



Fogorvosi Anyagtudomány Fizikai Alapjai

5.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
Anyagcsaládok: polimerek és kompozitok

Tankönyv fejezetei:
12-13


HF:
3. fejj.:
21, 24, 25, 27

1

Fogászati anyagok fajtái

Fémes kötés


FÉMEK




Egy alegység ismétlődésével felépülő láncszerű molekulákból áll.

KERÁMIÁK

Fémes és nemfémes elemek vegyületei.




POLIMEREK



KOMPOZITOK

Az előző 3 család legalább kétféle anyagából áll.



2

Polimerek

Monomerekből felépülő hosszú, láncszerű makromolekula

Tulajdonságai:

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



Szerkezete:

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

Előállítás:

- ❖ addíció
- ❖ kondenzáció

Alkalmazási példák:

- műfogsor
- tömés
- lenyomatanyagok

3

Monomer

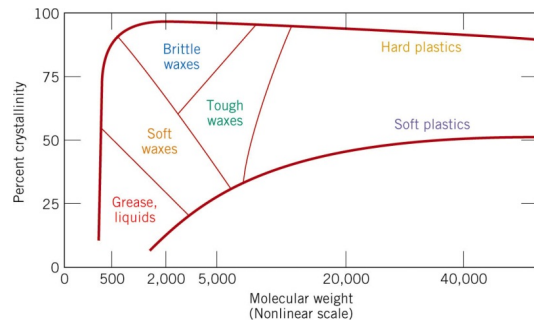
polimer elnevezése	monomer szerkezete	ipari alkalmazás	fogászati alkalmazás
polietilén (PE)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$		
polivinilklorid (PVC)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array}$		
politetrafluoretilén (PTFE, teflon)	$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array}$		
polimetilmetakrilát (PMMA, plexi)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{CH}_3 \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}=\text{O} \\ & \\ & \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$		

• **homopolimer:** egyfajta monomer

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

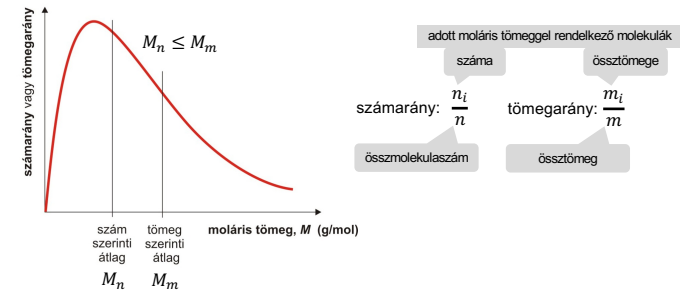
4

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



5

Polimer készítmény Statistika!



Szám szerinti átlagos moláris tömeg (M_n):

$$M_n = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2 + \dots + n_i M_i + \dots + n_k M_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_k} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Tömeg szerinti átlagos moláris tömeg (M_m):

$$M_m = \frac{m_1 M_1 + m_2 M_2 + \dots + m_i M_i + \dots + m_k M_k}{m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_k} = \frac{\sum_{i=1}^k m_i M_i}{\sum_{i=1}^k m_i}$$

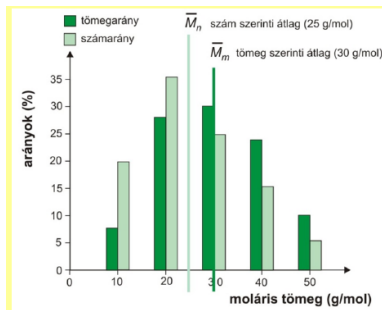
6

Egy példa:

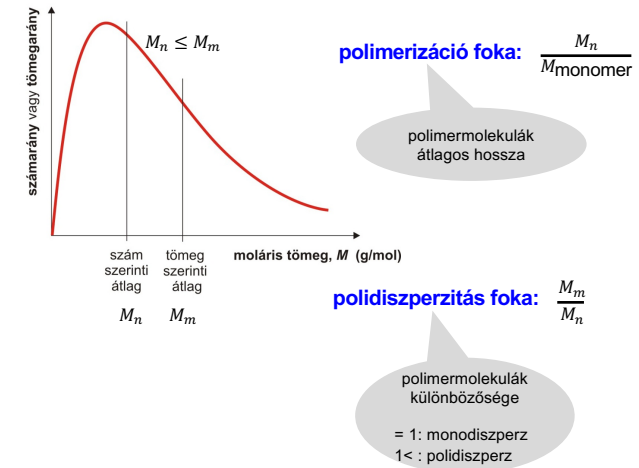
moláris tömeg, M_i (g/mol)	n_i darab	számarány n_i/n (rel. gyakoriság)	$m_i = n_i \cdot M_i$ (g/mol)*	tömegarány m_i/m
$M_1 = 10$	$n_1 = 4$	$4/20 = 0,20 = 20\%$	$m_1 = 4 \cdot 10 = 40$	$40/500 = 0,08 = 8\%$
$M_2 = 20$	$n_2 = 7$	$7/20 = 0,35 = 35\%$	$m_2 = 7 \cdot 20 = 140$	$140/500 = 0,28 = 28\%$
$M_3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

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$M_m = \frac{\sum_{i=1}^k m_i M_i}{\sum_{i=1}^k m_i}$$



7



polimerizáció foka: $\frac{M_n}{M_{\text{monomer}}}$

polimermolekulák
átlagos hossza

polidiszperzitás foka: $\frac{M_m}{M_n}$

polimermolekulák
különbözősége

= 1: monodiszperz
1 <: polidiszperz

8

7

8

Polimerek szerkezete

Hőre lágyulnak (termoplaszt)

Hőre nem lágyul (termoszet)

Kristályos

Kristályossági fok (x):

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

amorf 0% kristály 100%

polietilén

lineáris (linear)

elágazó (branched)

keresztkötéses (crosslinked)

térhálós (network)

termoplasztok

duroplasztok

elasztomerek

9

Elasztomerek

Rugalmas polimerek

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

Kaucsuk

Vulkanizálás (keresztkötések)

Gumi

10

Hőre lágyuló polimerek

Termoplasztok

- Nincs a láncok között keresztkötés
- Lehet amorf vagy kristályos

Hőre nem lágyuló polimerek

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

a

b

c

Amorf

- PVC
- PMMA

Részen kristályos

- Polietilén
- PET

Térhálós szerkezet

- epoxi gyanták

11

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

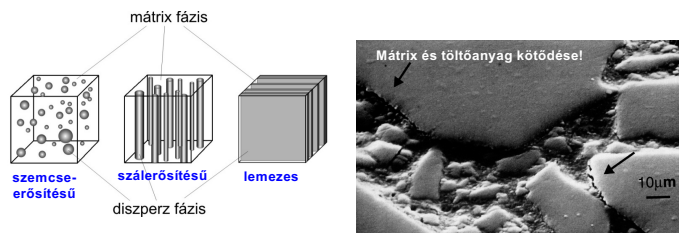
Alkalmazási példák:

- tömés
- fogorvosi eszközök

12

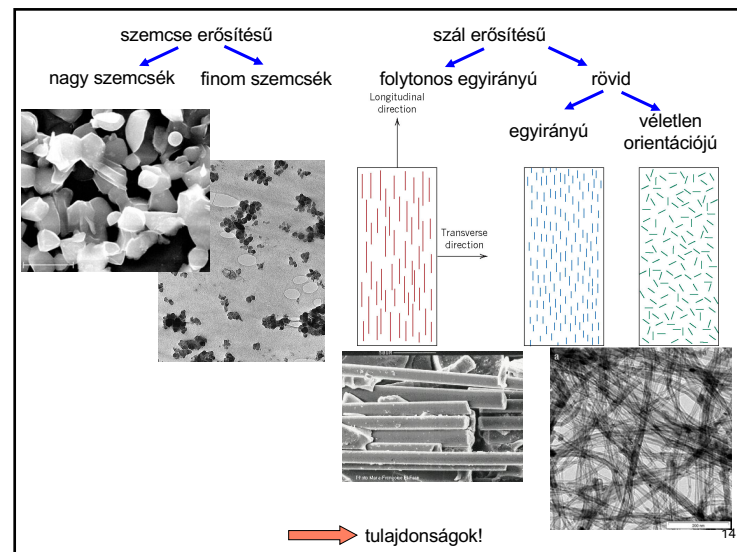
Kompozitok szerkezete

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



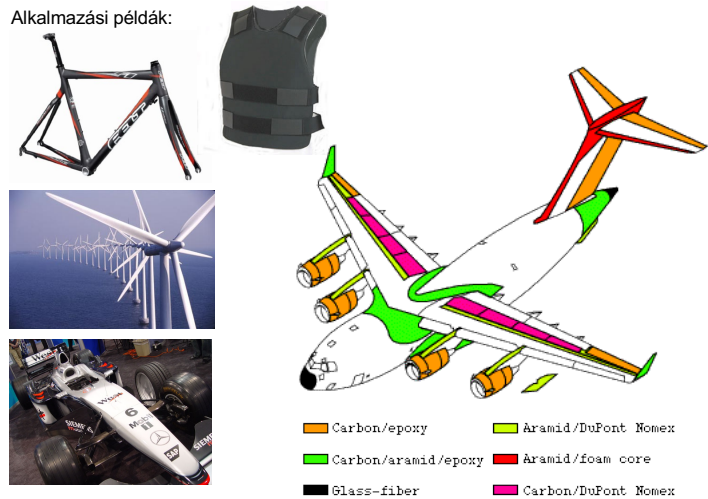
Hibrid kompozitok: több diszperz komponens

13



14

Alkalmazási példák:

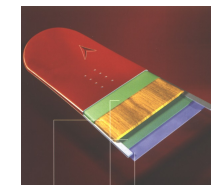
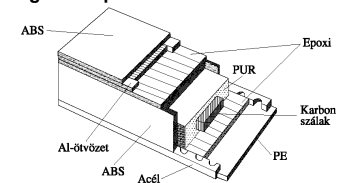


15

- **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)
- **Uszony:** üvegszállal erősített polimer
- **Árbóc gyök:** poliuretán rugó



Réteges kompozit: síléc

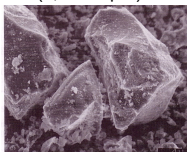
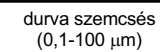
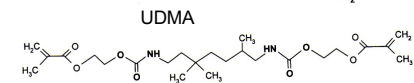
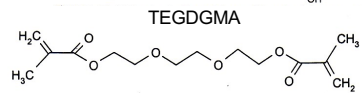
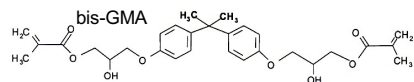


16

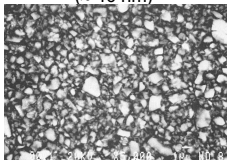
Fogászati kompozitok

mátrix: polimer (dimetakrilát)

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



mikroszemcsés
(≈ 40 nm)



Fotopolimerizáció
 $\lambda = 400\text{-}500\text{ nm}$ (ibolya-kék)

