



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

6.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

Anyagcsaládok: polimerek és kompozitok

**Tankönyv
fejezetei:
12-13**

**HF:
3. fej.:
21, 24, 25, 27**

Fogászati anyagok fajtái

Fémes
kötés

FÉMEK



KERÁMIÁK

Fémes és nemfémes
elemek vegyületei.



POLIMEREK

Egy alegység
ismétlődésével
felépülő láncszerű
molekulákból áll.



KOMPOZITOK

Az előző 3
család legalább
kétféle
anyagából áll.



Polimerek

Monomerekből felépülő hosszú, láncszerű makromolekula

Tulajdonságai:

- kis sűrűség
- szobahőmérsékleten folyékony, szilárd
- kis/közepes merevség, keménység, de jó alakíthatóság
- viszkoelasztikusság
- viszonylag gyenge hőállóság és korrózióállóság
- rossz hő- és elektromos vezetőképesség
- változatos optikai tulajdonságok

Szerkezete:

- láncon belül kovalens, láncok között másodlagos, ritkábban kovalens kötések
- szemikristályos v. amorf

Alkalmazási példák:

- műfogsor
- tömés
- lenyomatanyagok



Előállítás:

- ❖ addíció
- ❖ kondenzáció

Monomer

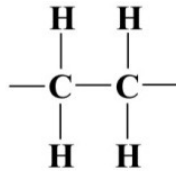
polimer
elnevezése

monomer
szerkezete

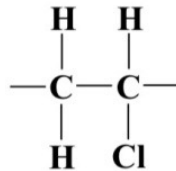
ipari
alkalmazás

fogászati
alkalmazás

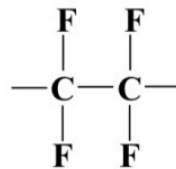
polietilén
(PE)



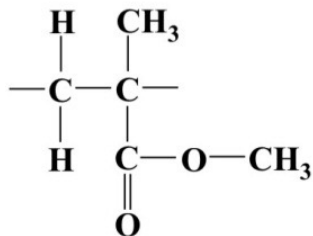
polivinilklorid
(PVC)



politetrafluoretilén
(PTFE, teflon)



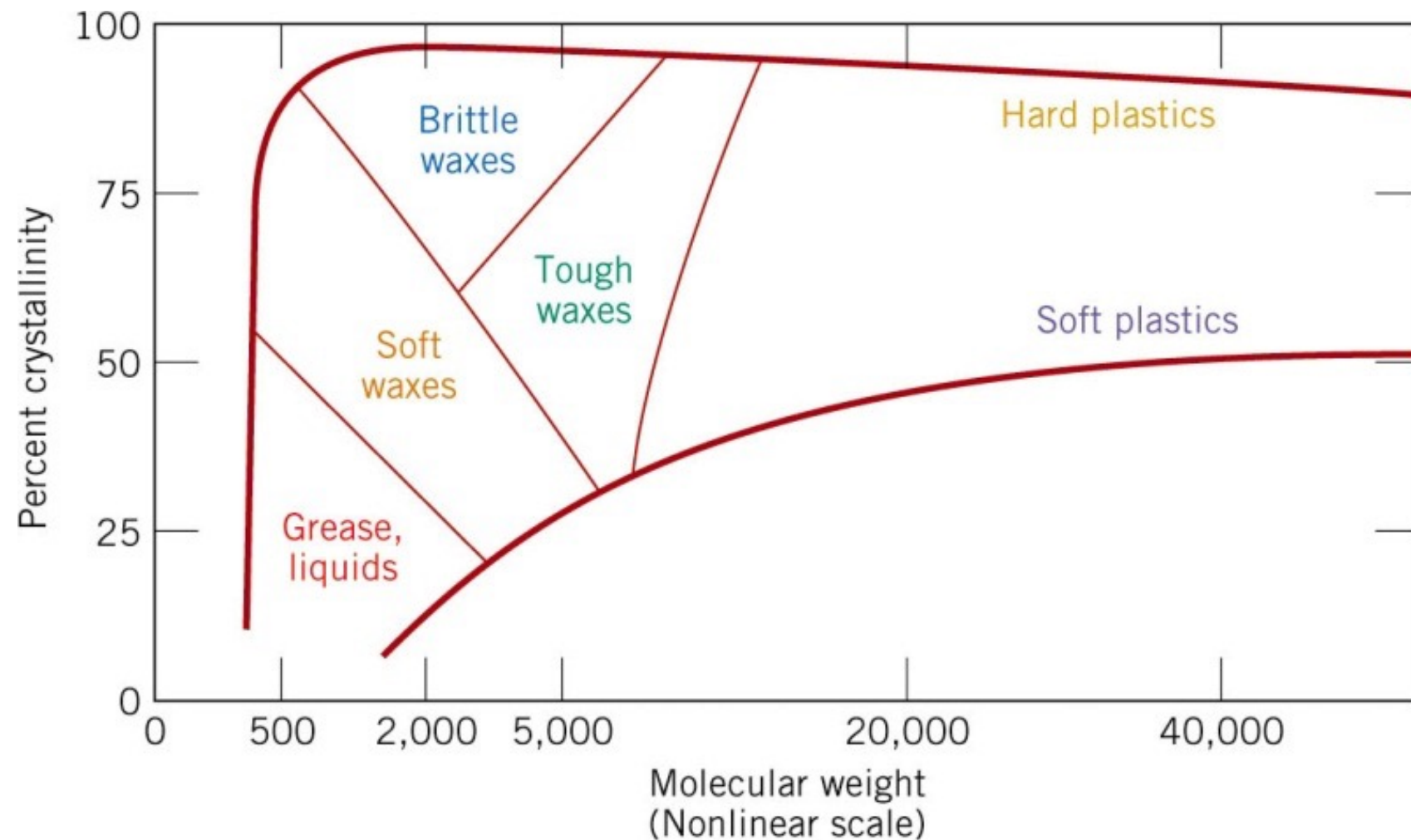
polimetilmetakrilát
(PMMA, plexi)



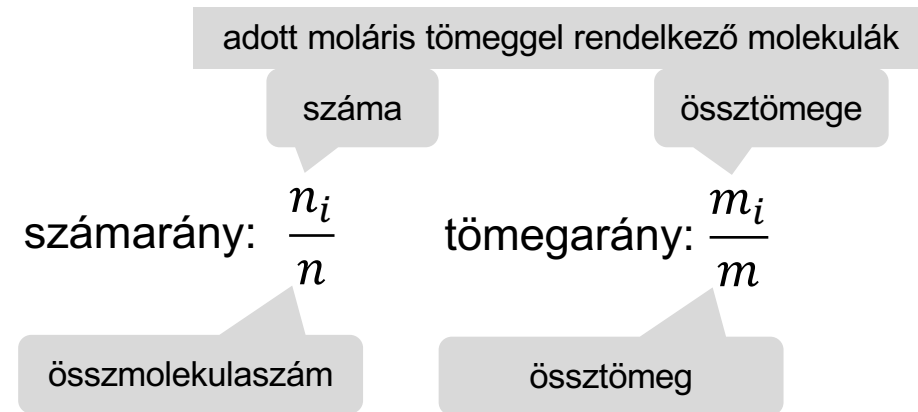
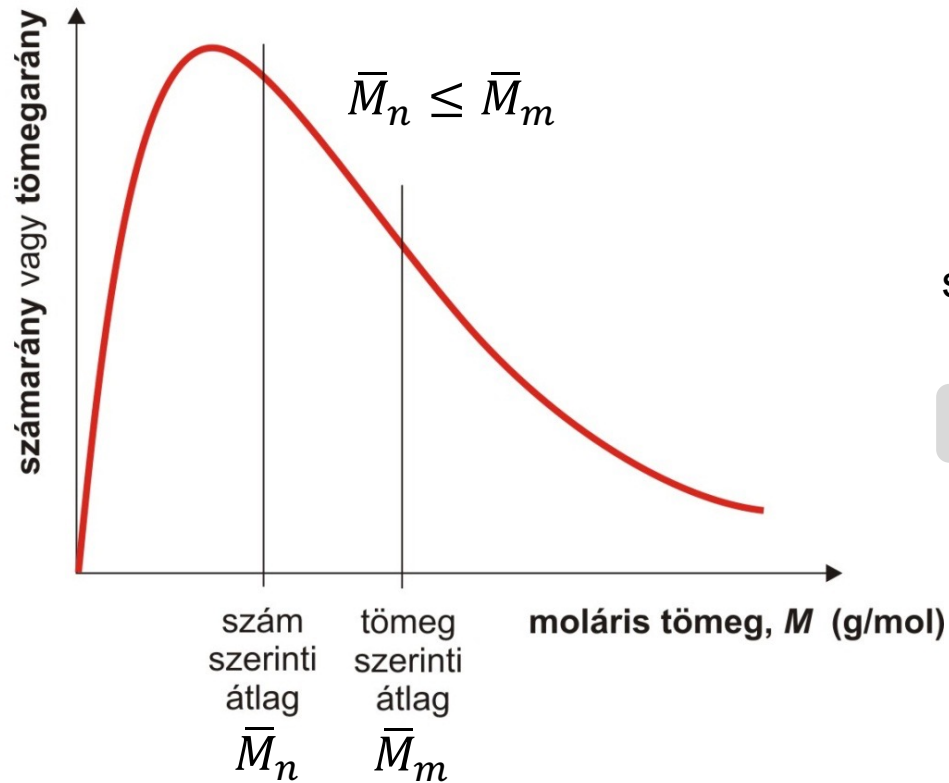
- **homopolimer:**
egyfajta monomer

- **heteropolimer
(kopolimer):** két-,
vagy többféle
monomer

A polimer molekulák hossza (moláris tömege) és a kristályos szerkezet aránya alapvetően befolyásolja a polimer fizikai tulajdonságait:



Polimer készítmény



Szám szerinti átlagos moláris tömeg (\bar{M}_n):

$$\bar{M}_n = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2 + \cdots + n_i M_i + \cdots + n_k M_k}{n_1 + n_2 + \cdots + n_i + \cdots + n_k} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M_i}{\sum_{i=1}^k n_i} .$$

Tömeg szerinti átlagos moláris tömeg (\bar{M}_m):

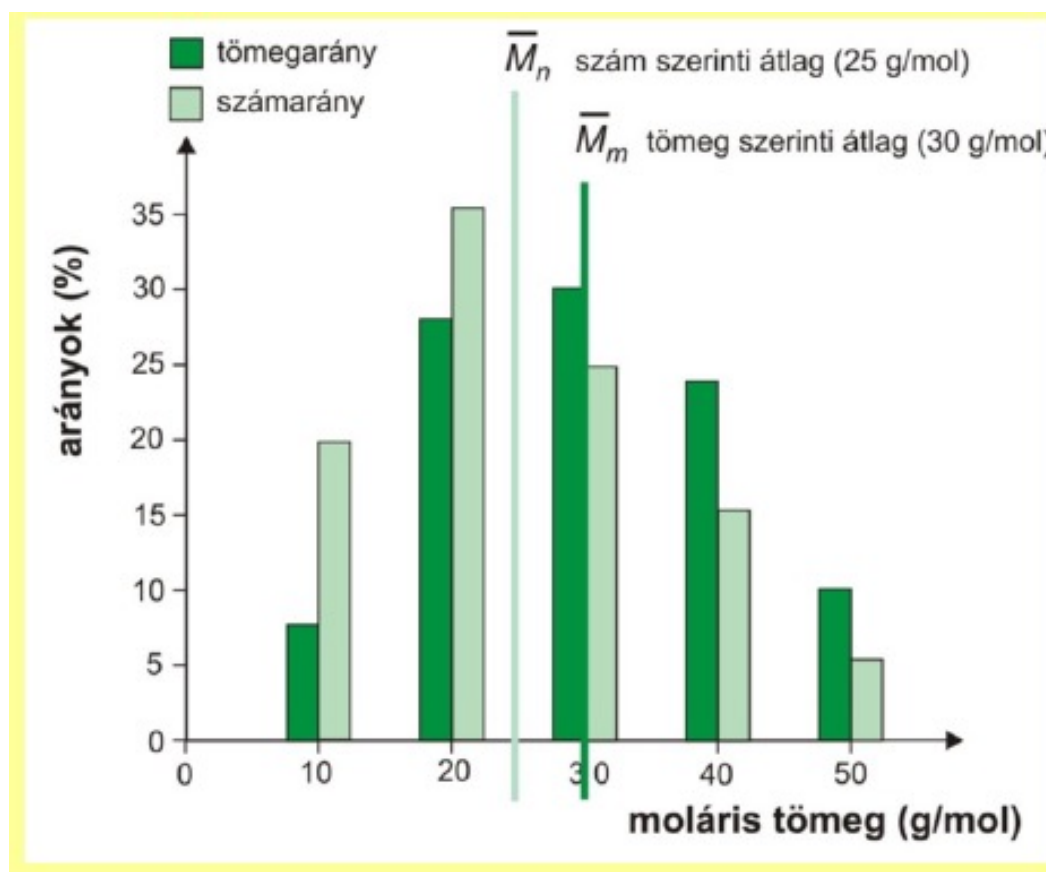
$$\bar{M}_m = \frac{m_1 M_1 + m_2 M_2 + \cdots + m_i M_i + \cdots + m_k M_k}{m_1 + m_2 + \cdots + m_i + \cdots + m_k} = \frac{\sum_{i=1}^k m_i M_i}{\sum_{i=1}^k m_i} .$$

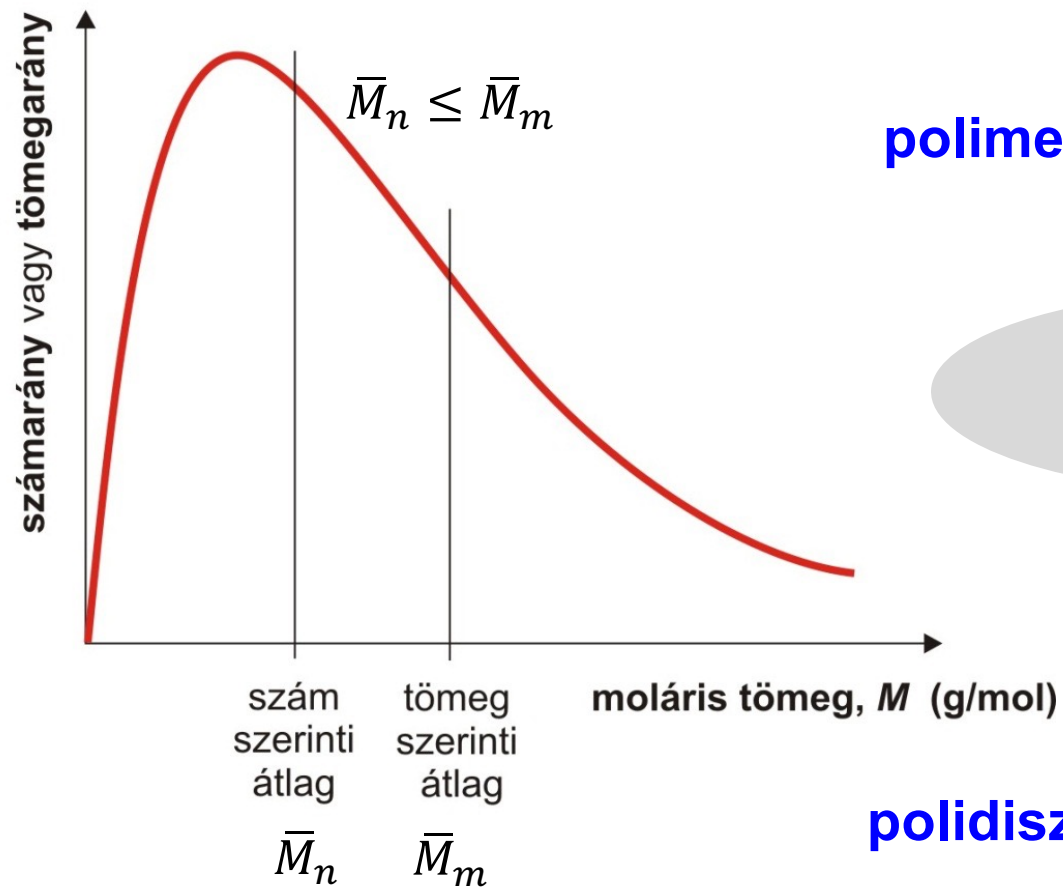
Egy példa:

moláris tömeg, M_i (g/mol)	n_i darab	számarány n_i/n (rel. gyakoriság)	$m_i = n_i \cdot M_i$ (g/mol)*	tömegarány m_i/m
$M_1 = 10$	$n_1 = 4$	$4/20 = 0,20 = 20\%$	$m_1 = 4 \cdot 10 = 40$	$40/500 = 0,08 = 8\%$
$M_2 = 20$	$n_2 = 7$	$7/20 = 0,35 = 35\%$	$m_2 = 7 \cdot 20 = 140$	$140/500 = 0,28 = 28\%$
$M_3 = 30$	$n_3 = 5$	$5/20 = 0,25 = 25\%$	$m_3 = 5 \cdot 30 = 150$	$150/500 = 0,30 = 30\%$
$M_4 = 40$	$n_4 = 3$	$3/20 = 0,15 = 15\%$	$m_4 = 3 \cdot 40 = 120$	$120/500 = 0,24 = 24\%$
$M_5 = 50$	$n_5 = 1$	$1/20 = 0,05 = 5\%$	$m_5 = 1 \cdot 50 = 50$	$50/500 = 0,10 = 10\%$
összesen	$n = 20$	$1 = 100\%$	$m = 500$	$1 = 100\%$

$$\bar{M}_n = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\bar{M}_m = \frac{\sum_{i=1}^k m_i M_i}{\sum_{i=1}^k m_i}$$





polimerizáció foka: $\frac{\bar{M}_n}{M_{\text{monomer}}}$

polimermolekulák
átlagos hossza

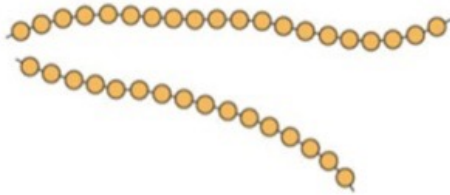
polidiszperzitás foka: $\frac{\bar{M}_m}{\bar{M}_n}$

polimermolekulák
különbsősége

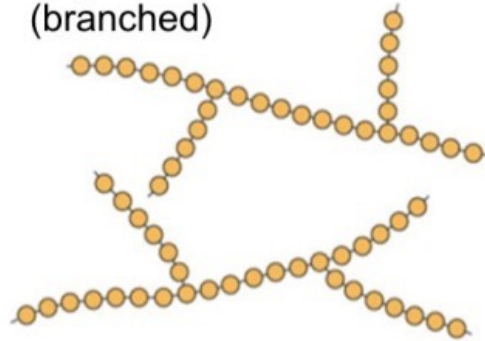
= 1: monodiszperz
1 < : polidiszperz

Polimerek szerkezete

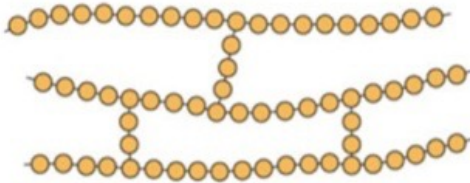
lineáris
(linear)



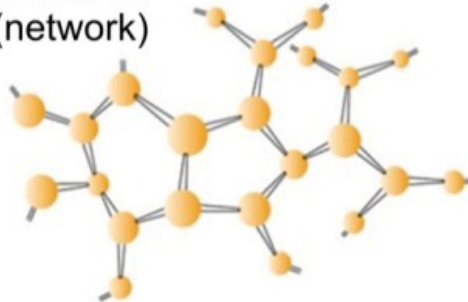
elágazásos
(branched)



keresztkötéses
(crosslinked)

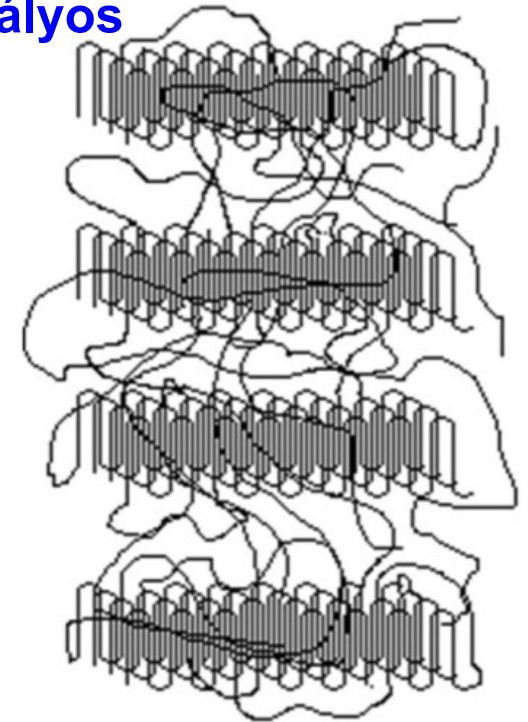


térhálós
(network)



- termoplasztok
- termoszetek
- elasztomerek

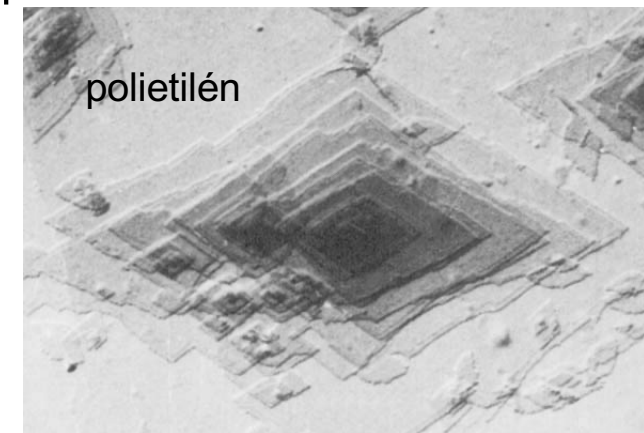
szemikristályos



Kristályossági fok (x):

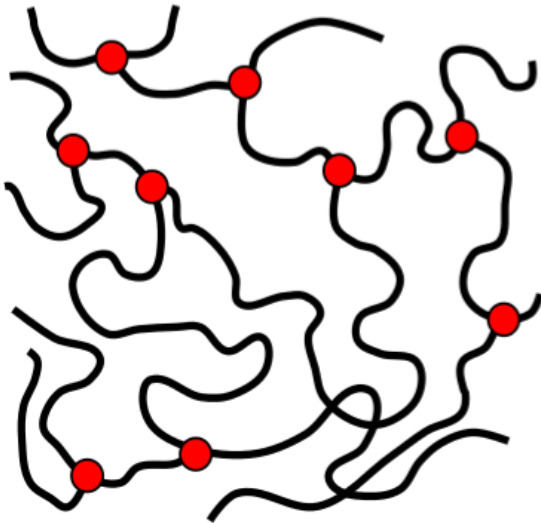
$$x = \frac{m_{\text{kristály}}}{m_{\text{összes}}} (\cdot 100\%)$$

amorf 0% kristály 100%

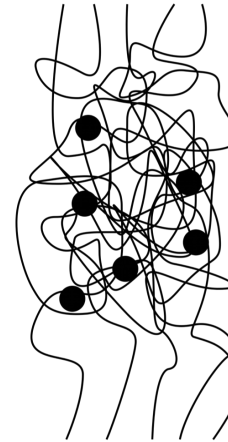


Elasztomerek

Rugalmas polimerek



- Hosszú feltekeredett láncok alkotják
- Kevés keresztkötés a láncok között
- Ritka térhálós szerkezet



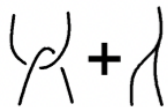
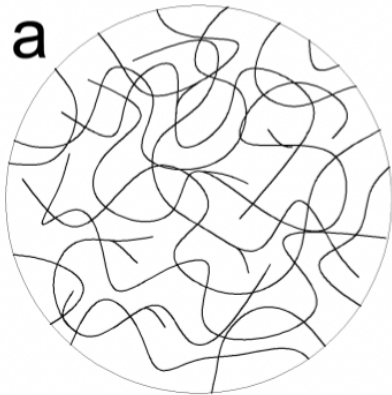
vulkanizálás
(keresztkötések)



Hőre lágyuló polimerek

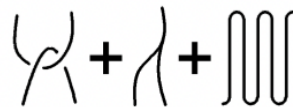
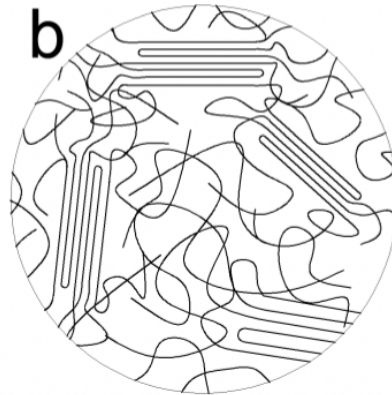
Termoplasztok

- Nincs a láncok között keresztkötés
- Lehet amorf vagy kristályos



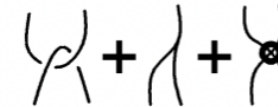
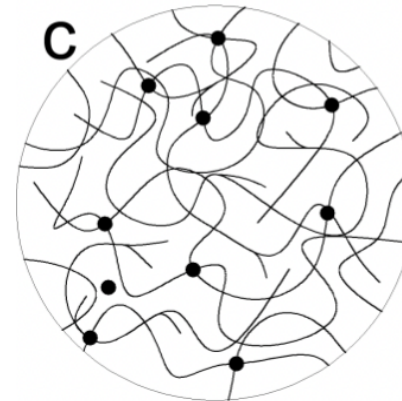
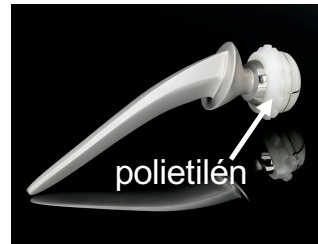
Amorf

- PVC
- PMMA



Részben kristályos

- Polietilén
- PET



Térhálós szerkezet

- Epoxi gyanták

Hőre nem lágyuló polimerek

- A láncok között erős (elsődleges) keresztkötés
- Térhálós szerkezet

Kompozitok

Több, kémiai általában különböző, határozott határfelülettel rendelkező fázisból álló anyag

Tulajdonságai:

- kis sűrűség
- szobahőmérsékleten szilárd
- az egyes fázisok előnyös tulajdonságait kombinálja
- nagy szilárdság, ugyanakkor rugalmasság, nagy szívósság
- változatos optikai tulajdonságok



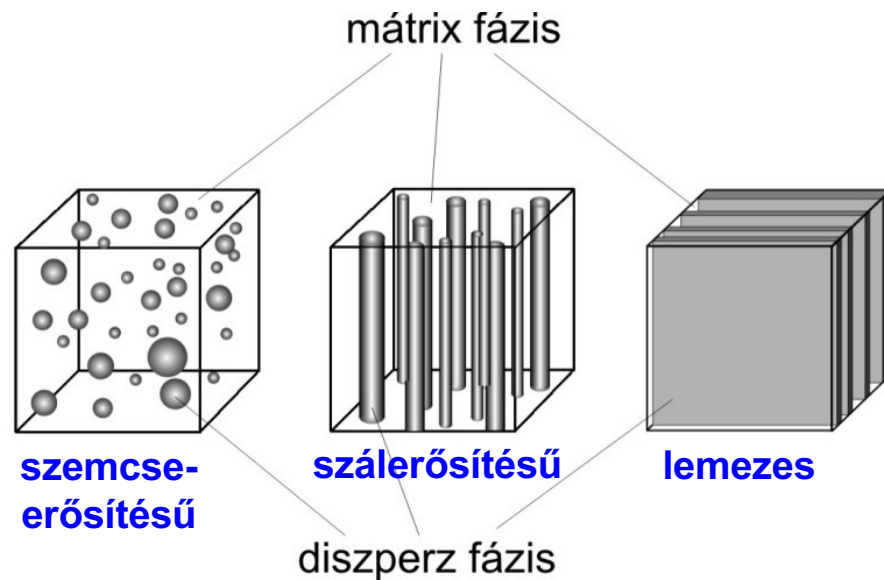
Alkalmazási példák:

- tömés
- fogorvosi eszközök



Kompozitok szerkezete

Kétfázisú kompozit: folytonos fázis/mátrix (polimer, fém, kerámia)
+
diszperz fázis/adalék/töltőanyag (kerámia, fém, ...)



Hibrid kompozitok: több diszperz komponens

szemcse erősítésű

nagy szemcsék

finom szemcsék

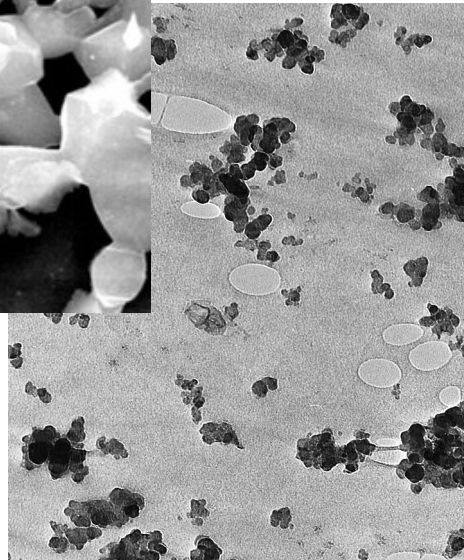
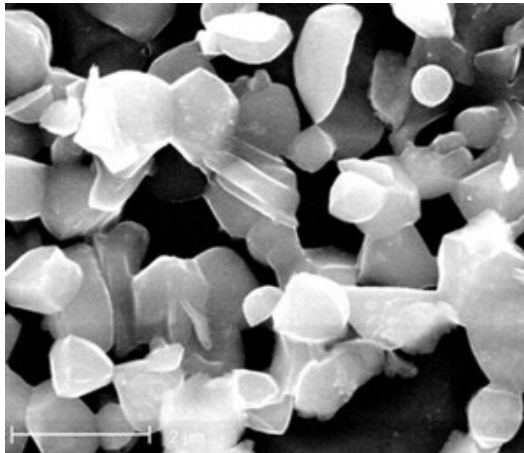
szál erősítésű

folytonos egyirányú

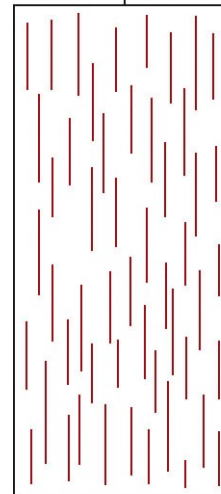
rövid

egyirányú

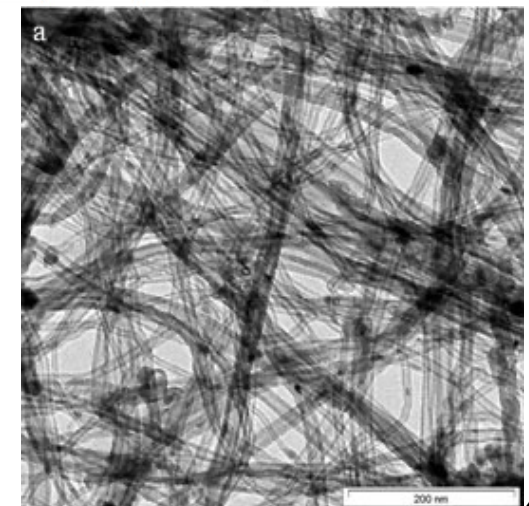
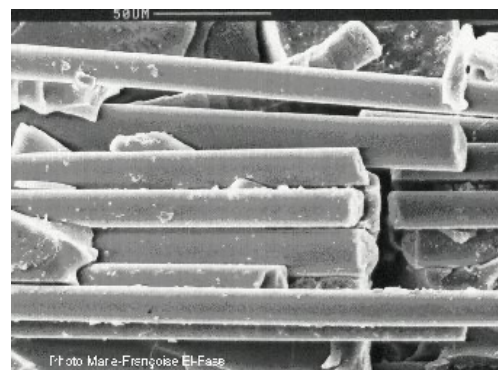
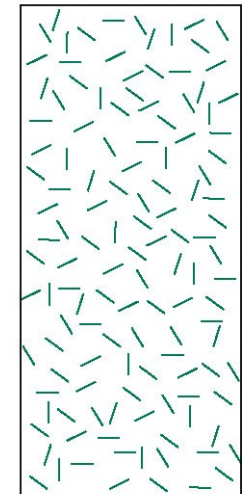
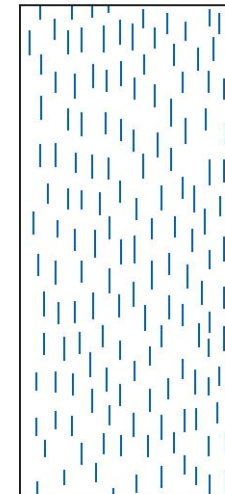
véletlen
orientációjú



Longitudinal
direction

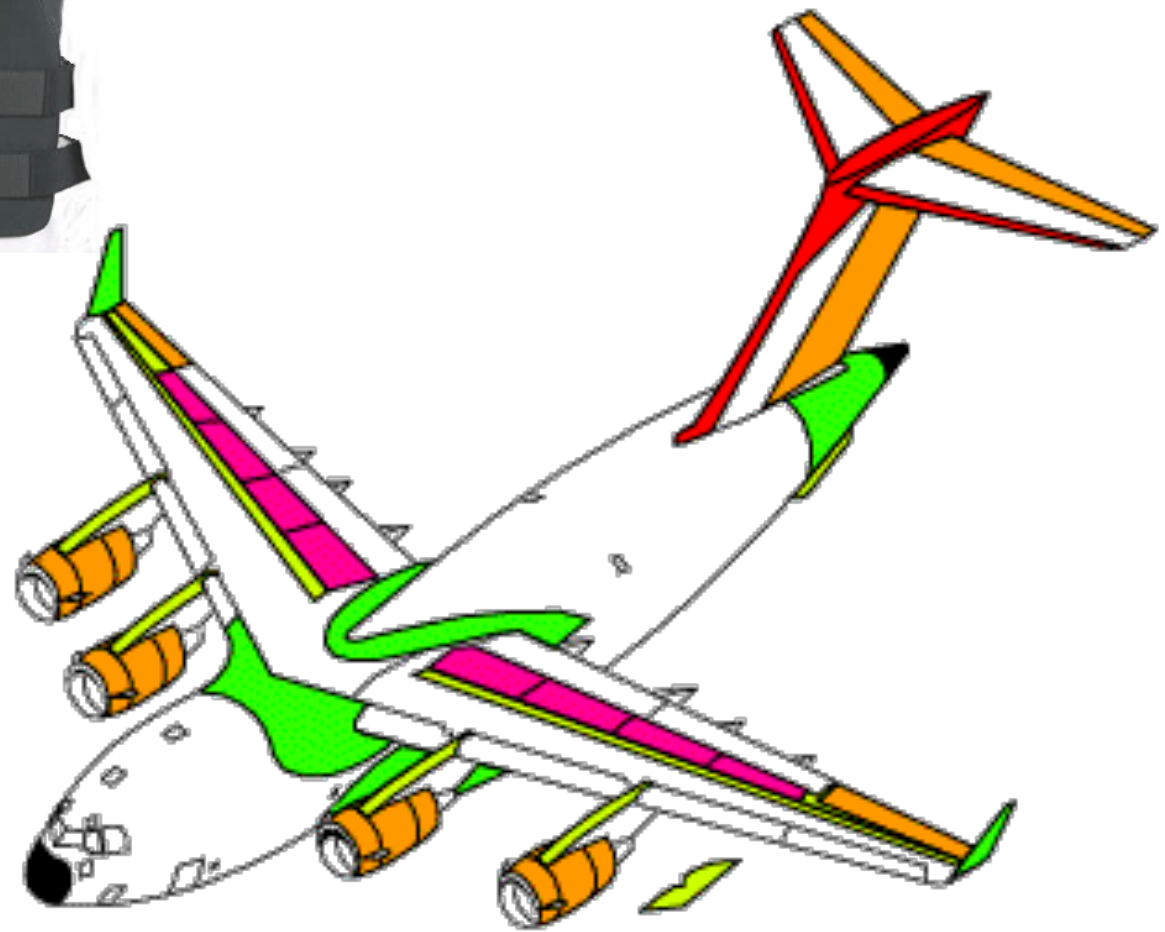


Transverse
direction



➡ tulajdonságok!

Alkalmazási példák:



Carbon/epoxy

Aramid/DuPont Nomex

Carbon/aramid/epoxy

Aramid/foam core

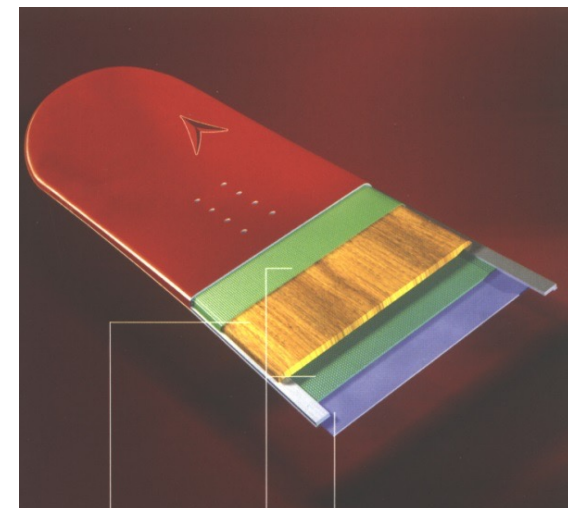
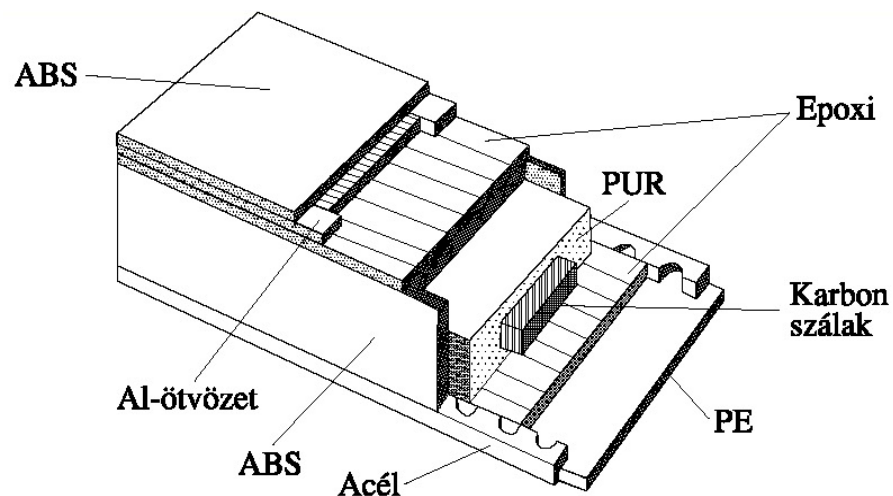
Glass-fiber

Carbon/DuPont Nomex

- **Test:** több rétegű kompozit héj, belső merevítések, az üregeket kitöltő hab
- **Árbóc:** üvegszállal erősített polimer (lehet fém-fém kompozit is)
- **Vitorla:** rövid szálakkal erősített, szövött vagy öntött kompozit anyag (kevlar)
- **Uzony:** üvegszállal erősített polimer
- **Árbóc gyök:** poliuretán rugó



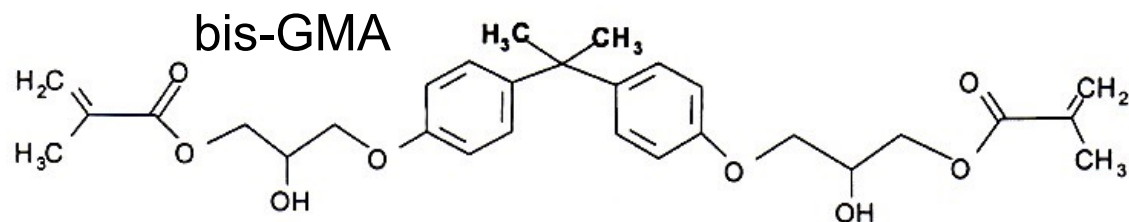
Réteges kompozit: síléc



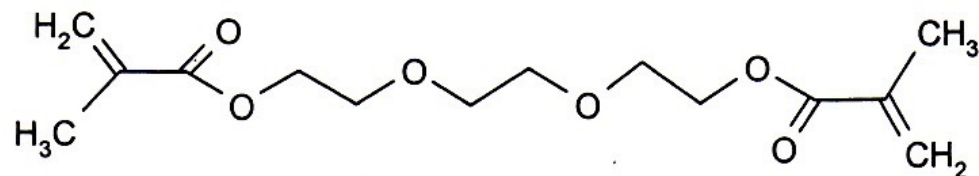
Fogászati kompozitok

mátrix: polimer (dimetakrilát)

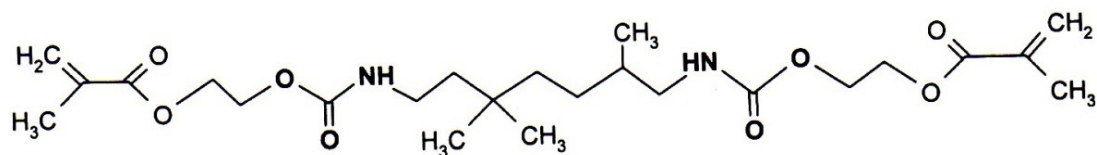
töltőanyag: üveg, kerámia kristály (pl. kvarc), polimer,
+ pigment, + UV abszorbens, ...



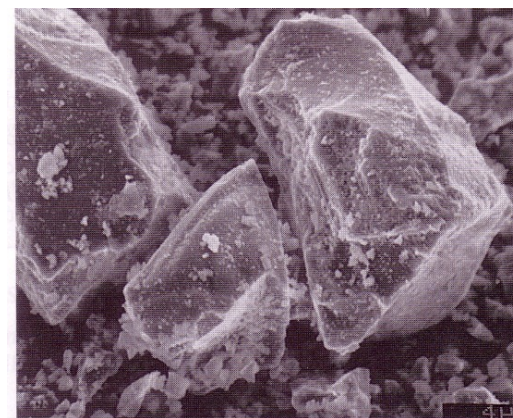
TEGDGMA



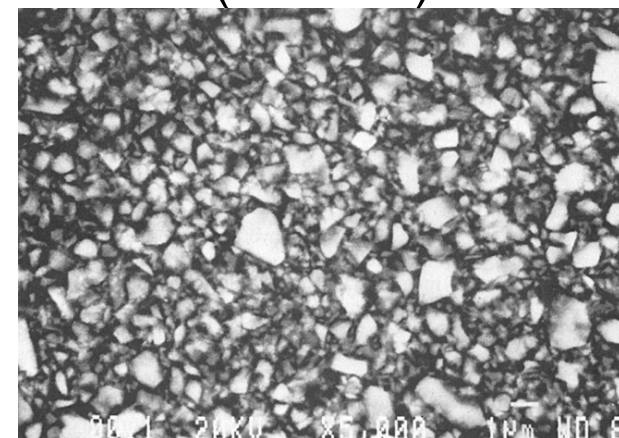
UDMA



durva szemcsés
(0,1-100 µm)



mikroszemcsés
(≈ 40 nm)



Következő
előadáshoz:
8.
tankönyvi
fejezet

