

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
VEPÉSZMÉRNÖKI KAR

Anyagtudomány

BMEGEMTNG11 BMEGEMTNX11, 4 krp (2+0+1/v)

VIII-IX. előadás: Polimerek üveges átmeneti hőmérséklete,
Polimerek alaklélekző tulajdonsága

Előadó: Dr. Mészáros László
Egyetemi docens

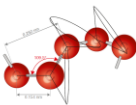
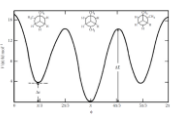
Elérhetőség:
T. ép.: 307.
meszaros@pt.bme.hu

POLIMERTÉCHNIKA
TANSZÉK

2024. április 17, 24.

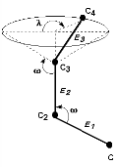
Előző EA

$$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n \quad \left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array} \right]_n \quad \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{N}- \\ | \\ \text{C} \\ || \\ \text{O} \end{array}$$

Osswald T. A., Menges G.: Materials Science of Polymers for Engineers, Carl Hanser Verlag, Munich, 2012.

Főlánc felépítése

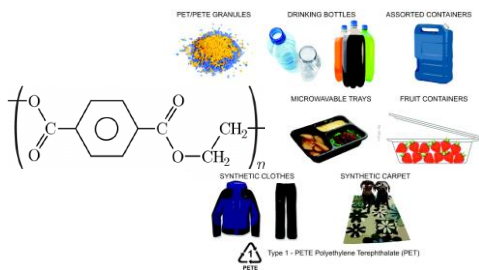


Polimer	Ismétlődő egység	T _g (°C)
Poli(dimetil-sziloxán)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{Si}-\text{O}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-123
Polietilén	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	-120
Polioximetilén	$-\text{CH}_2-\text{O}-$	-50
Poliamid 6	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$	50
Poli(etilén-terefalát)	$-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	69
Polikarbonát	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{O}- \\ \\ \text{O} \end{array}$	150

<https://i.stack.imgur.com/Tj0IT.gif>
Pukánszky B.: Műanyagok, BME Műanyag- és Gumiipari Tanszék, Budapest, 2003.



Főlánc felépítése



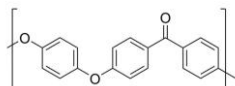
<https://technologystudent.com/joints/pet1.html>



Főlánc felépítése



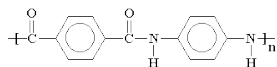
Poli(éter-éter-keton) (PEEK)



<https://zetarmold.com/peek-molding-process/>



Főlánc felépítése



<https://shop.novia.hu/termek/170-g-m2-aramid-kevlar-szovet-savoly-120-cm/>



Szubsztituens mérete



17 / 20

Polimer	Ismétlődő egység	T_g (°C)
Polietilén	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	-120
Polipropilén	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	-10
Polisztirol	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$	100
Poli(vinil-karbazol)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{N}(\text{C}_6\text{H}_5)_2}{\text{CH}}-$	208

Pukánszky B.: Műanyagok, BME Műanyag- és Gumiipari Tanszék, Budapest, 2003.



Intermolekuláris kölcsönhatások



18 / 20

Polimer	Ismétlődő egység	T_g (°C)
Polizobutién	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-$	-65
Polipropilén	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	-10
Poli(vinilén-klorid)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}-$	-17
Poli(vinil-klorid)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$	80
Poli(akril-nitril)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}-$	130

Pukánszky B.: Műanyagok, BME Műanyag- és Gumiipari Tanszék, Budapest, 2003.



Az üveges átmeneti hőmérséklet módosítása



Mathijsen D.: Developing a new front undertray for the Jaguar F-type. Reinforced Plastics, 60, 264-267 (2016)



T_g különböző poliamidok esetén



Poliamid 6 $[-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CO-]_n$

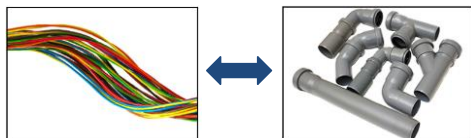
Poliamid 12 $[-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CO-]_n$

Poliamid típusa	T _g [°C]
PA 3	107
PA 6	51
PA 8	49
PA 10	42
PA 11	41
PA 12	40

<http://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Polyamide%20type.html>



Az üveges átmeneti hőmérséklet módosítása



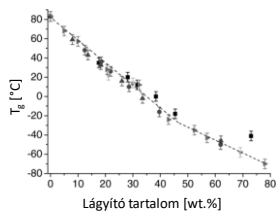
<https://www.otasurvivalschool.com/the-pipe-dream-project/>



A lágyítótartalom hatása



ATP 0 K ⇨ T_g ⇨ T_f ⇨ T_b



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/marc.201600734>

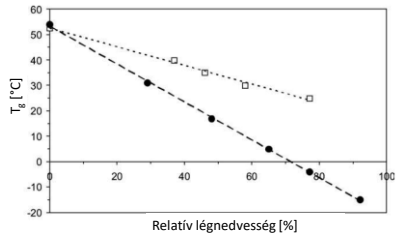


A lágyítótartalom hatása



● PA 6 $[-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CO-]_n$

□ PA 6.12 $[-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH-CO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CO-]_n$



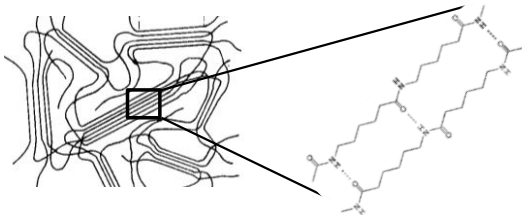
Hatzigrigoriou N. B., Vouyiouka S. N., Joly C., Dole P., C. D. Papaspyrides C. D.: Temperature-humidity superposition in diffusion phenomena through polyamidic materials. Journal of Applied Polymer Science, 125, 2814-2823 (2012).



Molekulaszerkezet és tulajdonságok



RK ($T_f < T_m$) 0 K \Rightarrow T_g \Rightarrow T_m \Rightarrow T_b



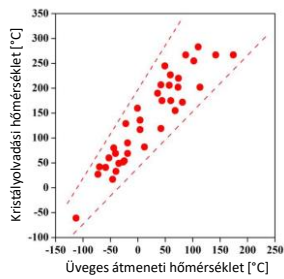
https://www.researchgate.net/publication/273657868_Development_of_a_Regeneration_Process_for_Nylon-6_and_Nylon-66_from_Felt_Wastes/figures?lo=1



Molekulaszerkezet és tulajdonságok



RK ($T_f < T_m$) 0 K \Rightarrow T_g \Rightarrow T_m \Rightarrow T_b

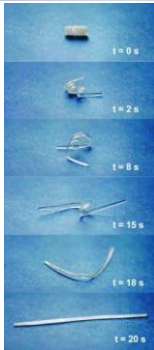


Pukánszky B.: Műanyagok, BME Műanyag- és Gumiipari Tanszék, Budapest, 2003.





Alaklélező polimerek



<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC14671/>



Alaklélező polimerek



<https://www.youtube.com/watch?v=vWIRcazeSnU>



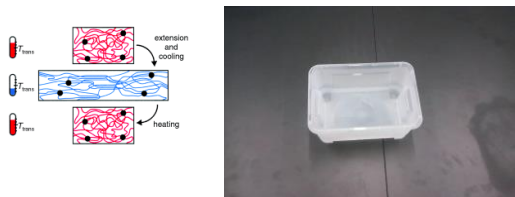
Alaklélező polimerek



<https://fejhallgatoszerviz.hu/sony-dr-ga100-headset-javitasa-kabelcsere/>
<https://img.casual.hu/shops/2824/images/item/wcsm13035-900s-s50-zsugorcso-vastagfalu-170095.jpg>



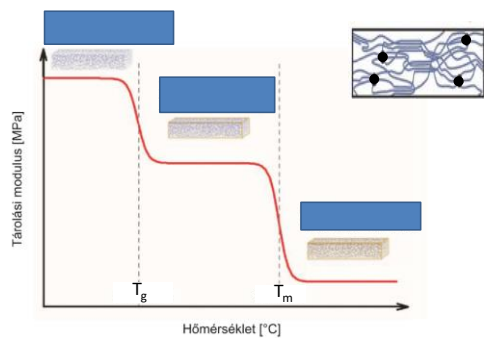
Polimerek alaklélekező mechanizmusa molekuláris szinten



<http://image.slidesharecdn.com/presentation-124836241952-phpp02/95/presentation-5-728.jpg?cb=1248345161>



Két alakra emlékezés



Fejős Márta – PhD értekezés alapján
Behl M., Lendlein A.: Shape-memory polymers. *Materials Today*, 10 (2007) 20-28.



A gyapjú mint alaklélekező polimer



http://www.behir.hu/sites/default/files/fiel_d/image/birka_0.jpg



http://www.hkrita.com/html/upload/1317008643303_wool%20garment_U%20and%20treated.JPG



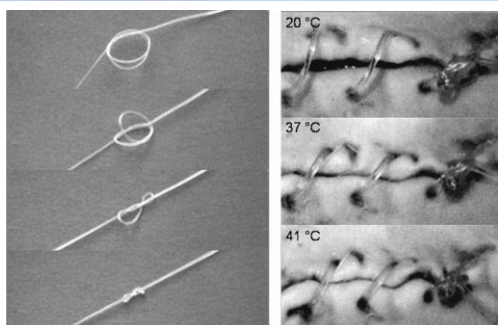
Egy reflektor ideiglenes (balra) és visszanyert (jobbra) alakjában



Leng J., Lan X., Liu Y., Du S.: Shape-memory polymers and their composites: Stimulus methods and applications. Progress in Materials Science, 56, 1077-1135 (2011).



Sebészeti varrat



<http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2007/JM/B615954K>



Szent



C. M. Yakaaki et al.: Biomaterials 28, 2007, 2255-2263



Az alaklékezés mindig jó nekünk?





BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
LEPESŐMÉRSÉNYI PARK

POLIMERTÉCHNIKA
TANSZÉK