

# MAKROMOLEKULÁRNÍ LÁTKY

**Makromolekulární chemie** – samostatná chemická disciplína.

Stavební (*monomerní*) jednotka – pravidelně opakující se část makromolekuly.

Polymerační stupeň - udává počet měrů v makromolekule ( $n = 10 - 10^6$ )

- $n < 10$  (oligomery)
- $n > 10$  (polymery)

Relativní molekulová hmotnost molekul:  $10^4 - 10^7$

**Rozdělení polymerů** – podle původu

- a, přírodní
  - původní (polysacharidy)
  - modifikované (umělé hedvábí)
- b, syntetické

**Přírodní** (mají složitější strukturu):

- I. Polysacharidy (z monosacharidů)
- II. Proteiny (z aminokyselin)
- III. Nukleové kyseliny (z nukleotidů)
- IV. Polyterpeny (z isopreových jednotek)

**Syntetické:** I. Podle vzniku

- polymery
- polykondenzáty
- polyadukty

II. Podle tvaru molekul

- lineární
- rozvětvené
- zesíťované
- prostorově zesíťované

III. Podle chování za zvýšené teploty

- **termoplasty** (stávají se plastickými, mohou se tvarovat)
- **termosety** (zahříváním se mění chemické vlastnosti, ztrácí plastičnost)

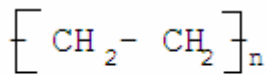
## 1. POLYMERY

- vznikají spojováním měrů, vzniklá makromolekula bez vedlejšího produktu
- mér musí obsahovat  $\pi$  vazbu
- pokud jsou méry různého druhu vznikají kopolymery

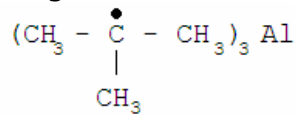
Polymerace (řetězová reakce)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{radikálová (peroxidické prostředí)} \\ \text{iontová} \text{ — } \begin{array}{l} \text{kationtová (prostředí kyselé)} \\ \text{aniontová (prostředí zásadité)} \end{array} \end{array} \right.$

Polymerace má tři stádia

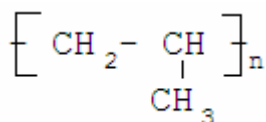
- iniciace
- propagace
- terminace

**Přehled polymerů****POLYETHYLEN (PE)**

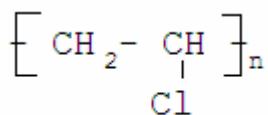
- používá se Zieglerův-Nattův katalyzátor (isobutylaluminium + TiCl<sub>4</sub>)



- mér -> eten -> plyn
- zdroj: krakování ropy, dehydratace ethanolu, hydrogenace ethynu, dehydrogenace ethanu
- zpracovává se:
  - a, lisováním (desky, vykládání nádob pro korozivní kapaliny).
  - b, vstřikováním (kelímky, vědra, vaničky)
  - c, nanášení (obalový materiál)
- postup výroby: výroba monomeru, čištění monomeru, polymerace, čištění polymeru, zpracování polymeru

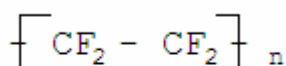
**POLYPROPYLEN (PP)**

- izotaktický: CH<sub>3</sub> na jedné straně, dají se vyrábět vlákna (spřádání)
- syndiotaktický: CH<sub>3</sub> se pravidelně střídá (nahoru, dolů)
- ataktický: CH<sub>3</sub> nepravidelně uspořádané, vzhledem k rovině proložené řetězcem
- zdroj: při zpracování ropy, dehydrogenací propanu
- užití: elektroizolační materiál, zdravotnické potřeby (lze sterilizovat), textilní vlákna, obalová technika

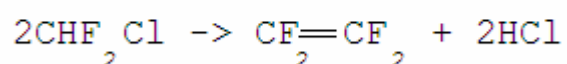
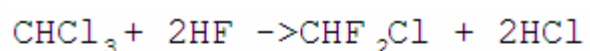
**POLYVINYLCHLORID (PVC)**

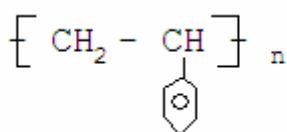
- bez změkčovadel na tvrdé výrobky (NOVODUR, tyče, trubky)
- se změkčovadly na elastické výrobky (umělá koženka, pláštěnky, hadice, podlahoviny)
- výroba méru:  $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$

**POLYTETRAFLUORETHYLEN (PTFE)** – užití: povrchní úprava lyží, kuchyňské nádobí, chemický průmysl (odolný k vyšším teplotám)



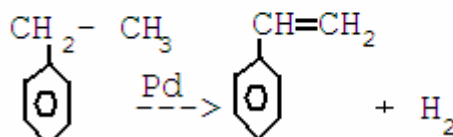
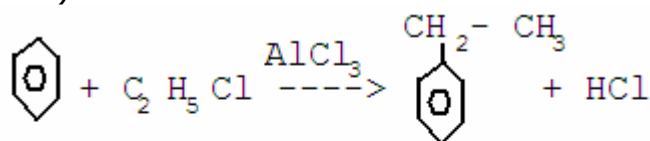
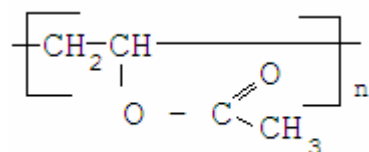
- výroba méru:



**POLYSTYREN (PS)**

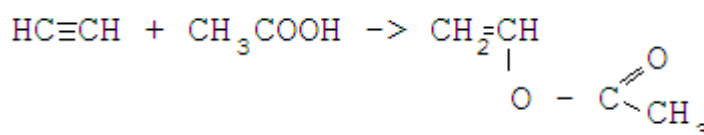
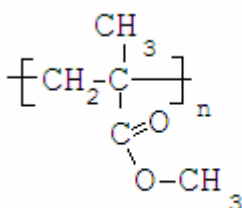
- **užití:** misky, věšáky, skříňky radiopřijímačů televizorů, výroba kopolymérů. Pěnový polystyren se užívá jako obalový a izolační materiál (stavebnictví).

- **výroba méru:**

**POLYVINYLACETÁT (PVAC)**

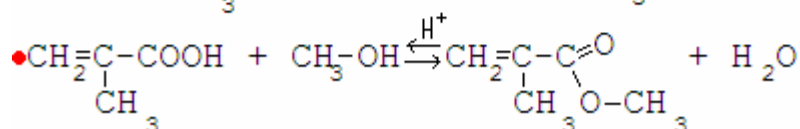
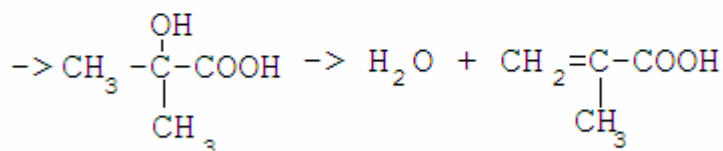
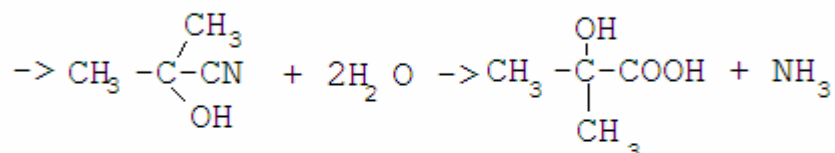
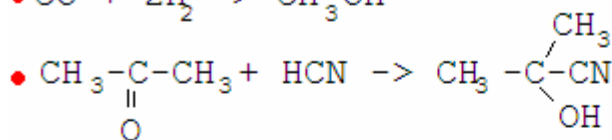
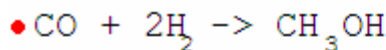
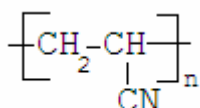
- **užití:** impregnace textilu a papíru, emulzační nátěrové látky (latex – rozpustné ve vodě), zdravotně nezávadné, výroba lepidel.

- **výroba méru:**

**POLYMETHYLMETAKRYLÁT (PMMA)**

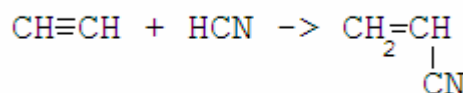
- **užití:** v dopravě, kryty, zasklívání oken, zubní protézy, kostní a kloubní chirurgie, konzervování biologických preparátů.

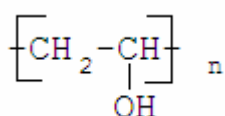
- **výroba méru:**

**POLYKRYLONITRIL (PAN)**

- **užití:** pletací příze, tkaniny

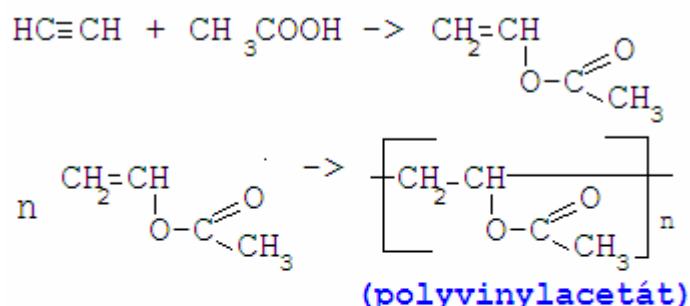
- **výroba méru:**



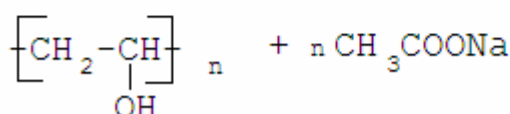
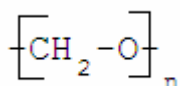
**POLYVINYLALKOHOL**

- **užití:** vlákna na šití v chirurgii, náhrada želatiny v potravinářství, impregnace papíru a textilu. Fotografické emulze.

- **výroba méru:**

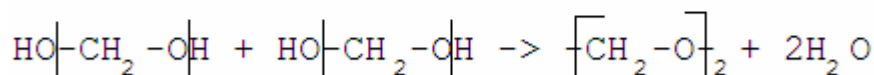
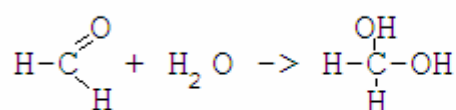
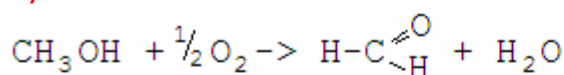
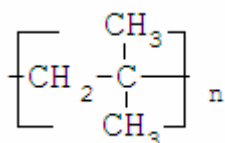


působením NaOH v lihu vzniká

**POLYFORMALDEHYD**

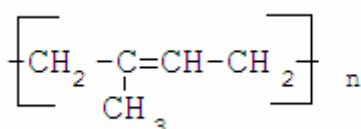
- **užití:** obalová technika, součást čerpadel, elektrotechnické součástky.

- **výroba méru:**

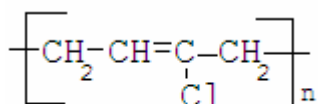
**POLYISOBUTEN**

- **užití:** mazací oleje, kaučuk

- **zdroj méru:** ropa

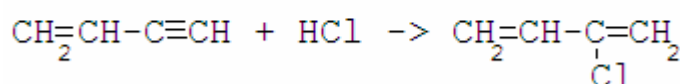
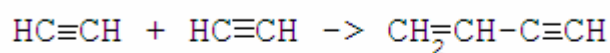
**POLYISOPREN**

- **užití:** přírodní kaučuk, výroba gumy (vulkanizace)

**POLYCHLOROPREN**

- **užití:** chloroprenový kaučuk

- **výroba méru:**



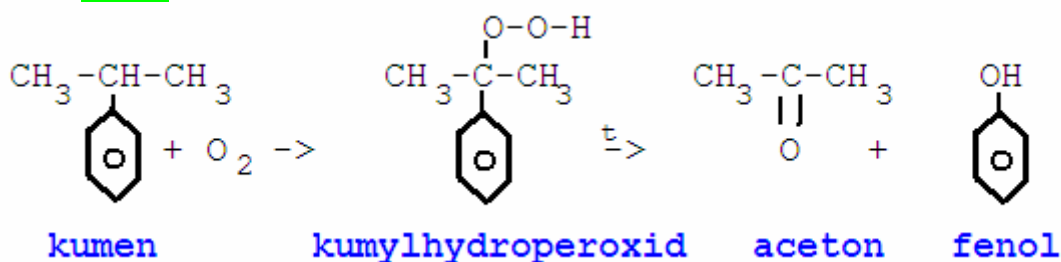
## 2. POLYKONDENZÁTY

Polykondenzace (není reakce řetězová) – vznik makromolekuly + nízkomolekulární látka (např.: H<sub>2</sub>O, HCl). Jde o stupňovitou reakci (v průběhu se dá ovlivňovat).

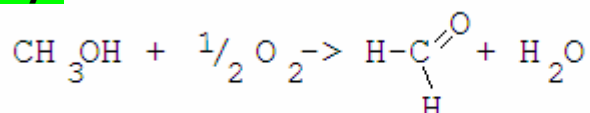
**FENOPLASTY** (fenolformaldehydové pryskyřice)

Zdroje výchozích látek (součást lehkého a středního oleje).

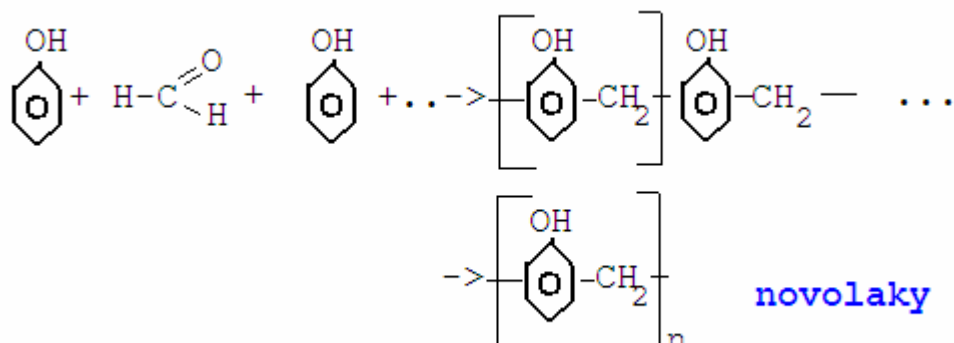
**Fenol** – frakční destilace černouhelného dehtu



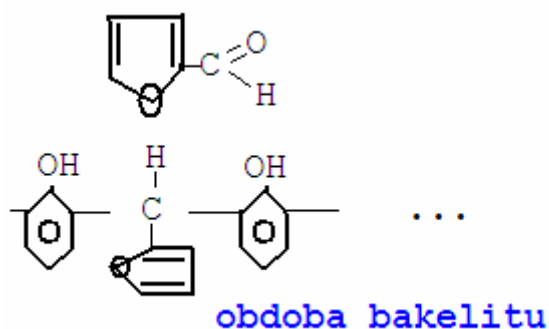
**Formaldehyd**



1) Fenol + Formaldehyd – (kyselé prostředí)



Místo formaldehydu lze i použít **Fural**

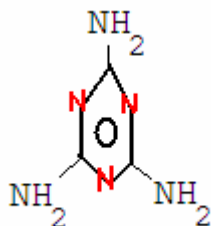


- **užití**: impregnace papíru, dřeva, textilu, iontoměnič (katexy) – z OH se odštěpuje H<sup>+</sup> a nahrazuje se jiným kationtem.

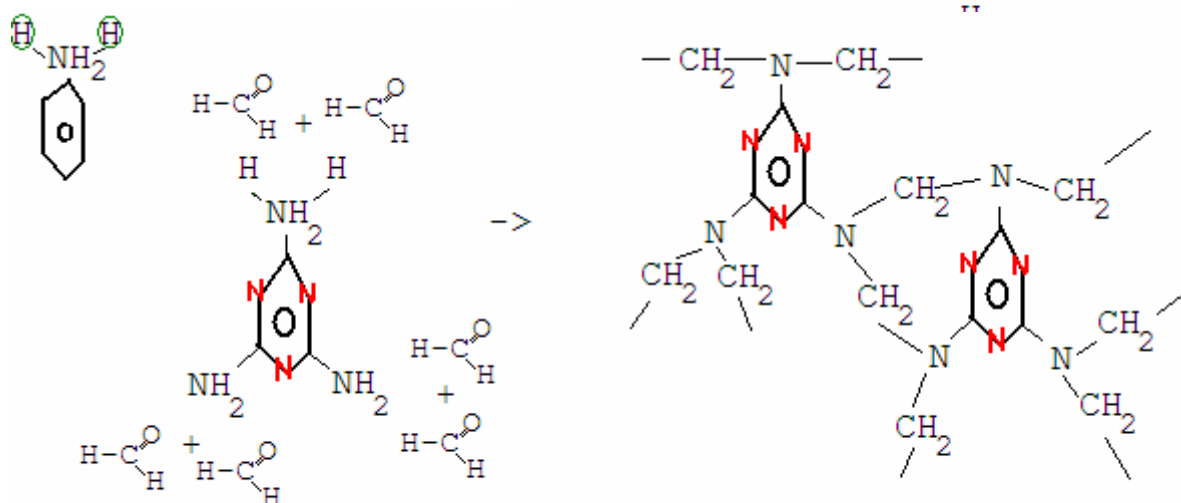
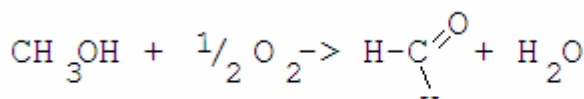


**MELAMINFORMALDEHYDOVÉ PRYSKYŘICE**

Výchozí látky: **Melamin** (2, 4, 6 triamin - 1, 3, 5 triazin , heterocyklická sl.)



**Formaldehyd**

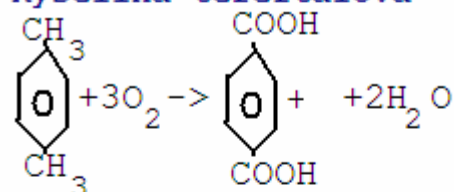


- **užití:** nemačková úprava bavlněných tkanin, lepidla, nátěrové hmoty, tvrzení vrstevnaté hmoty s papírem – UMAKARD

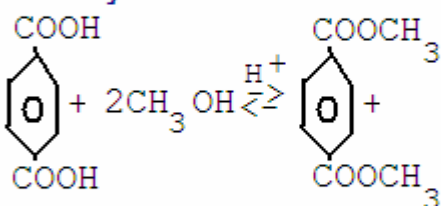
**POLYESTERY**

Polyesterová vlákna – kyselina tereftalová + ethandiol (nebo dimethylester \*)

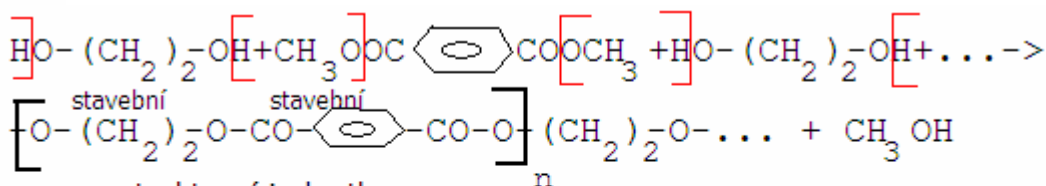
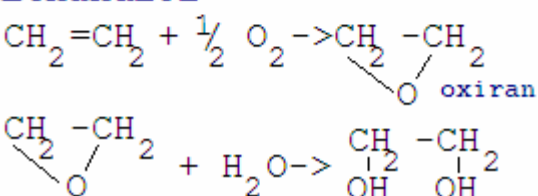
**Kyselina tereftalová**



**Dimethylester**



**Ethandiol**

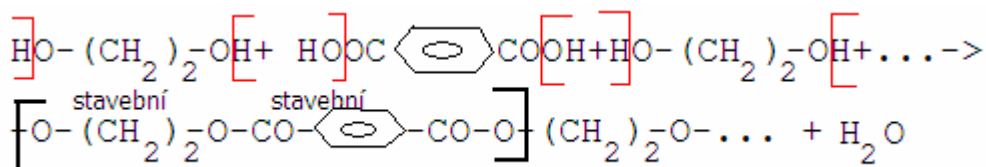


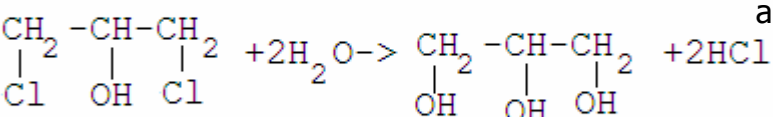
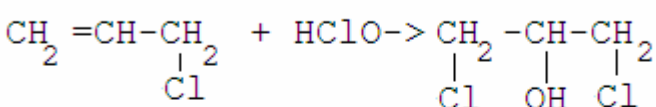
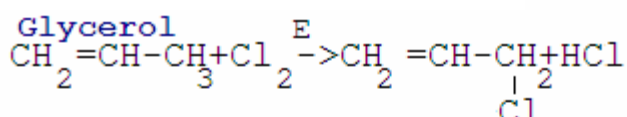
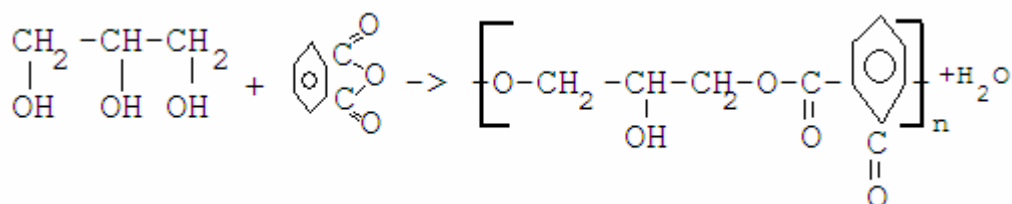
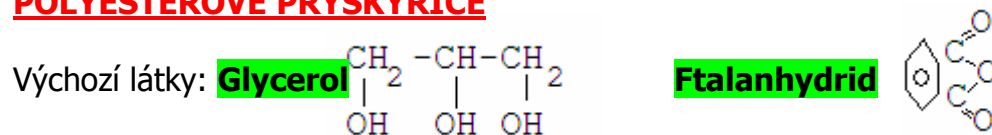
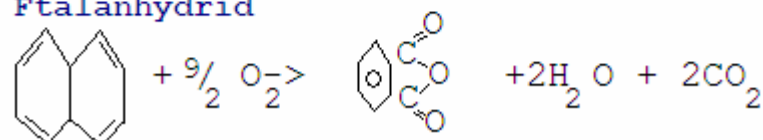
strukturní jednotka

Nejjednodušší uspořádání mezi stavebními jednotkami

(v některých případech se stavební=strukturní:  $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ )

- **užití:** tesil, terylén, vlákna pevná, pružná a nemačková

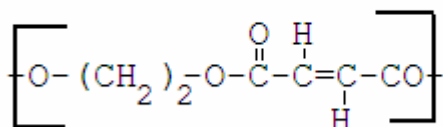
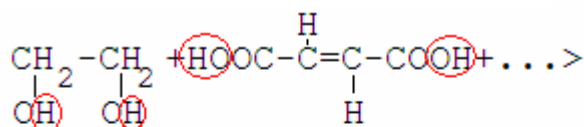
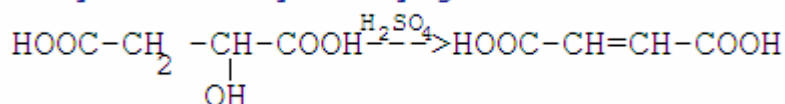


**POLYESTEROVÉ PRYSKYŘICE****Ftalanhydrid**

- **užití:** pevná látka, sklolamináty (polyesterní pryskyřice + skleněná vlákna. Pevnost skoro jako u oceli – pevnost v tahu (vlastnost skleněného vlákna) a pevnost v ohybu (vlastnost pryskyřice). Konstrukční materiál (nábytek, lodě, karosérie aut).

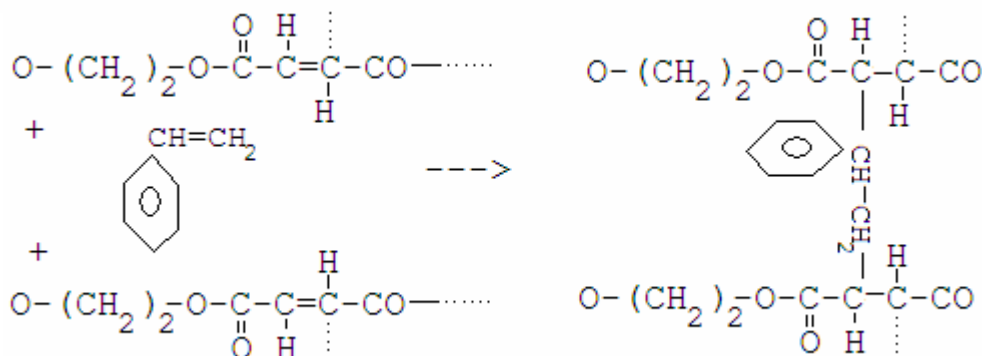
**NENASYCENÉ POLYESTEROVÉ PRYSKYŘICE**

Alkohol (ethandiol, glycerol) + nenasycené dikarboxylové kyseliny nebo jejich anhydridy (fumarová E, maleinová Z)

**Dehydratace kyseliny jablečné**

strukturní jednotka

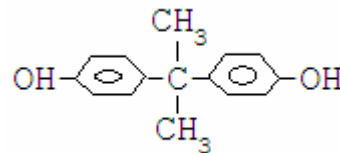
- **užití:** sklolamináty  
Bez vytvrzení polyesterové laky

**Vysycení dvojných vazeb pomocí styrenu**

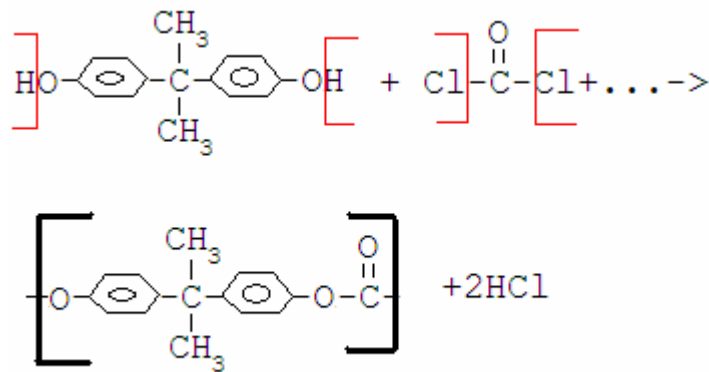


**POLYKARBONÁTY**

Výchozí látky:

**Dvojsytný fenol (dian)****Fosgen**

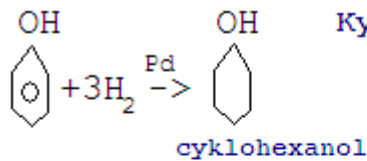
Fosgen: vedení generátorového plynu a chloru přes aktivní uhlí



- užití: žáruvzdorný elektroisolační materiál, fotografické filmy

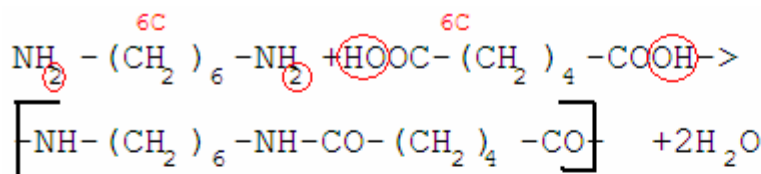
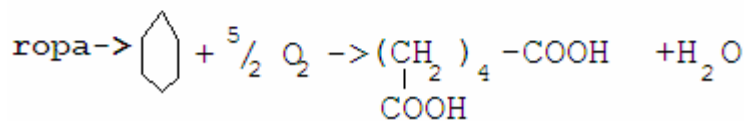
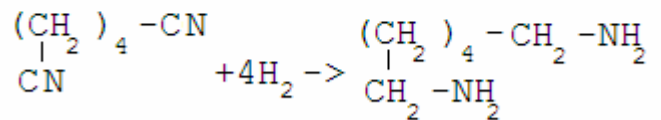
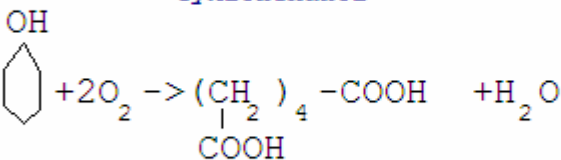
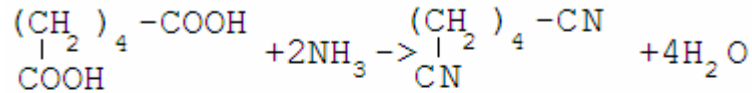
**POLYAMIDY**

a) diamin (hexan-1,6-diamin) + dikarboxylová kyselina (adipová)



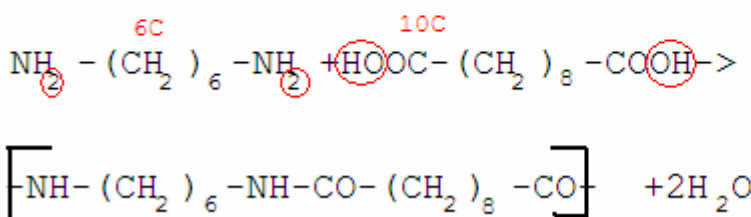
Kyselina adipová

hexan-1,6-diamin



Nylon 66 - podle počtu C

Kyselina sebaková



Nylon 610





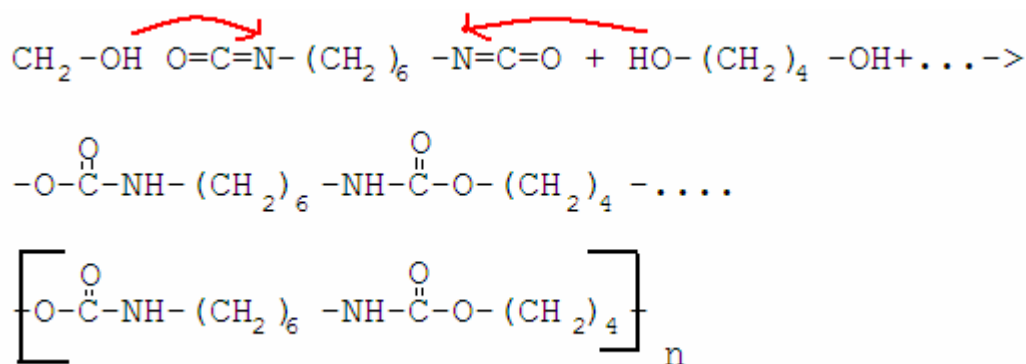
### 3. POLYADICE

Vzniká makromolekula adicí výchozích látek, nevznikají vedlejší produkty

#### POLYURETANY

Výchozí látky:

<b>1,6hexandiizokyanatan</b>	$O=C=N-CH_2-(CH_2)_4-CH_2-N=C=O$
<b>butan-1,4-diol</b>	$HO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
<b>etan-1,2-diol</b>	$HO-CH_2-CH_2-OH$



- a) barex – odolná látka, pevná (dříve výroba pracovní obuvi)  
 b) molitan – izolační materiál, textilní průmysl

### 4. PŘÍRODNÍ MODIFIKOVANÉ POLYMERY

Výchozí látka: **Celulóza**  $(C_6H_{10}O_5)_x$

Výroba dřeva:

- sulfitový způsob  $(Ca(HSO_3)_2)$
- sulfátový způsob  $(NaOH + Na_2S)$

#### VULKÁNFÍBR

Papírová celulóza +  $ZnCl_2$

- užití: elektroisolační materiál, textilní průmysl, dříve výroba kufrů

#### UMĚLÉ HEDVÁBÍ

a) měďnaté hedvábí

- $(C_6H_{10}O_5)_x + [Cu(NH_3)_4](OH)_2$
- celulóza + hydroxid tetraaminměďnatý, vzniklý roztok se protlačuje tryskami do srážecí lázně  $(H_2SO_4)$  -> vlákna - spřádání

b)viskózové hedvábí - celulóza + louh sodný->alkalicelulóza->+sirouhlík (CS<sub>2</sub>) -> xantogenát celulózy + louh sodný -> viskóza

Viskóza: a) viskózové hedvábí (viskóza se protlačuje do srážecí lázně H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, spřádání – vlákna). Textilní průmysl, kordové hedvábí

b) celofán (viskóza se protlačuje štěrbinou do srážecí lázně H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pak se odsiřuje louhem sodným -> promyje se vodou a vybělí se v chlornanu sodném NaClO – folie se stane čirou a průsvitnou. Dále se folie změkčuje glycerolem – tím získá folie ohebnost, větší pevnost v tahu, lepší mechanické vlastnosti). Změkčená folie se suší na válcích vyhřívaných horkou vodou. Pro zlepšení vodovzdornosti se folie povrchově upravuje nitrolaky – tím získá kromě vodovzdornosti i možnost svařování teplem

- **užití:** obalová technika v potravinářství

### **NITRÁTY CELULÓZY**

Celulóza + nitrační směs (HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) -> nitráty celulózy

Podle obsahu dusíku: a) střelná bavlna (12-14 % N<sub>2</sub>)  
b) kolodiová bavlna (10-12 % N<sub>2</sub>)

Celuloid - využívá se kolodiová bavlna + změkčovadlo (kafr)  
- termoplastická hmota, tvrdá, pružná, při 80 – 100 % se dá dobře tvarovat  
- nevýhoda (snadná hořlavost)

- užití: obroučky brýlí, psací a kancelářské potřeby (pravítka), toaletní potřeby, zubní kartáčky, hřebeny, pouzdra na mýdla

### **ACETÁT CELULÓZY**

Celulóza + anhydrit kyseliny octové ((CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O) a) vybělení, promytí vodou, sušení  
b) rozpustí se v acetonu, protlačuje se tryskami do srážecí lázně – horký vzduch – vlákno (acetátové hedvábí)

- užití: a) filmy (nehořlavá filmová podložka)  
b) textilní průmysl

## **5. UMĚLÁ ROHOVINA**

Kasein (bílkovina z mléka) – srážením z odstředěného kravského mléka formaldehyd. Změkčovadlo glycerol.

Kaseinová vlákna: kasein + alkalický louh -> srážecí lázeň (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) – nevýhoda je malá pevnost.

- užití: knoflíky, ozdobné předměty, kuřácké potřeby

#### VLASTNOSTI PLASTŮ:

- a) malá hustota
- b) pevnost, pružnost závisí na pH a způsobu zpracování
- c) malá tepelná a elektrická vodivost
- d) snadno opracovatelné
- e) nízká cena
- f) chemicky odolné
- g) tepelná odolnost průměrná

#### SYNTETICKÁ VLÁKNA:

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| + | lehká<br>pevná<br>hydrofilní<br>elastická<br>odolávající molům | - | nepropustné pro vodní páry, vzduch<br>různé kožní choroby<br>hořlavé<br>vysoký elektrický náboj (nepříznivě)<br>působí na lidský organismus |
|---|--|---|---|