

Biomolekulák nanomechanikája A molekuláris rugalmasság alapjai

Mártonfalvi Zsolt



Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet
Semmelweis Egyetem
Budapest

Biomolekulák mint polimerek

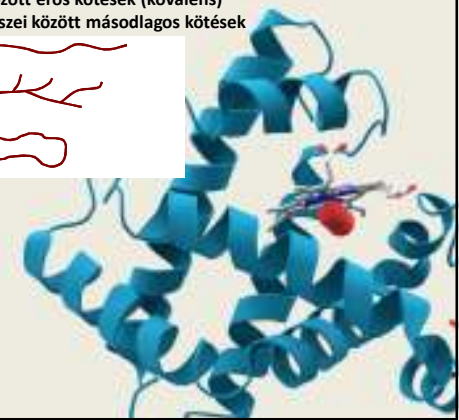
A biomolekulák polimerek.

Közös bennük: lineáris elsődleges szerkezet (fehérje, DNS)

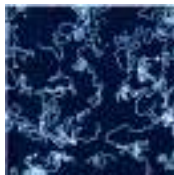
monomerek között erős kötések (kovalens)

A lánc távoli részei között másodlagos kötések

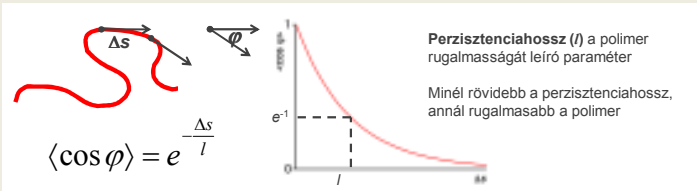
1. Lineáris
DNS, fehérje, cellulóz
2. Elágazó
glikogén
3. Cirkuláris
mt DNS



Biopolimerek alakját leíró paraméterek



dsDNA molecules



Biopolimerek mechanikája

Entrópiás rugalmasság

Hőmérsékleti energia a láncban hajlítómozgásokat gerjeszt



A lánc rendezetlensége növekszik.



A lánc rövidül



A megrövidült lánc erővel kinyújtható

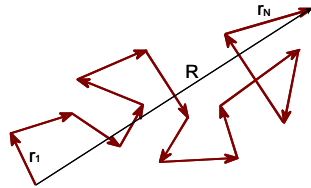
$$\frac{Fl}{k_B T} \sim \frac{R}{L}$$



F =erő
 l =perzisztenciahossz
 k_B =Boltzmann állandó
 T = abszolút hőmérséklet
 L = kontúrhossz
 R = vég-vég hossz
 R/L = relatív megnyúlás

A biopolimerek alakja a bolyongó mozgásra emlékeztet

„random”-bolyongó- mozgás



“Négyzetgyök összefüggés”:

$$\langle R^2 \rangle = Nl^2 = Ll$$

R = vég-vég távolság
N = elemi vektorok száma
l = perzisztenciahossz (átlagos r)
r_i = elemi vektor
Nl = L = kontúrhossz

$$\langle R \rangle = \sqrt{Ll}$$

$$\langle x \rangle = \sqrt{2Dt}$$

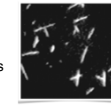
diffúzió!

Biopolimerek osztályozása rugalmasságuk alapján

l = perzisztenciahossz
L = kontúrhossz

Merev
 $l \gg L$

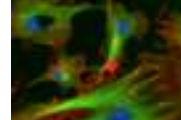
Mikrotubulus



Sejtosztódás

Semiflexibilis
 $l \sim L$

Mikrofilamentum

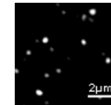


aktin
tubulin

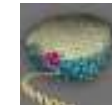
Rugalmas
 $l \ll L$



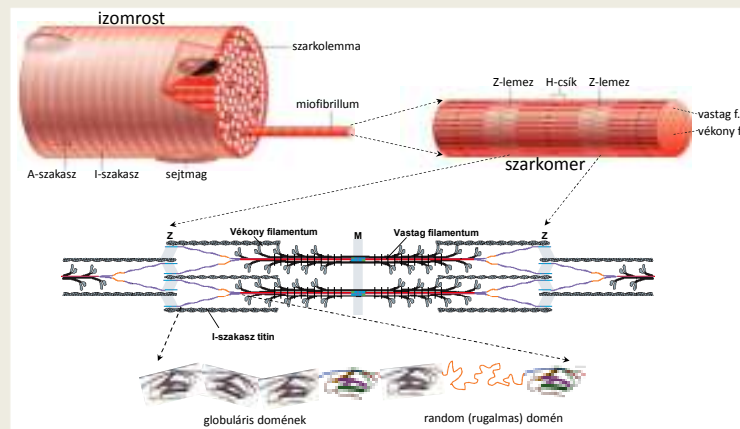
DNS



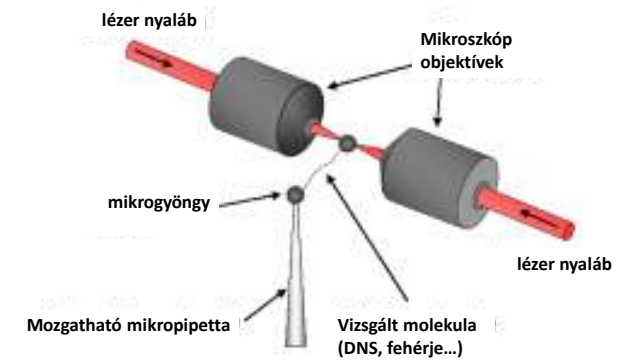
2µm



Titin: a szarkomer rugalmas filamentuma

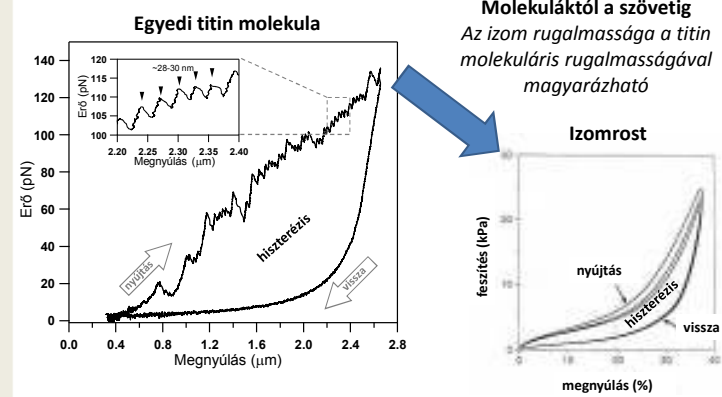


Egyedi molekulák nyújtása a lézercsipesz

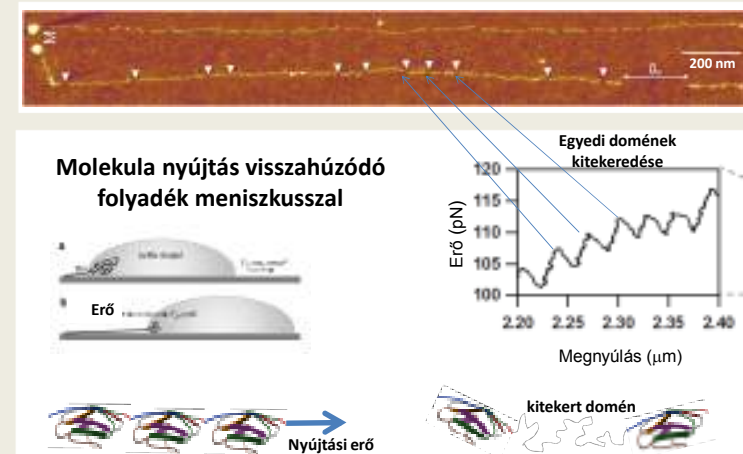


<http://glass.phys.uniroma1.it/dileonardo/Applet.php?applet=TrapForcesApplet>

Egyedi titin molekula nyújtása lézercsipessel



Erő hatására hogyan változik a titin szerkezete?



Lehet-e csomót köti egy DNS molekulára?

Igen! A DNS rugalmas...

