliam, plesniam

**Nevýhody-** nedostatočne priepustné vlhkosti, vzduchu- kožné ochorenia, elektrostatický náboj, horľavosť

**Význam-** textilný priemysel

### b.2 Polyamidy

- z diamínov a dikarboxylových kyselín, alebo z cyklických amidov (laktámov)
- V makromolekulách sa pravidelne opakuje  $-\text{CO}-\text{NH}-$  (peptidová väzba)

**Vlastnosti-** odolné, pevné, dobre tvarovateľné

**Využitie-** ozubené kolesá a ložiská, syntetické vlákna (silon), obaly, fólie, viazací materiál, súčasť bielkovín

**c. Polyadícia**

- Polyreakcia **dvoch rôznych monomérov** s najmenej dvoma odlišnými funkčnými skupinami (jeden z monomérov musí obsahovať slabokyslý vodík)
- **dochádza k presunu vodíkového atómu v reťazci**
- **Stupňovitý alebo reťazový** charakter
- **Nevzniká vedľajší produkt**
- *Napr. polyuretány, silikóny*

**Vlastnosti syntetických polymérov**

pozitívne	negatívne
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pevné</li> <li>• dobre tvarovateľné</li> <li>• ľahké</li> <li>• odolné voči chemikáliám</li> <li>• tepelné a elektrické izolanty</li> <li>• ľahké spracovanie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mäkkosť</li> <li>• Napučíavanie v rozpúšťadlách</li> <li>• Nepriepustnosť plynov a vodnej pary</li> <li>• Horľavosť</li> <li>• Rozklad na jedovaté látky</li> <li>• Odolnosť voči mikroorganizmom (biologicky neodbúrateľné)</li> </ul>

**Negatívny dopad plastov na ŽP**

- Pri spaľovaní vznik toxických, karcinogénnych látok (chlorovodík, dioxíny, polychlorované bifenyly, furány)
- Biologicky neodbúrateľné
- Neekologické technologické postupy
- Odpad- separácia, recyklácia, mikroplasty

**A. Prírodné polyméry**

1. pôvodné polyméry	2. modifikované polyméry
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prírodné makromolekulové látky, ktoré vznikajú v organizmoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemicky upravené prírodné makromolekulové látky</li> <li>• Potreba výroby kvôli zvyšujúcemu dopytu po prírodných polyméroch</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• polysacharidy- monosacharidy</li> <li>• bielkoviny- aminokyseliny</li> <li>• nukleové kyseliny- nukleotidy</li> <li>• polyterpény- izoprén</li> </ul>	<i>Napr. úprava celulózy (viskóza, acetát celulózy), prírodného kaučuku</i>