

Szerkezet és tulajdonságok

- Bevezetés
- Molekulaszerkezet és tulajdonságok
- Kristályos polimerek
 - a kristályosodás feltétele, szabályos lánc
 - kristályos szerkezet
 - kristályosodás, gócképződés
 - kristályosodás, olvadás, kinetika
 - kristályos szerkezet és tulajdonságok
- Amorf polimerek szerkezete

Bevezetés

- Hajlékony polimer lánc
- Tipikus viselkedés
- Gyakorlati jelentőség
- Kölcsönhatás és szabályzása – lágyítás
- Kristályos polimerek
- Heterogén szerkezetek amorf polimerekben

Molekulaszerkezet és tulajdonságok

- Jellemző hőmérsékletek: T_g , T_m
- Üvegesedési hőmérséklet: a lánc hajlékonysága
- Meghatározó tényezők
 - a főláncban található kötések típusa
 - a szubsztituensek mérete, sztérikus hatások
 - intermolekuláris kölcsönhatások

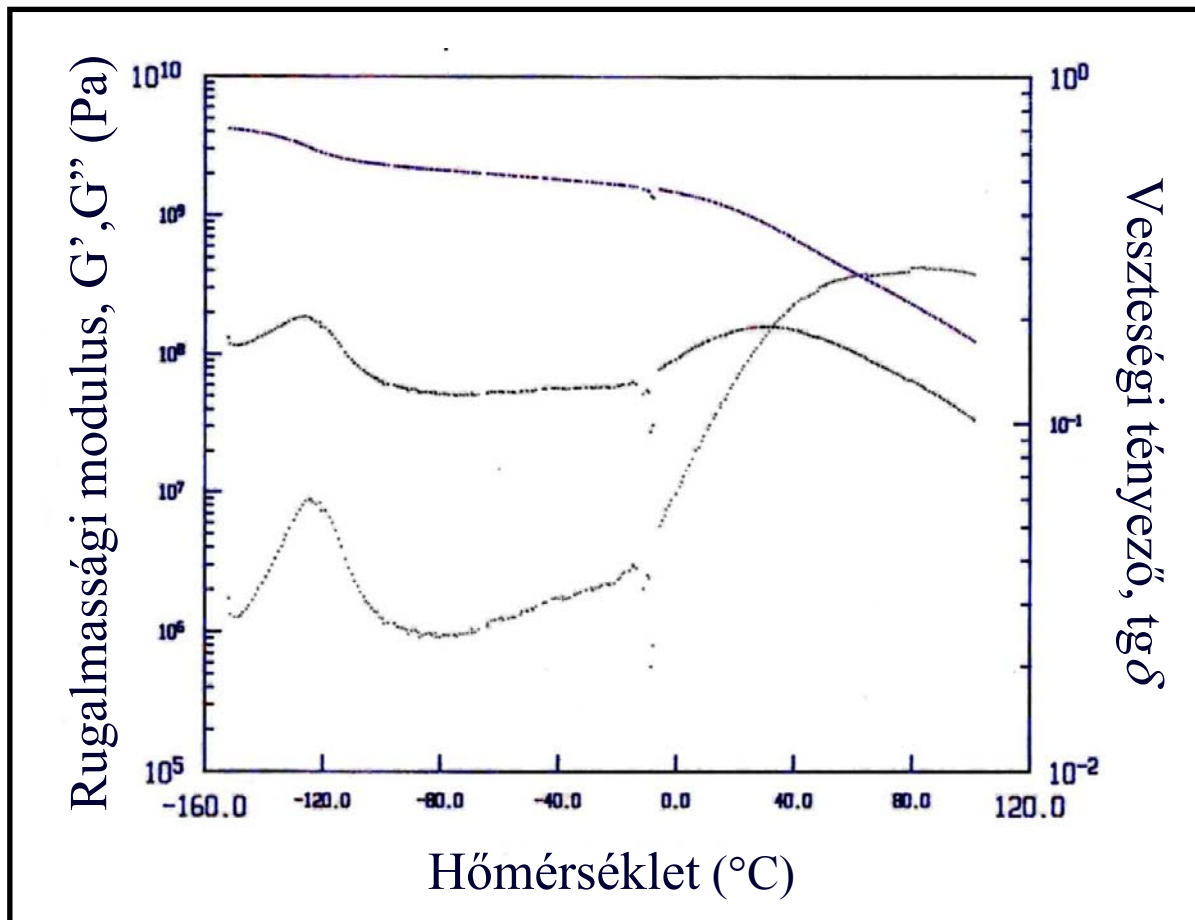
Molekulaszerkezet és tulajdonságok

A főlánc szerkezete

Polimer	Ismétlődő egység	T _g (°C)
Poli(dimetil-sziloxán)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---Si---O---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-123
Polietilén	$\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---}$	-120
Polioximetilén	$\text{---CH}_2\text{---O---}$	-50
Poliamid-6	$\text{---NH---(CH}_2\text{)}_5\text{---CO---}$	50
Poli(etilén-tereftalát)	$\text{---OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC---} \langle \text{benzene ring} \rangle \text{---CO---}$	69
Polikarbonát	$\text{---OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC---} \langle \text{benzene ring} \rangle \text{---CO---}$	150

Molekulaszerkezet és tulajdonságok

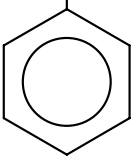
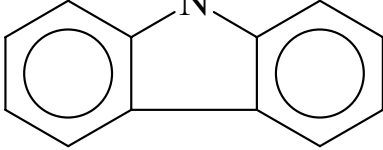
HDPE termomechanikai görbéje



A kristályos és amorf fázis kapcsolata.

Molekulaszerkezet és tulajdonságok

A szubsztituensek mérete

Polimer	Ismétlődő egység	T _g (°C)
Polietilén	$\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---}$	-120
Polipropilén	$\text{---CH}_2\text{---CH---}$ CH ₃	-10
Polisztirol	$\text{---CH}_2\text{---CH---}$ 	100
Poli(vinil-karbazol)	$\text{---CH}_2\text{---CH---}$ N 	208

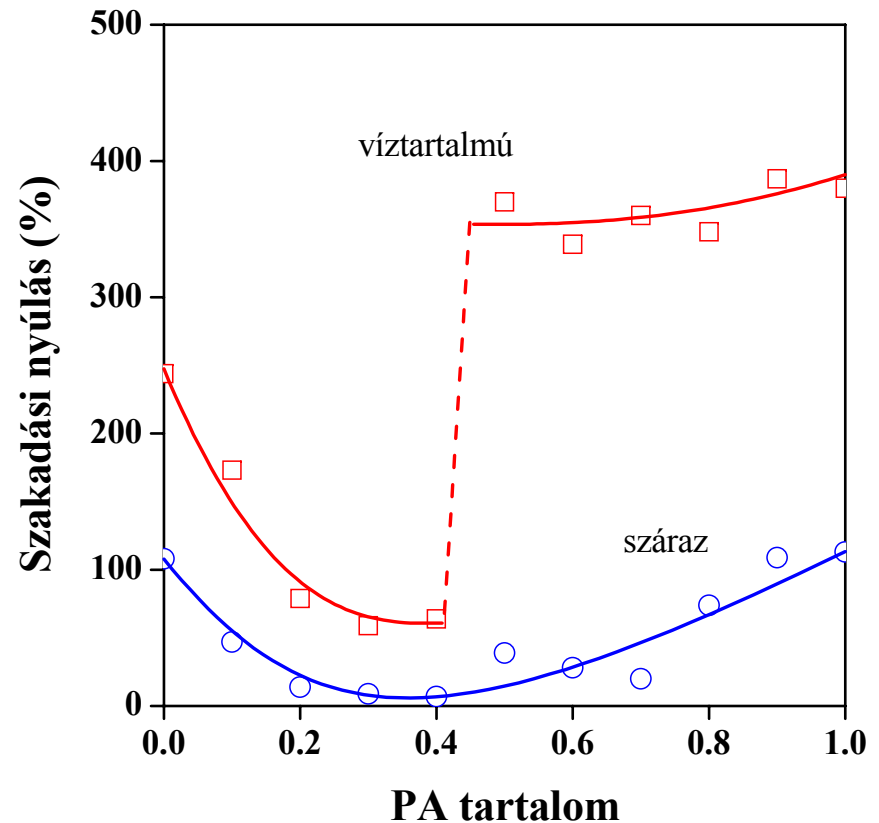
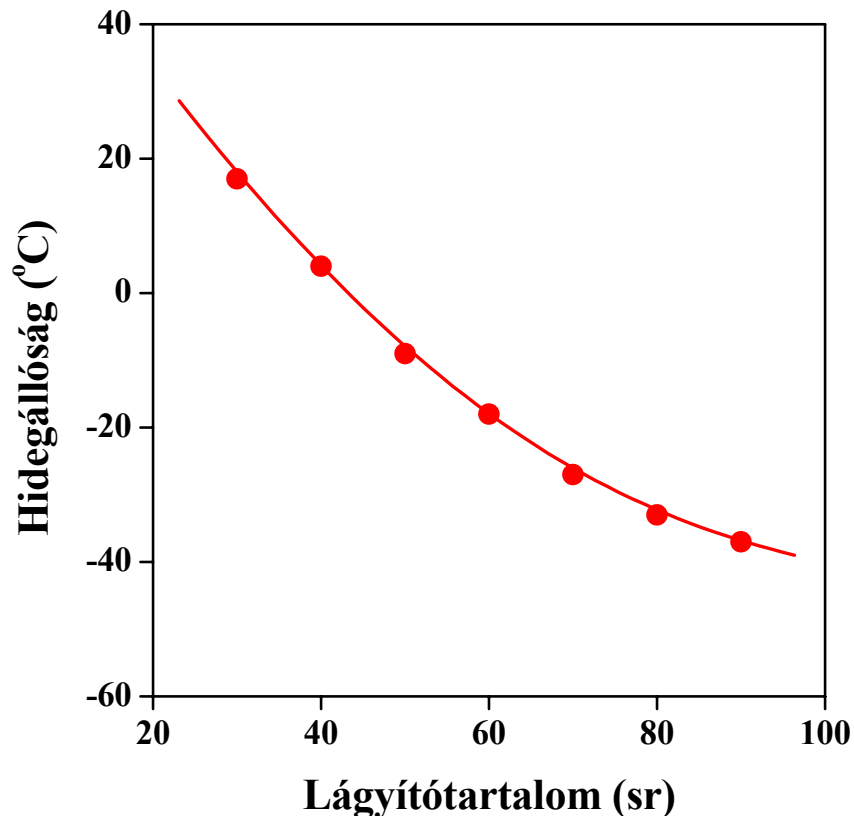
Molekulaszerkezet és tulajdonságok

Intermolekuláris kölcsönhatások

Polimer	Ismétlődő egység	T _g (°C)
Poliizobutilén	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---CH}_2\text{---C---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-65
Polipropilén	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-10
Poli(vinilidén-klorid)	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{---CH}_2\text{---C---} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	-17
Poli(vinil-klorid)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	80
Poli(akril-nitril)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{CN} \end{array}$	130

Molekulaszerkezet és tulajdonságok

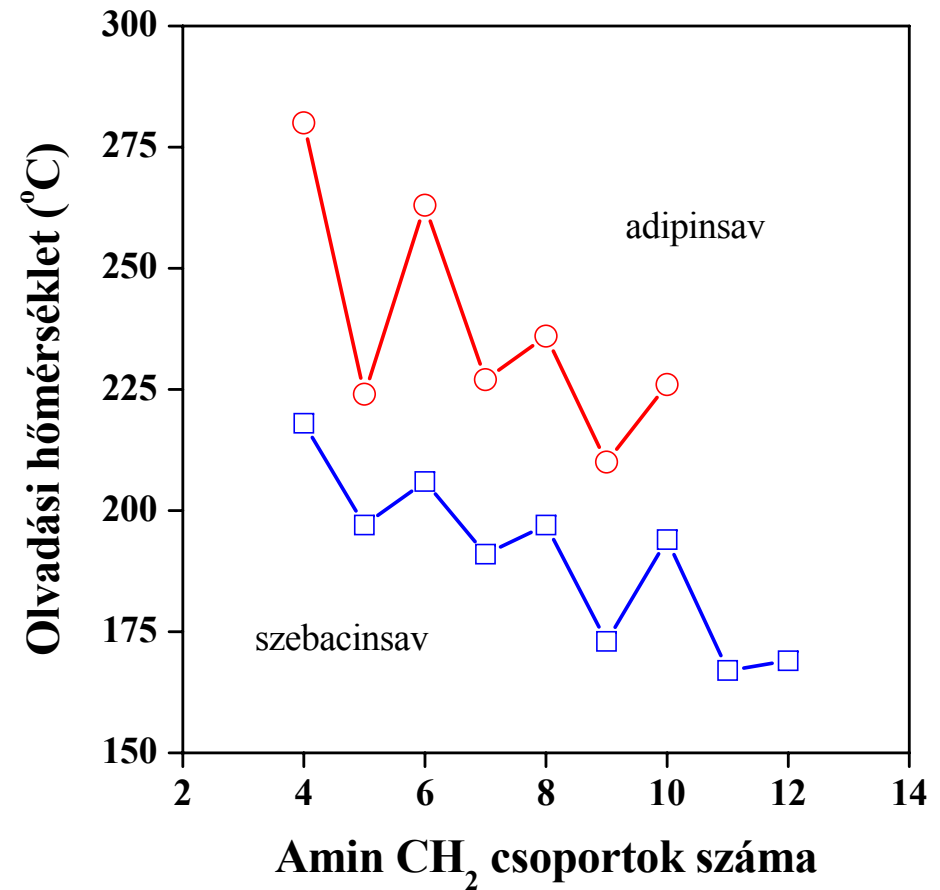
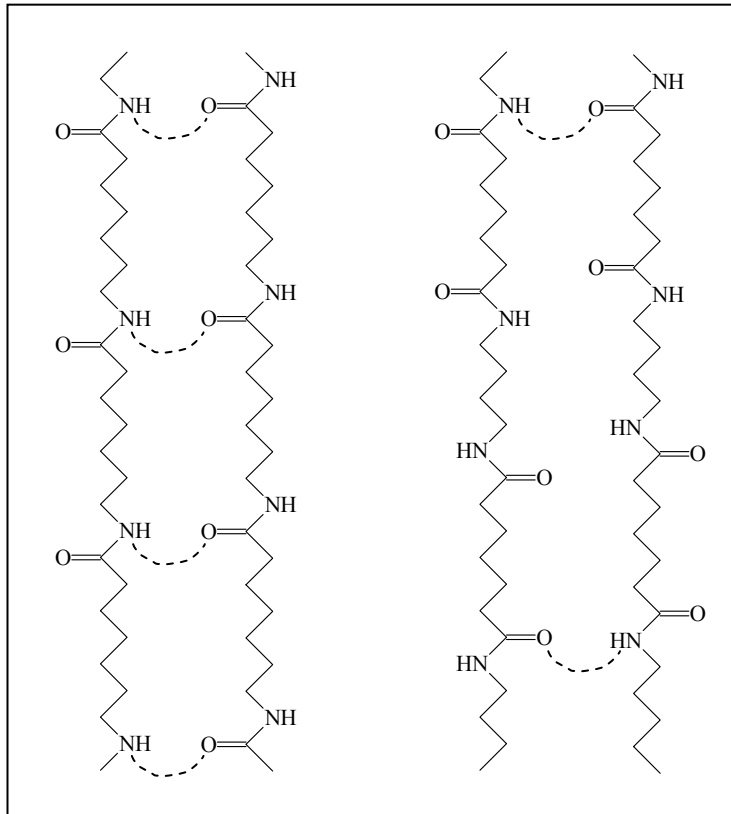
Intermolekuláris kölcsönhatás



Lágyítás, másodlagos kötések - üvegesedés, hidegállóság.

Molekulaszerkezet és tulajdonságok

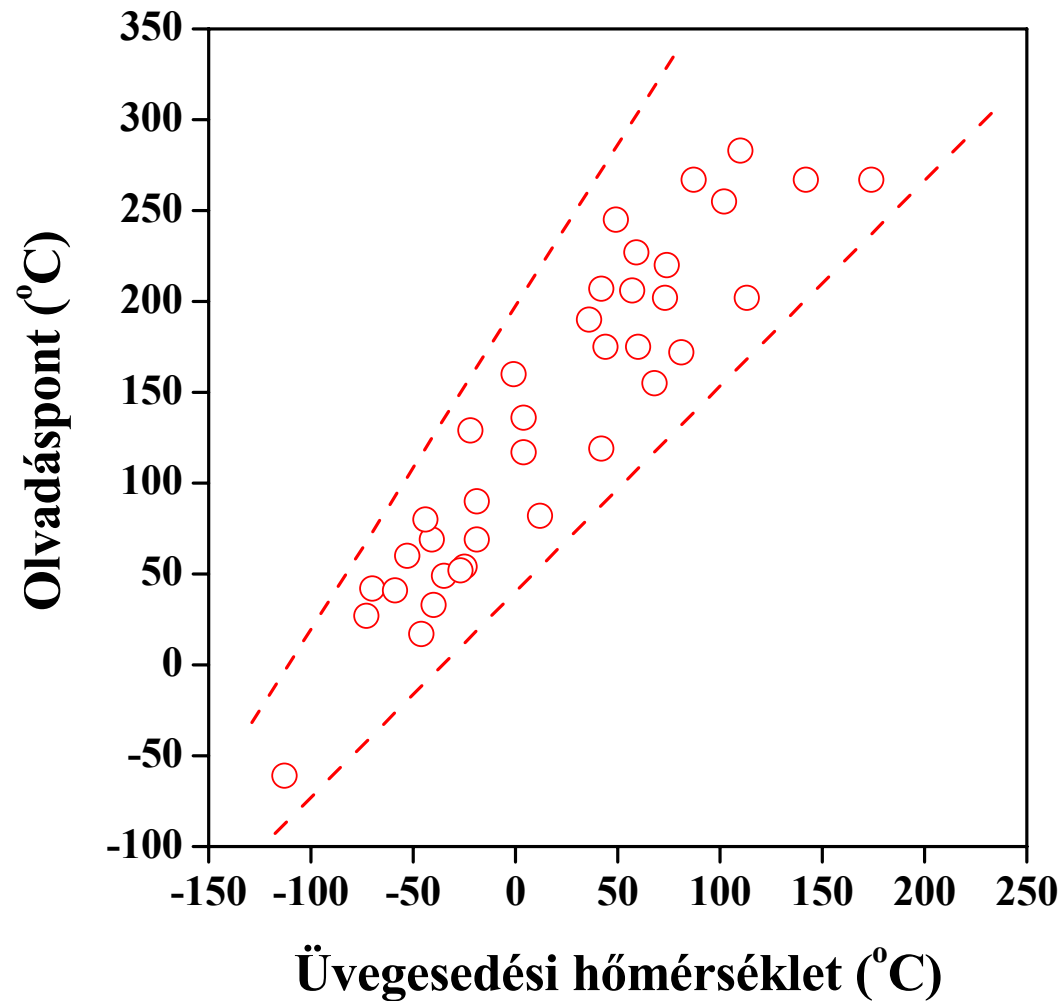
Kristályos polimerek, T_m



A szerkezet szabályossága - nem a H-hidak erőssége.

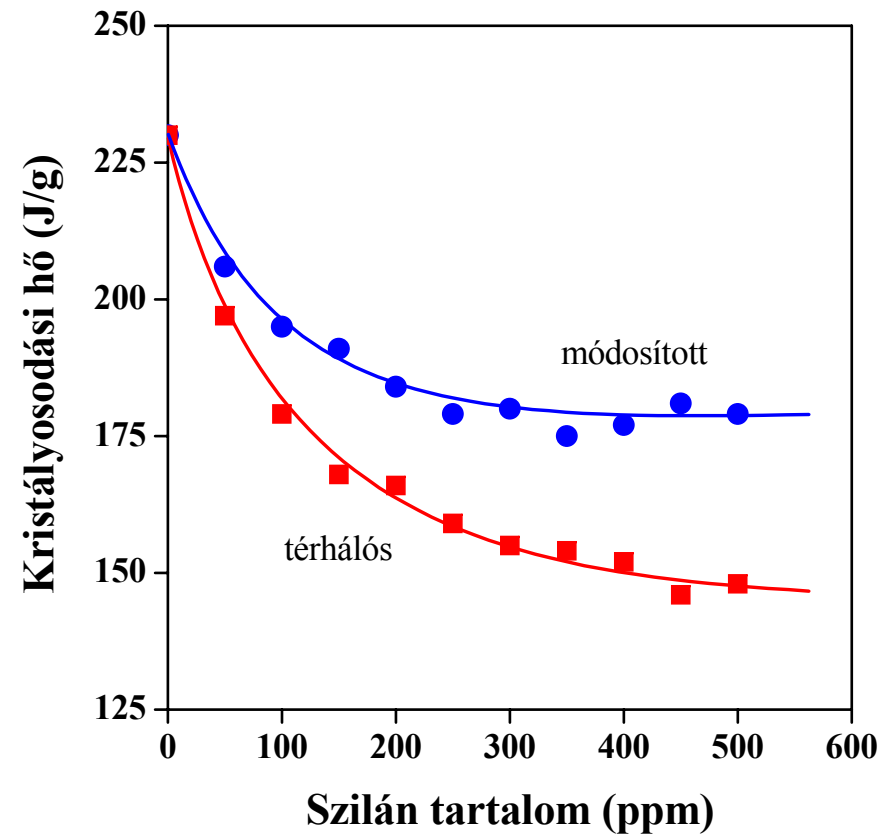
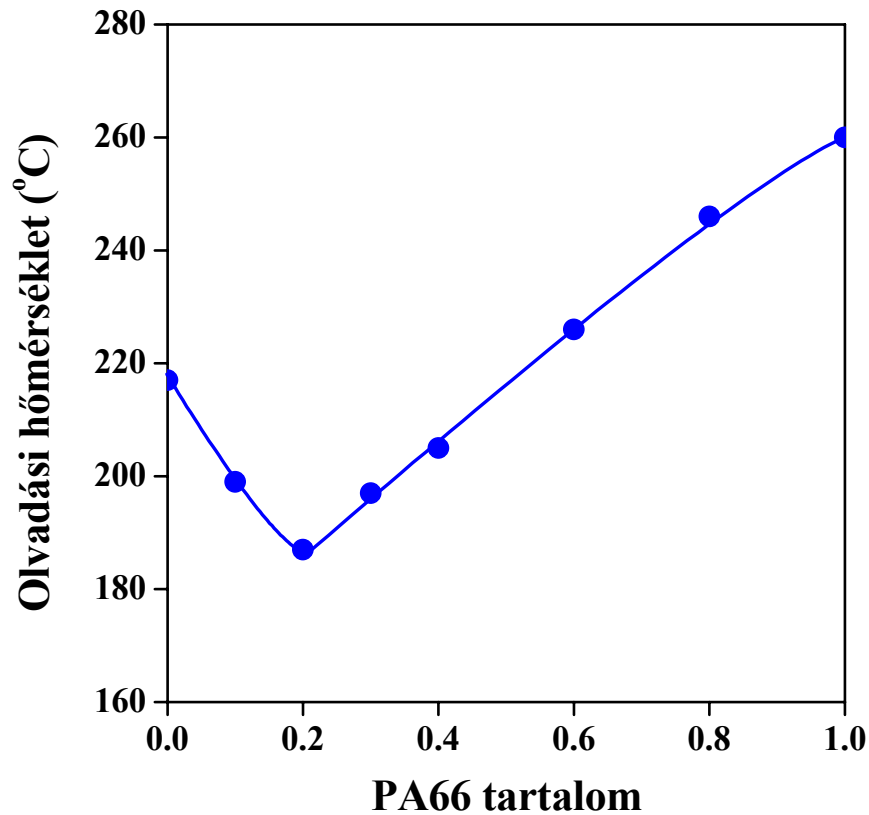
Molekulaszerkezet és tulajdonságok

Összefüggés a jellemző hőmérsékletek között



Kristályos polimerek

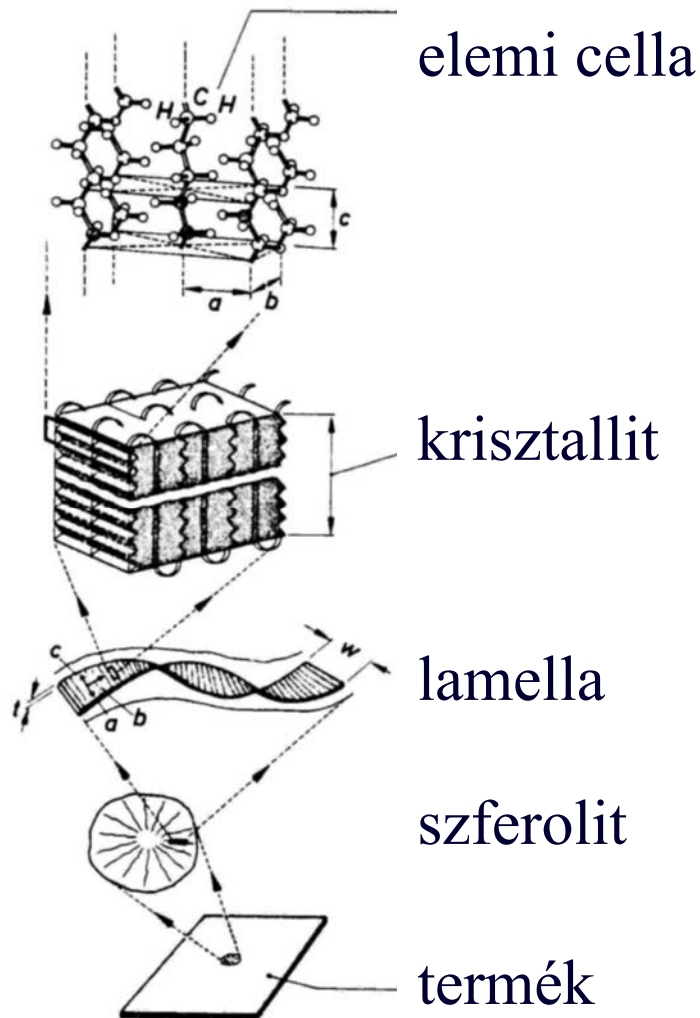
Feltétel



Szabályos lánc

Kristályos polimerek

Szerkezeti elemek

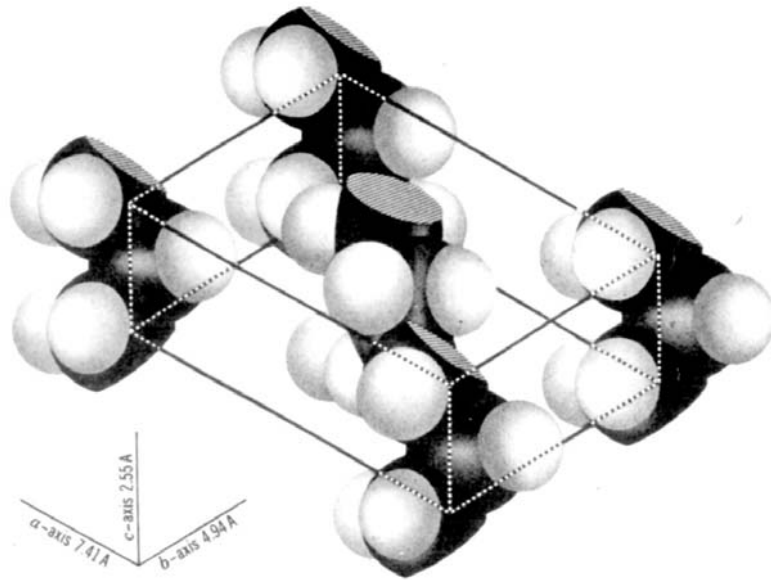


- Elemi cella: a legkisebb szabályos egység.
- Lamella: jellemző a vastagsága.
- Szferolit: mérete változik a göc-képzés hatására.
- Kristályosság: befolyásolja a merevséget.

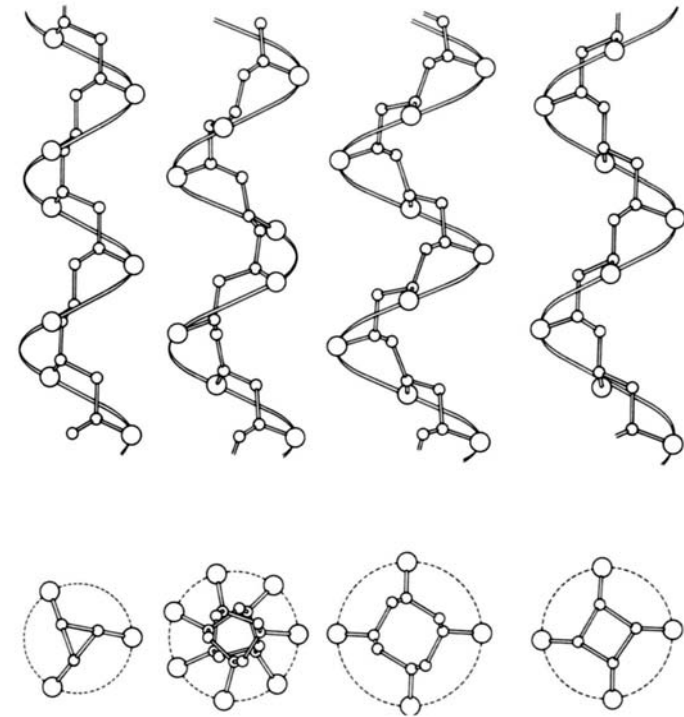
A polimer tulajdonságait a kristályszerkezet határozza meg.

Kristályos polimerek

Elemi cella



PE, PVOH, cellulóz

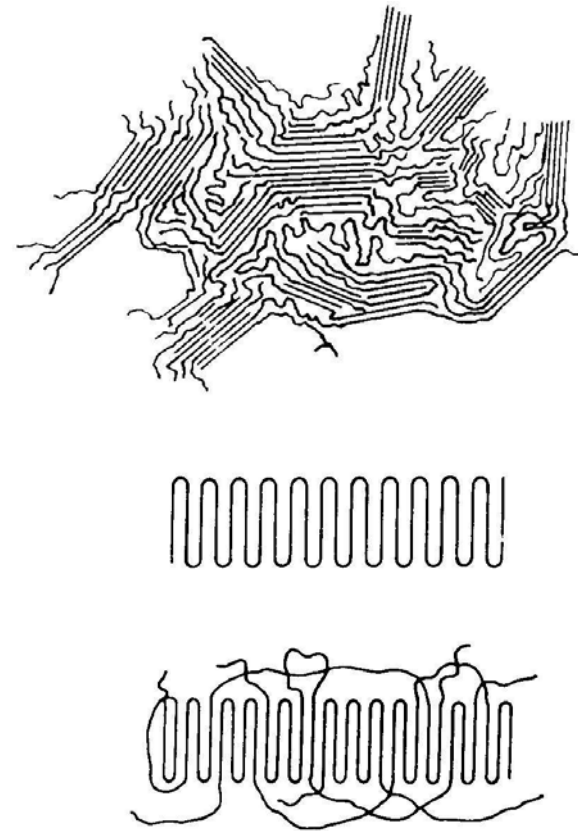
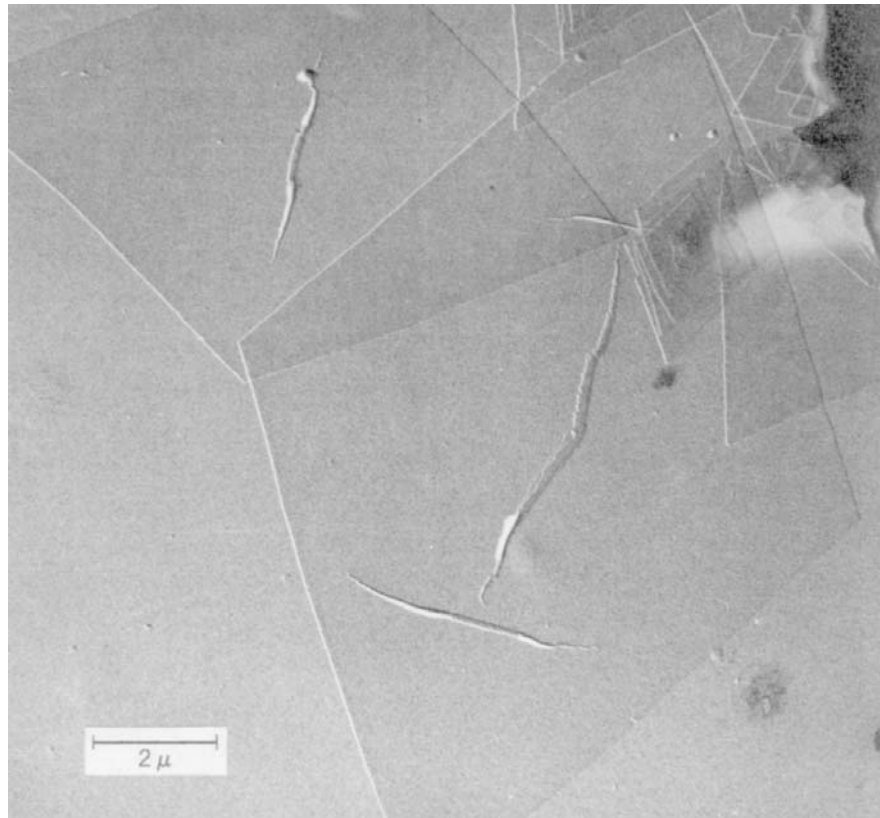


PP, peptidek

Síkban kiterített és hélikus szerkezetek; polimorfia.

Kristályos polimerek

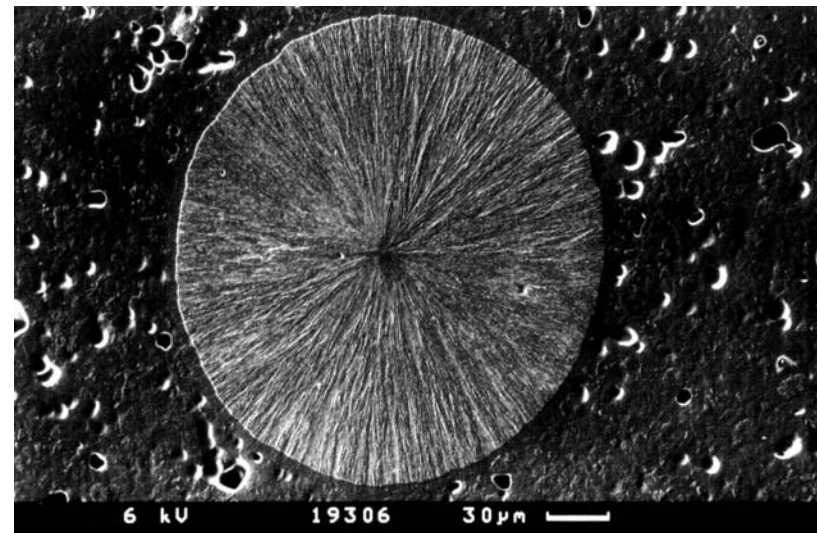
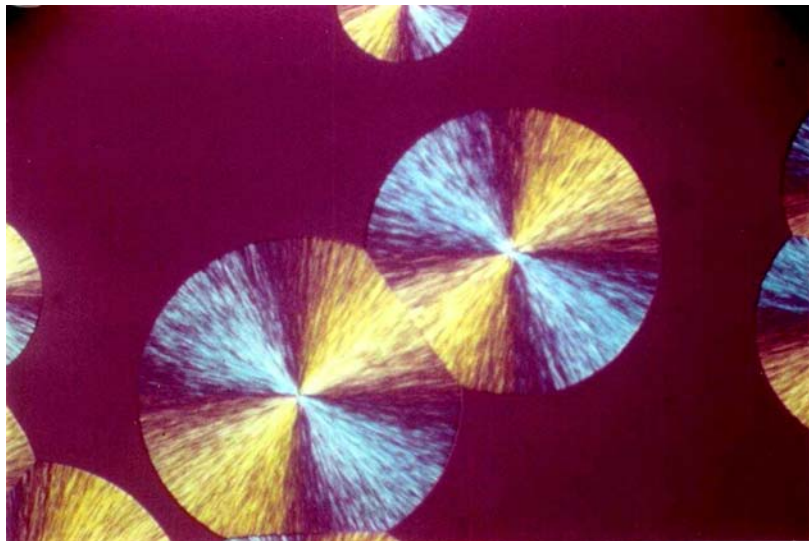
Lamella



Egykristály, rojtozott micella, hajtogatott lamella.

Kristályos polimerek

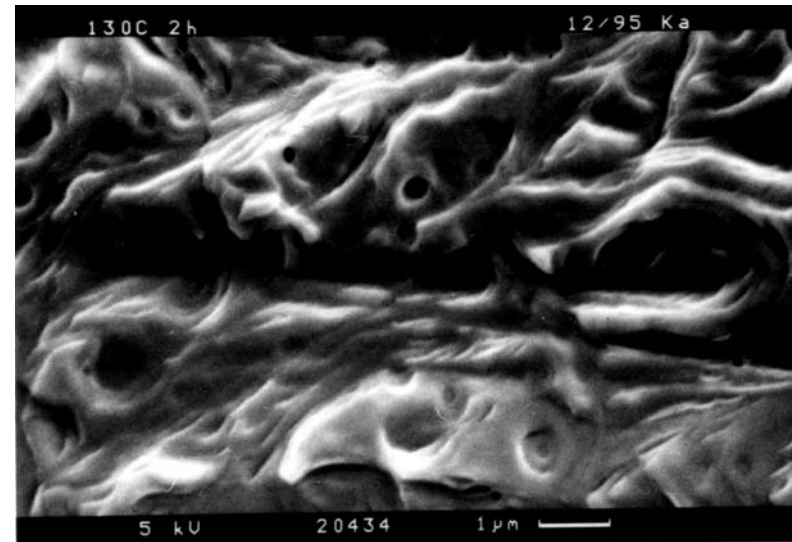
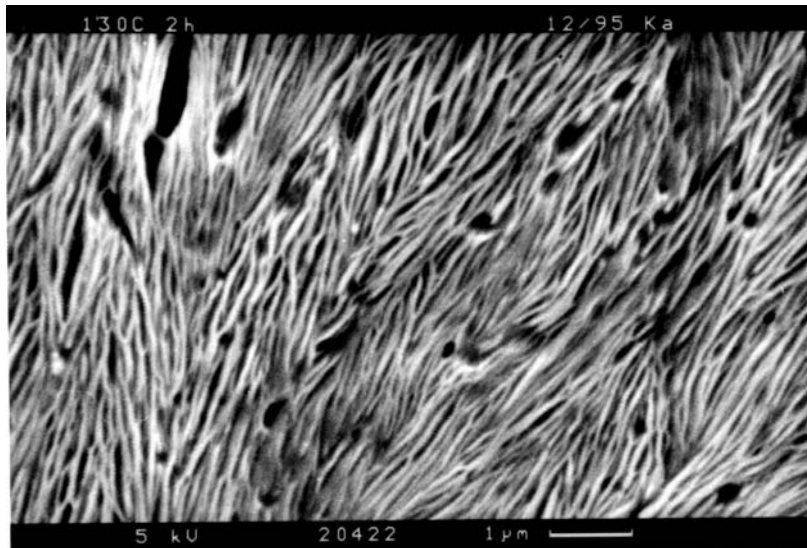
Szferolit



Lamellák gömb alakú halmaza; PP α módosulata.

Kristályos polimerek

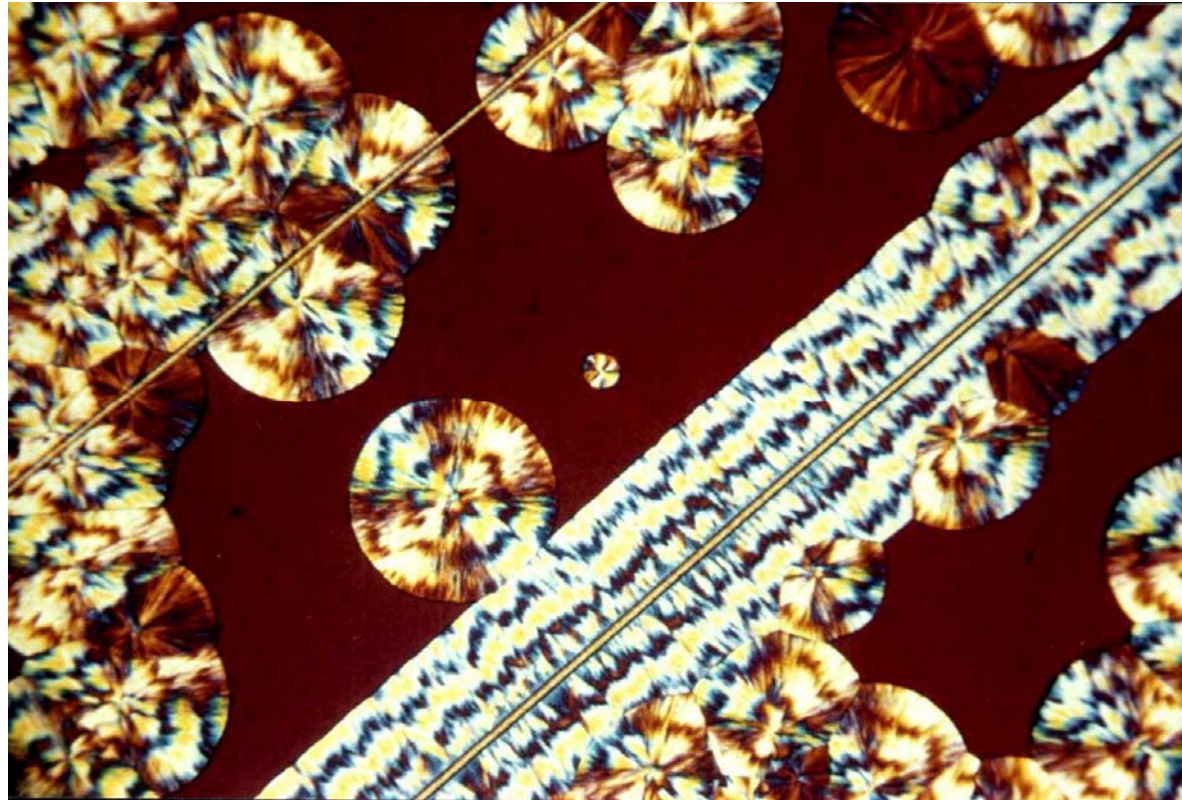
Szferolit



Lamellák a szferolitban, orientáció, vastagság, tulajdonságok.

Kristályos polimerek

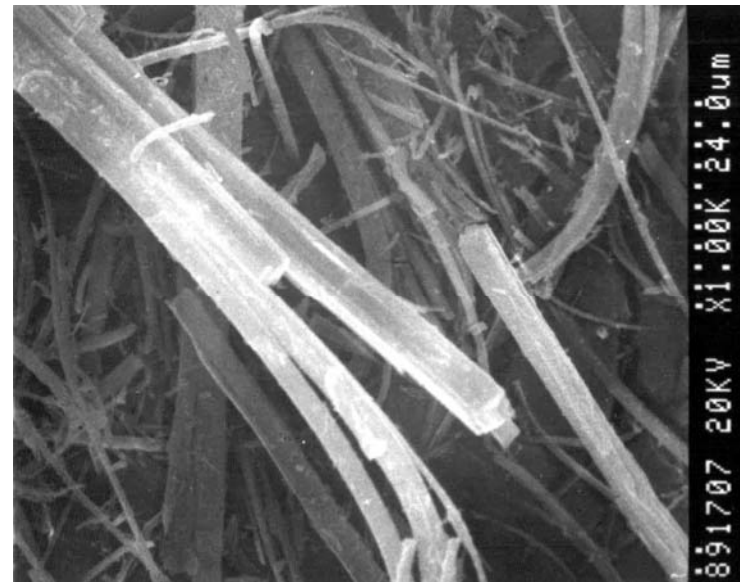
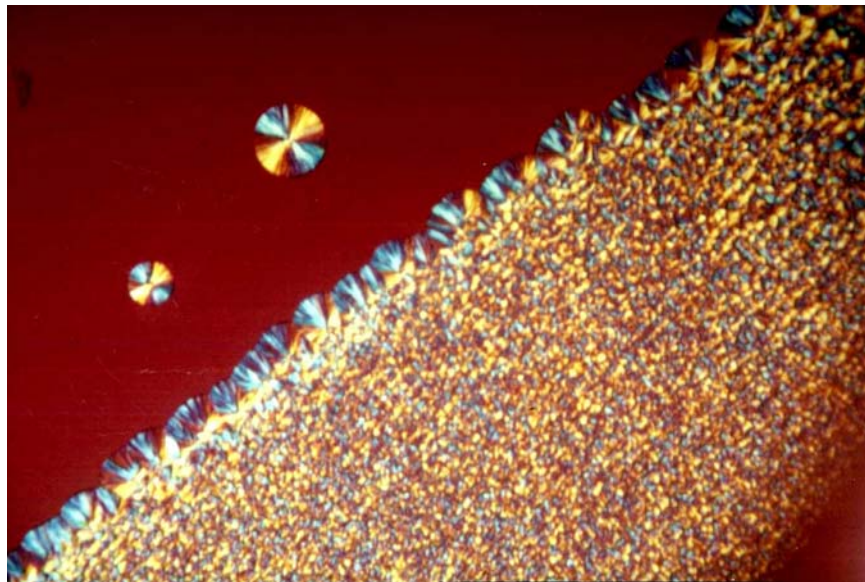
Cilindritek



**Sorgócok és transzkristályosodás, korlátozott növekedés;
hedritek, siskebab szerkezet.**

Kristályos polimerek

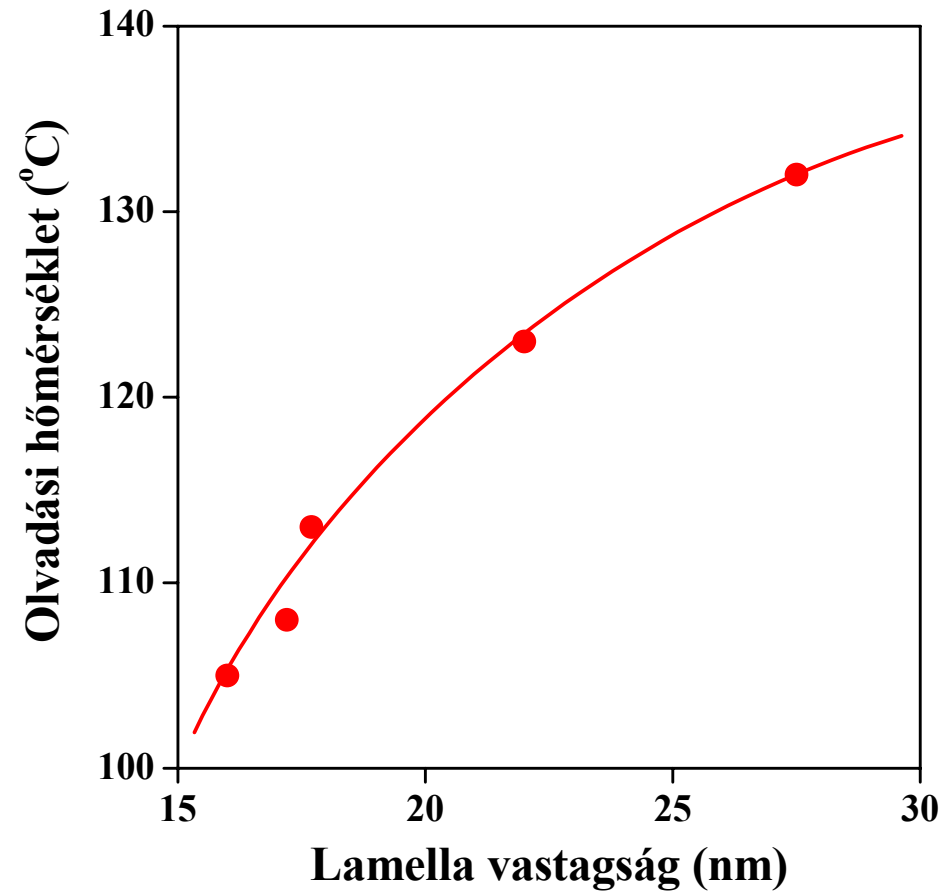
Gócképződés, gócképzők



**Homogén és heterogén gócképzés; topológia szerepe,
anizometrikus gócképzők.**

Kristályos polimerek

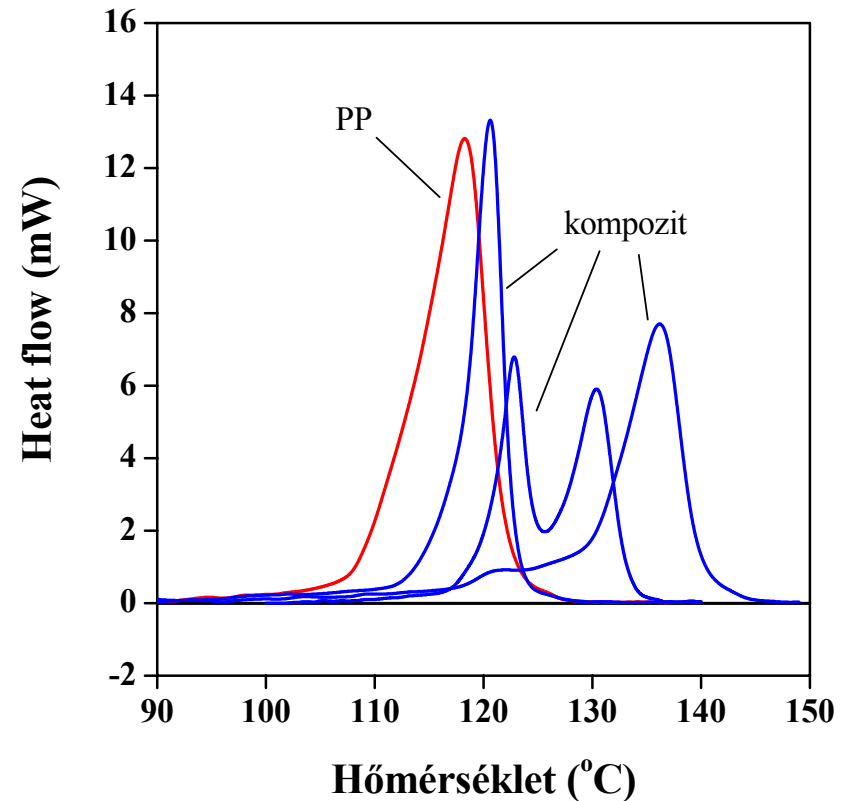
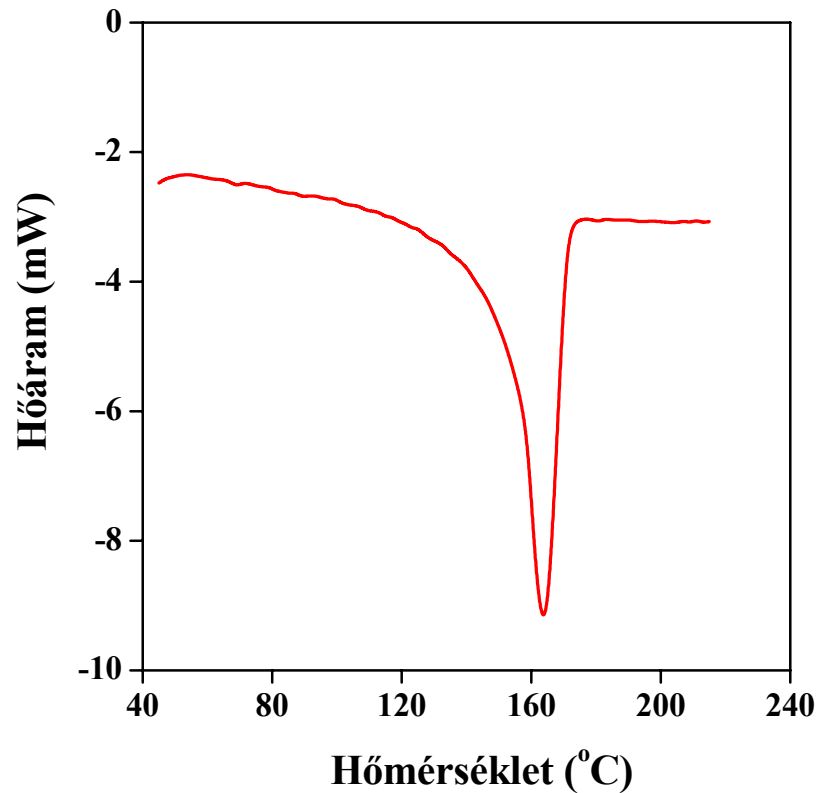
Kristályosodás, olvadás, kinetika



Az olvadási hőmérséklet a lamella vastagságtól függ.

Kristályos polimerek

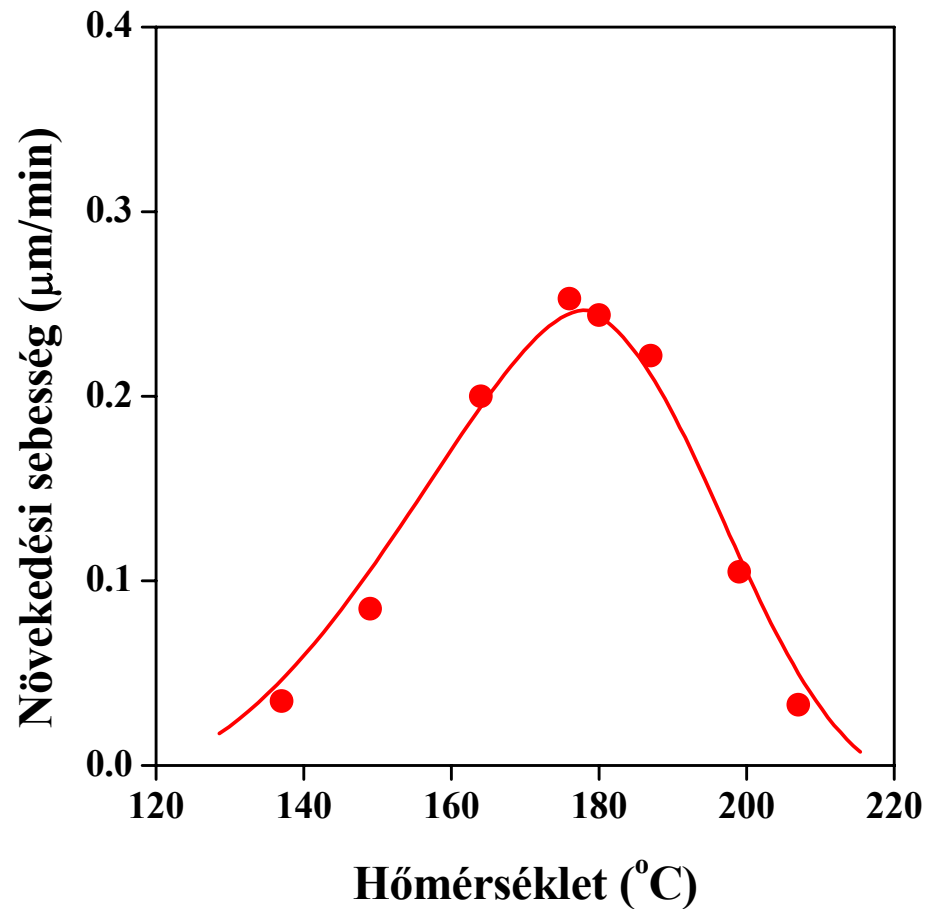
Kristályosodás, olvadás, kinetika



Széles olvadási tartomány, túlhűtés, gócképzés.

Kristályos polimerek

Kristályosodás, olvadás, kinetika



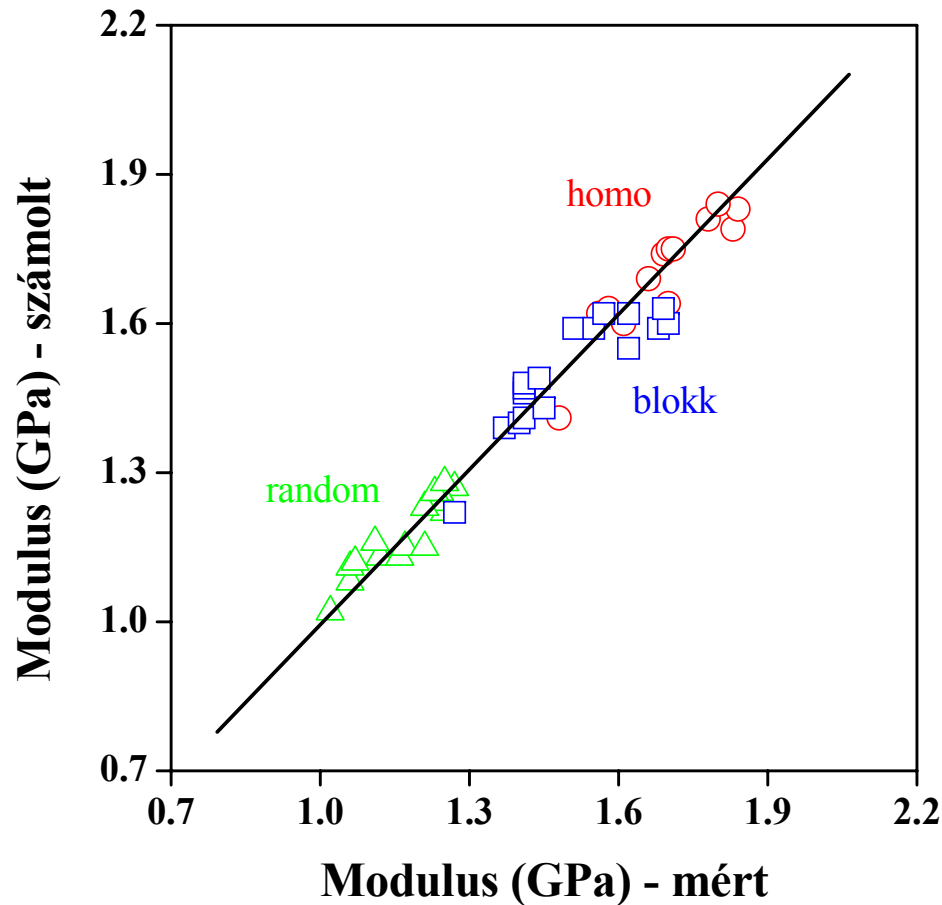
- Szferolit növekedése: termodinamika és kinetika.
- Bruttó kristályosodási sebesség:

$$\alpha_t = 1 - \exp(-k t^n)$$

- n a gócképződés típusától függ
- k sebességi állandó

Kristályos polimerek

Szerkezet és tulajdonságok



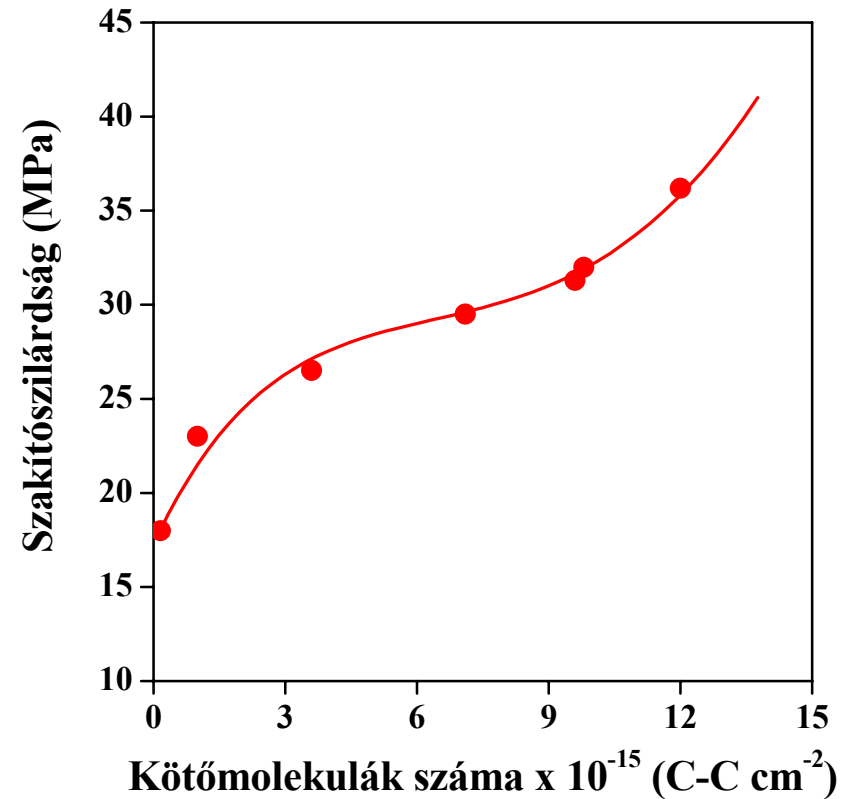
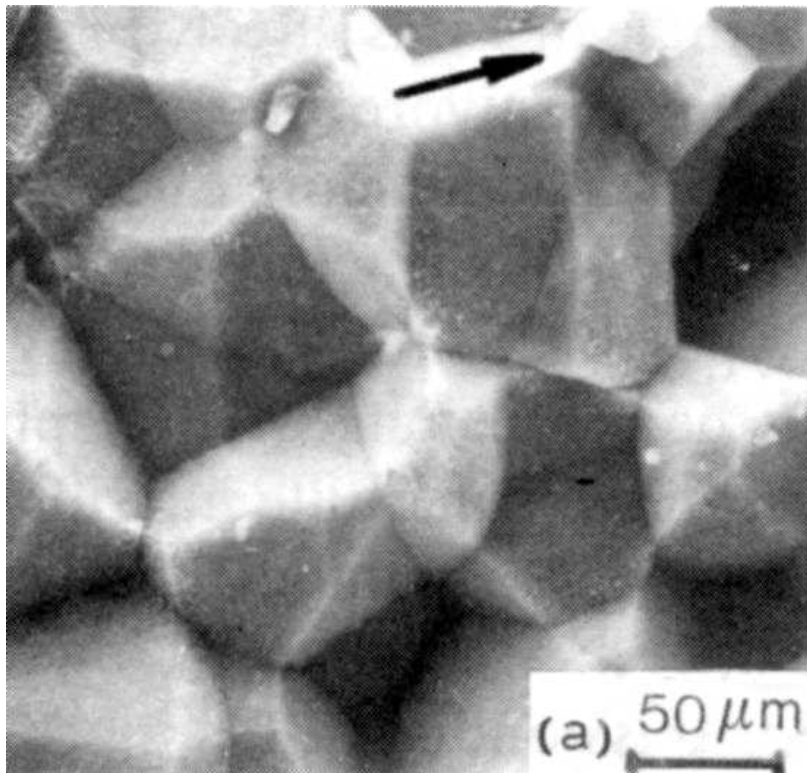
- kristálymódosulat
- kristályosság
- lamellavastagság

$$E = 0.02 T_{cp} + 0.025 \Delta H_c - 3.2$$

- a szferolitok mérete
- kötőmolekulák száma

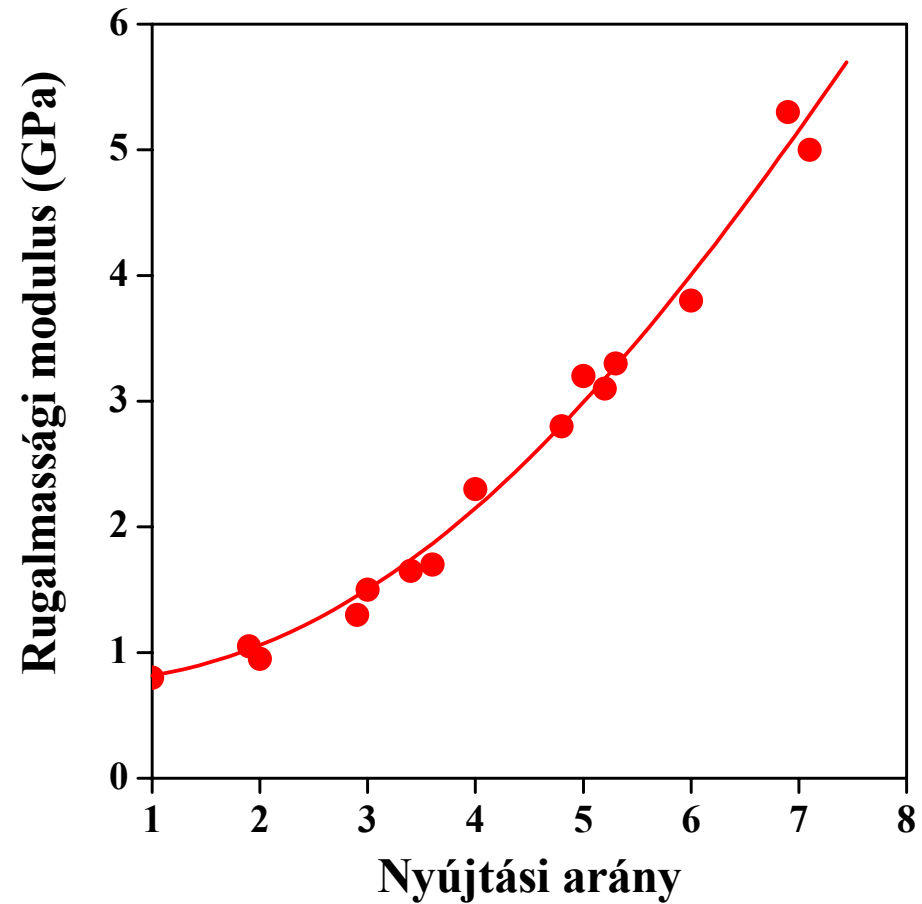
Kristályos polimerek

Szerkezet és tulajdonságok



Kötőmolekulák száma arányos a lamellavastagsággal.

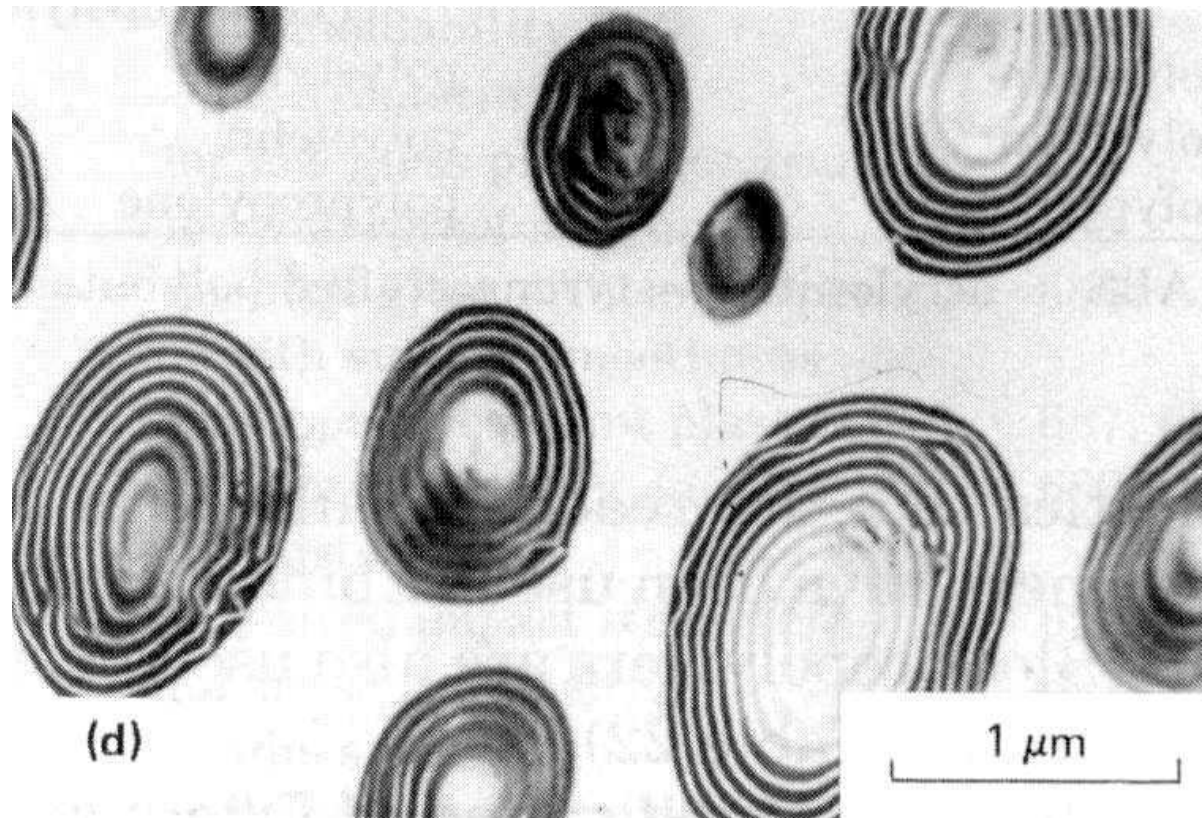
Kristályos polimerek Orientáció



Nagy szilárdság és merevség az orientáció irányában.

Amorf polimerek

Rendezettség



Heterogén szerkezetek - PVC, blokk kopolimerek.