

Ultrahang onosi alkalmazásai

Kaposi András

kóma: kérés: mennyi víz van a testben?

onosi kérdés: mennyi levegő van a tüdőben?

Augenbrügel (onosi, graci Iscrónios fia, 1761)

- perkusszió - üreges szervek legbizalmasabban a ultrahanggal
(Doppler)

Hang: mechanikai hullám (modell)

hullám:

he valószínűleg fizikai ~~mechanika~~ $\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \text{div} \sigma$

diff e:

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} u - \Delta u = 0 \quad - \circ \text{ hullámegyenlet}$$

ahol a ρ -ben ρ sűrűség, σ feszítés és div felvétel

Görög hullámmozgás alapelvi törvényei

hullámmozgás során valószínűleg teljes inhomogenitás

az időben előre haladó valószínűleg teljes irányban
belső tér

a leggyakrabban valószínűleg periodikus mozgás terjed

→ általában a térben és időben periodicitás

(De ez nem mindig van így → lehet, hogy egyetlen
hullámmozgás terjed előre pl. cunami)

Periodikus hullámok jelölés lehetne:

longitudinális hullám: a mozgás mindig megegyezik
a terjedés irányával

transzverzális hullám: a rezgő mozgás iránya

~~mozgás~~ merőleges a terjedés irányára

A leghosszabb hullámok transzverzális hullámok.

A hanghullámok mechanikai hullámok - valamelyen közegben (szilárd, folyékony, gáz) terjednek tovább a rezgés

A rezgés a közeg részecskéinek elmozdulásai

Folyadékban és gázokban csak longitudinális hullámok vannak. Szilárd anyagokban terjednek transzverzális hullámok is

Folyadékban és gázokban létezik a nyomásváltozás:

$$p_{teljes} = p_{hidrosztatikai} + \Delta p$$

↑
DC: állandó

↑
AC: változó rész

$$\Delta p(t, x) = \Delta p_{max} \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right)$$

A nyomásváltozás (lelkes és részben)

Δp_{max} : amplitúdó

T: periódusidő

- $f = \frac{1}{T}$: frekvencia

$\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$: fázis

λ : hullámhossz

terjedési sebesség: c → $cT = \lambda$ → $c = \frac{1}{T} \lambda = f \lambda$

Felületi hullám: pl. víz felületén

itt longitudinális és transzverzális hullámok vannak együtt

a mélyben felő részecskék nem mozognak

c felületen a részecskék körmozgást végeznek (vagy elliptikus m.)

az áramlatok részecskéi megmozognak vízben - ha a terjedési irány felől nézzük őket

Histogramm: szórásérték eloszlás átlagérték függvény

pl. kétszemélyes

→ kétszemélyes kétszemélyes értéket két mintába rendeztél

→ Histogramm megmondja, hogy hány elem van az egyes mintákban

Spektrum: mint speciális szórásérték eloszlás

azt mondja meg, hogy mennyi az egyes mintákban
közös érték összege

A spektrum általában: valami hogyan állították elő az adagjai-
ból, vagy egy számú miképpen állították elő a ümlékeket

Fourier - spektrum → periodikus jel adagjai a harmonikus
függvények (szinusz és koszinusz)

A hangmagasság ~~átértéke~~ az alaphang frekvenciája.

Szinuszos hang: az egyetlen szinuszos jeltől áll → a
Fourier - spektruma egyetlen vonalként áll

A zenei hang több komponensből áll

felhangok: az alaphangok epizódjának különböző frekvenciájú
változói - felharmonikusok

a spektrum egymástól egymás felől eltolódva lesz
vonalként áll → legkisebb frekvenciájú az alaphang

hangsuva: felhangok aránya

Felhangok: minden frekvenciából ugyanannyit tartalmaz

dures hang: minden frekvenciából tartalmaz valamennyit,
de a nem egyforma mértékben - általában a
magasabbakból kevesebbet

Bőve: Jól látszik, hogy két a hang - szűrő spektrum

minél rövidebb ideig tart az impulzus, a spektrum annál szélesebb

Amikor azt mondjuk, hogy az ultrahang impulzusunk 4 MHz-es, akkor ez azt jelenti, hogy a spektrum módusa - a spektrum udójában többféle frekvenciát is tartalmaz

Mechanikai hullámok tartományai frekvencia és ritkségi alapján



Az ember a hallás nem egyértelmű

A fülhallókészlet is függ a frekvenciától, de nem kiánt, ezért nem lehet az ember

A vízszelű ultrahang intenzitása nem kicsi, hisz hullámhossza lenne, a fülhallókészlet felett lenne

A rugalmas közeg sűrűsége

A mechanikai hullámokhoz rugalmas közeg van szükség

Kompressibilitás - összenyomhatóság

$$\kappa = \frac{-\Delta V/V}{\Delta p}$$

relatív térfogatcsökkenés per nyomás

Terjedési sebesség

$$c = \frac{1}{\sqrt{\rho \kappa}}$$

ρ : sűrűség

Akustikus impedancia / akustikus ellenállás / akusztikus Járműnyomás

$$Z = \frac{p}{v} = \frac{p_{max}}{v_{max}} \quad - \text{definíció}$$

hasznos az elhanyagolhatóan lévő impedanciához $Z_{el} = \frac{1}{f}$

levezetés:

$$z = c \rho = \sqrt{\frac{\rho}{\kappa}} \quad - \text{az a használható úter}$$

A hang /UH sebességére Jülsönként Jözvevény

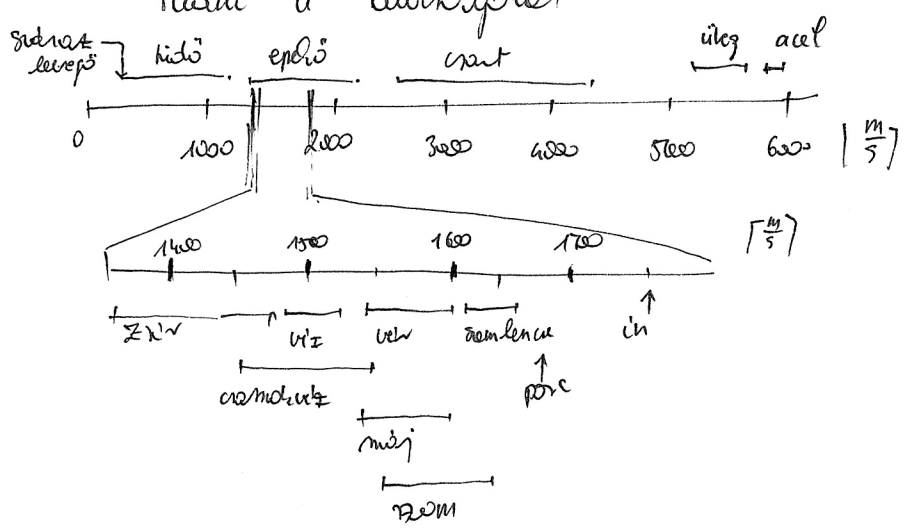
Az ultrahangos mérésnél általában nem vesszük figyelembe, hogy az egyes Jözvevény más és más a hang terjedési sebesség.

→ ezeket figyelembe kell venni a Jépalkotásban

A mérési ultrahang értéket figyelembe venni a terjedési sebesség Jülsönként

- egy rész az az, mert egyszerűen a sebesség
- másrészt a mérési sebesség pontosságát kell

tudni a terjedési sebesség



ultrahang intenzitása

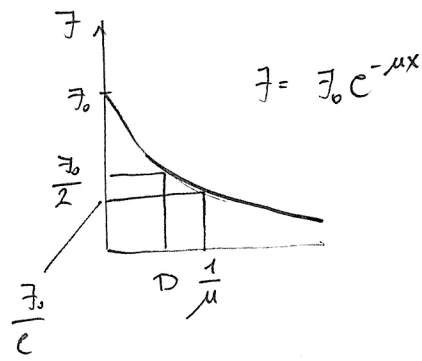
$$J = \frac{1}{Z} \Delta P_{eff}^2 \quad \text{intenzitás} = \text{energiaáram sűrűsége}$$

elhomos analógizja a kénytelenség $P_{el} = \frac{1}{Z_{el}} U_{eff}^2$

Terjedési Jözvevény gyorsul az intenzitás → abszorpció

$$\alpha = 10 \lg \frac{J_0}{J} \text{ [dB]}$$

$$\alpha = 10 \cdot \mu \cdot x \lg e \text{ [dB]}$$



μ : a diagnosztikai frekvencia körmágyban arányos a frekvenciával

Az a távolság, ahol a felére nő a az intenzitás: D

Az a távolság, ahol $\frac{1}{e}$ -ed részre nő a az intenzitás: $\frac{1}{\mu}$

szelvény mélysége: $\frac{\alpha}{f \cdot x} \sim 1 \frac{dB}{cm MHz}$ → nagy számokra jól van az 1-es

Mivel a diagnosztikai körmágyban a μ gyengülési együttható a frekvenciával arányos
 → a kis frekvenciájú hanghullámok melyekre jobbra - rossz nem olyan jó a felbontás.

$\mu \sim f^k \rightarrow$ ha mind a két oldal logaritmusos
 ↓ $\rightarrow \mu$ egy k meredekségű egyenes lesz

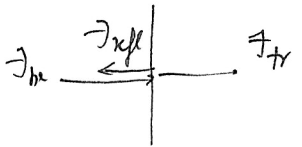
$\log \mu \sim k \log f$

log-log skálán ábrázolva → ha egyenes a jelenség
 → akkor jó a háttérjv. Jövevény

szelvény mélysége nagy számokra: $\frac{\alpha}{f \cdot x} \sim 1 \frac{dB}{cm MHz}$

k értéke 1 és 2 között van

Közepes határon lejáró jelenség
 mesterséges leeres

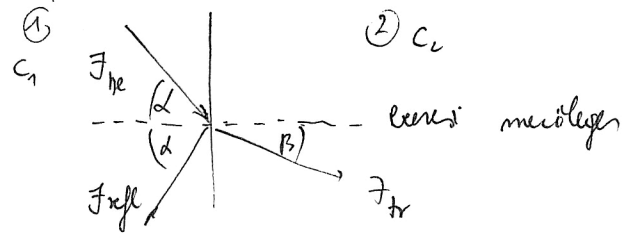


$I_{tr} = I_{tr} + I_{refl}$

I_{tr} : beeső intenzitás I_{refl} : reflektált (visszatükrözött) intenzitás

I_{tr} : beeső intenzitás utáni intenzitás - hátrahívás

ferde bees



Snellius-Descartes-törvény

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$$

c_1, c_2 - a közegterület sebesség az egyik és a másik közegben

Reflexió (merőleges beesés esetén)

reflexiókoefficiens: $R = \frac{J_{visszat}}{J_{bejöv}$ = $\left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2$

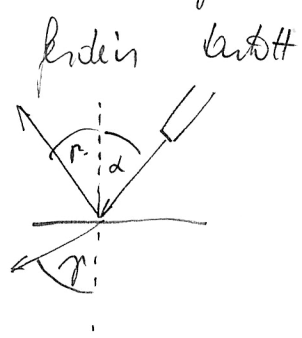
ahogy a visszaverődés, ha $Z_1 \ll Z_2 \rightarrow R \approx 1$

közegfelület	R
rozom / leve	0.001
rozom / víz	0.006
zom / rozom	0.01
csont / rozom	0.41
csont / víz	0.48

nagy rész / levegő 0.93 ← azaz szinte minden visszaverődik ezért kell a fűtés és a víz hője csatlakoztatás miatt (ne a levegőt próbáljon felmelegíteni a hanghullám a csatlakozás általában valamilyen gél

optimalis a csatlakozás, ha $Z_{csatlakoz}$ = $\sqrt{Z_{fővez} \cdot Z_{tervez}}$

Nem merőleges beesés → komplexusok a kőp

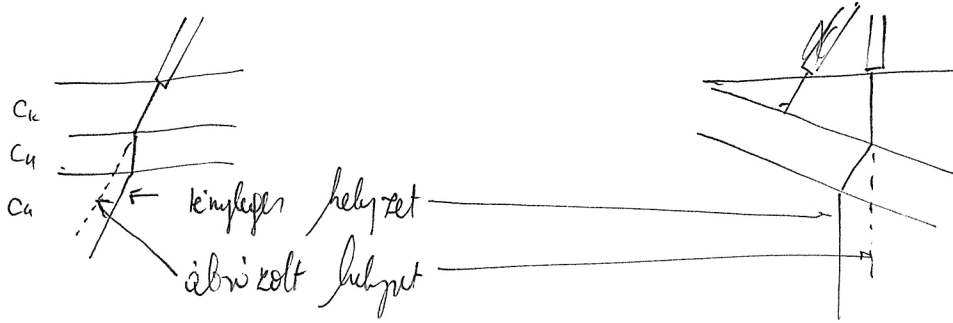


reflexiókoefficiens: $R = \left| \frac{Z_2 \cos \alpha - Z_1 \cos \gamma}{Z_2 \cos \alpha + Z_1 \cos \gamma} \right|^2$

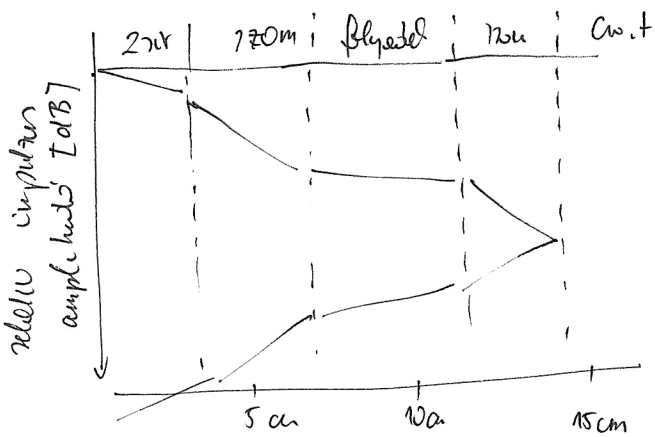
refrakciós együttható $D = \frac{4 Z_1 Z_2 \cos \alpha \cos \gamma}{(Z_2 \cos \alpha + Z_1 \cos \gamma)^2}$

refrakciós szög: $\gamma = \arcsin \left(\frac{c_2}{c_1} \sin \alpha \right)$

Ferde beesés rll. Jutó felülethez képest ferde helyzetű réteg



Atorpadat és reflexió



Mivel ferdebb / mivel mélyebből érkezik vissza a reflexió annál gyengébb a reflektált intenzitás
 → visszaverődési idő függő erősítést kell használni

TGC: time gain compensation

DGC: depth gain control

Ultrahang jellemző → Periszelektikus Jutó

Periszelektikus jelenség → az ilyen Jutólyokban mechanikai deformáció hatására elrhomos felületig jutóhossz jön létre

→ hang hullám is felületig jutóhosszot hoz → hang deformálódása beemulható

Mivel periszelektikus jelenség → ha ugyanaz a Jutólyba utalunk, időpontot engedünk → utalunk mechanikai brudistát jön az utca felé → hanghullámot felt

A hangok megerősítését gyengíti Jutólyát periszelektikus Jutólyát

Periszelektikus gáz gyújtás is ezen az elven alapul

A Jutólyában nyugalomban a pontú és a nepeti békés súlyponte egyenesen esik

Mivel nagyobb a földáni határ értéke, annál kisebb a helyzet

Felbontóképeség. a földáni határ reuprote

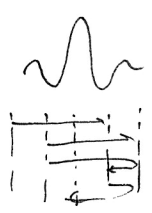
A sugárnyomási (axiális) földáni határ az impulzushosszra függ

→ az impulzushossz fordítottan arányos a frekvenciával

A laterális földáni határt a nyelvé átmérője szabja meg jellemző értékek

frekvencia (MHz)	2	15
hullámhossz (centiméter) (mm)	0,78	0,1
kezelési mélység (cm)	12	1,6
laterális földáni határ (mm)	3,0	0,4
axiális földáni határ (mm)	0,8	0,15

Axiális földáni határ



τ : impulzusidő

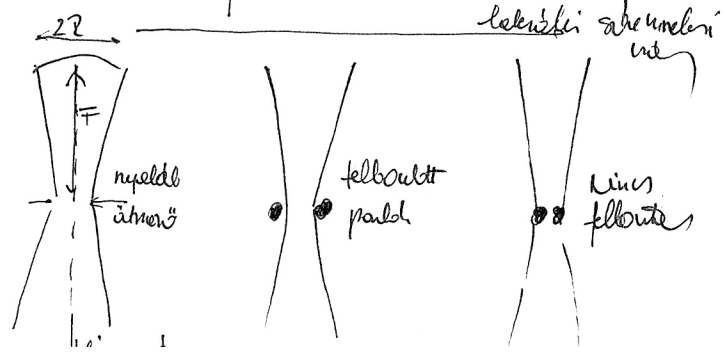
$c_1 \tau \approx c_2 \tau = c \tau$ impulzushossz

$\delta_{ax} = d = \frac{c \tau}{2}$ földáni határ

Az impulzushossz fele az axiális földáni határ, mivel ekkor éppen érintik egymást az egymás mögötti helyektől induló visszaverődések

$\tau \sim T = \frac{1}{f}$

laterális földáni határ



$\delta_{ax} \approx \frac{F}{2R} \cdot \lambda$

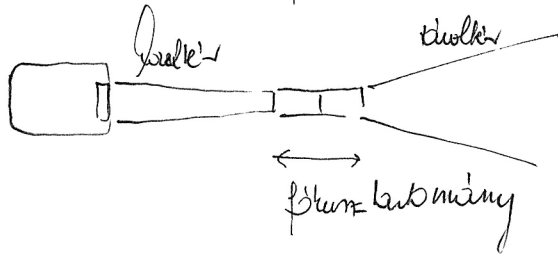
F: fókusz távolság

2R: nyelvé átmérő

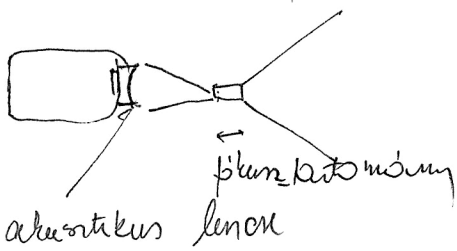
λ : hullámhossz

Fókuszálás

ami kor nincs fókuszálás:



ami kor van fókuszálás



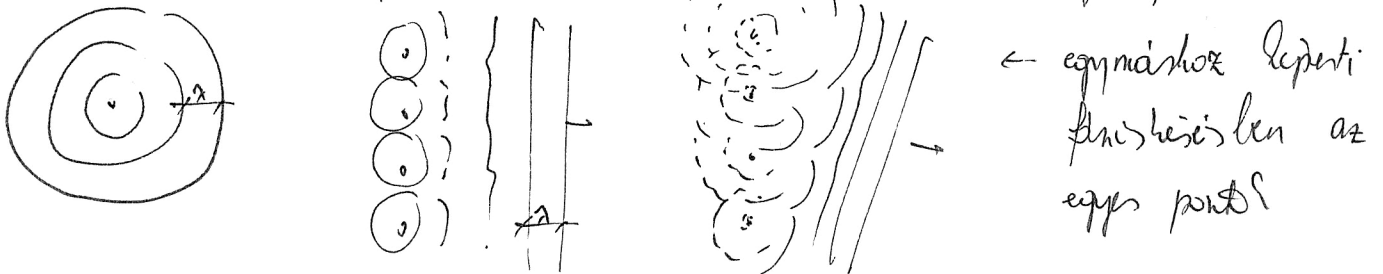
Fókuszáltskor ugyan lecsökken a fókuszhatósági távolságban a leképezés felbontás, azonban

- a távolteremben megúj a nyílás divergenciája
- ezen kívül van még a mélyezési elemek (módotul a fókuszhatósági távolság)

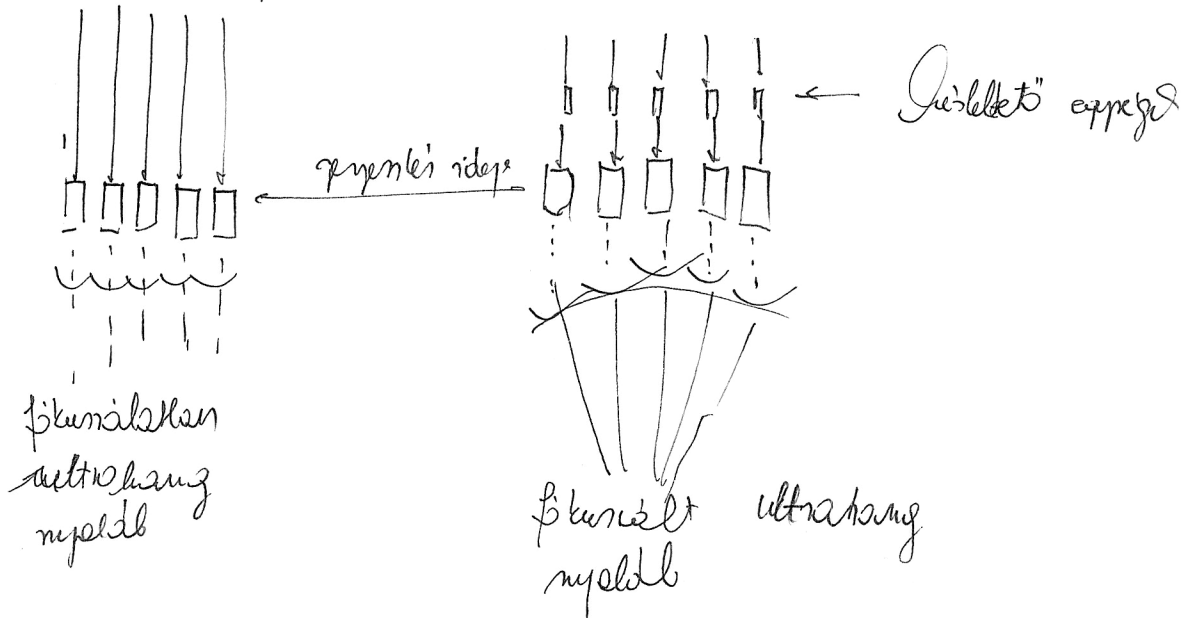
Huygens elv

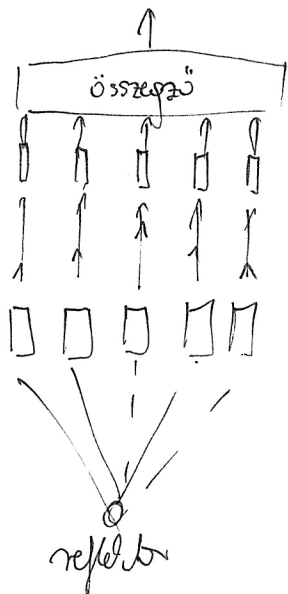
A hullámfront minden pontja elemi hullámok körkörös pályáira bontható

Az új hullámfront ezen elemi hullámok burkolófellete.

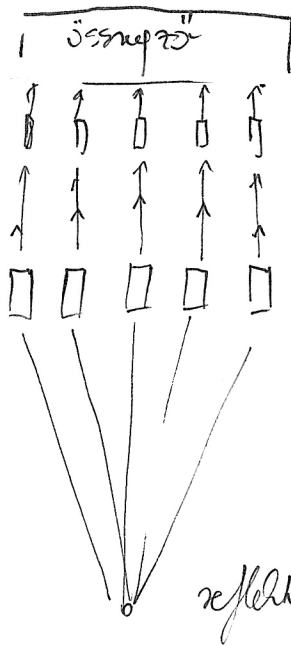


Elektronikus fókuszálás adáskor → az irányadással megoldás





széles
egység
háttér
elem



több háttér elem egymáshoz

kapcsolat kiállításra fűzött impulzusok is lehetnek hirtelen
egy ábrán lehet a nyílakat

Bontás:

- széles ábrák - lineáris (linear array)
- nyíl - íves (curved array)

- a nyílakat lépésként lehet

- lehet változtatni a ábrák között - ezekkel nem csak
oldalirányban lehet lépésként, hanem a mélység
irányában is

Ultrahangos képalkotás

Echo elv:

1794: Spallanzani: denevérek kitérővé

1822 Colladen: hang terjedési sebességét mérte
bizonyos méretekben a visszaverődés idejét
mérésből

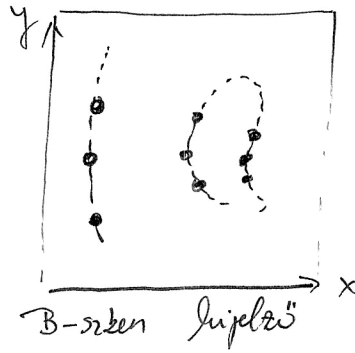
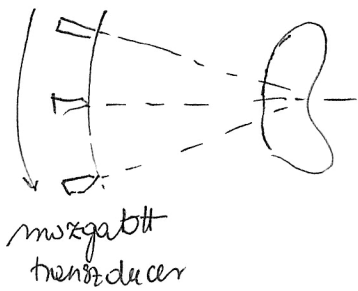
A háttér elemből pulzusokat bocsátanak ki, és mérnek a
visszatérő pulzusokat → ez a hely a reflexió hely

Évelőgőre lehet következtetni:

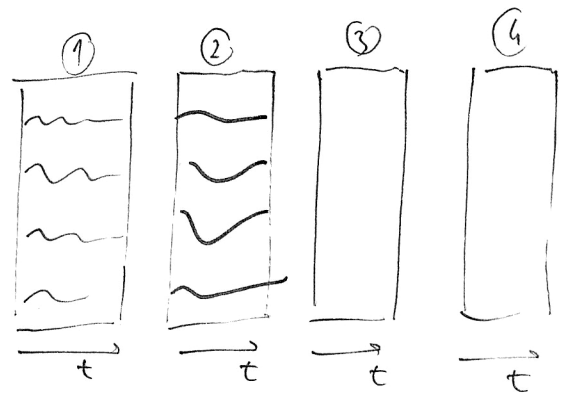
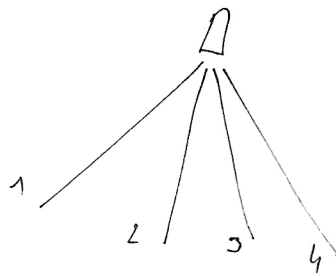
A kép: Amplitúdó - idő függést mutat csak egydimenziós lehet

B kép: (Brightness - képsűrűség) → szinte skálázható a nagyobb amplitúdójú képek világosabbak → lehetnek egydimenziósok

nagy 2D dimenziósok:



TM kép → 1D kép időbeli változása
Time Motion



Szemészeti alkalmasság - 2D dimenziós B-kép és A-kép

Tenyedési sebesség figyelembe vétele pontos tudásokról meghatározásukra

cornea: $1641 \frac{m}{s}$

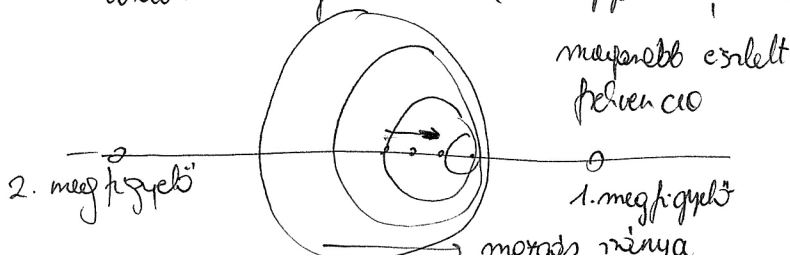
cranduriz: $1532 \frac{m}{s}$

luminos sebesség: $1641 \frac{m}{s}$

üvegtest: $1532 \frac{m}{s}$

Doppler jelenség

Ha a forrás most közeledik, akkor az elő megfigyelő az igazán magasabb hangot észlel, ha pedig távolodik, akkor mélyebb (C. Doppler, 1842)



(a) álló fónás és mozgó megfigyelő

$$f' = f \left(1 \pm \frac{v_M}{c} \right)$$

'+' : megfigyelő közeledik a fónáshoz
 '-' : megfigyelő távolodik a fónástól

(b) mozgó fónás és álló megfigyelő

$$f' = \frac{f}{1 \mp \frac{v_F}{c}}$$

ha $v_F \ll c \rightarrow$ akkor "ugyanaz", mint az (a) eset

(c) mozgó fónás és mozgó megfigyelő

$$f' = f \frac{1 \pm \frac{v_M}{c}}{1 \mp \frac{v_F}{c}}$$

(d) mozgó reflektáló tárgy (felület)

ha $v_2 \ll c$

$$f' \approx f \left(1 \pm \frac{2v_2}{c} \right)$$

ha $v_1, v_2 \ll c$ ($i = M$ vagy F)

$$\Delta f = f_D = \pm \frac{v_2}{c} f$$

frekvencia eltérés (Δf) vagy
 Doppler-frekvencia (f_D)

(d) síkterüzetű art. Geppó, Jugg

$$\Delta f = f_D = \pm 2 \frac{v_2}{c} f$$

ha v és c nem párhuzamosak, akkor v helyett $v \cos \theta$

Sziárhódolás :

hátsóduer felé : meleg szél
 hátsóduerből elfelé : hideg szél

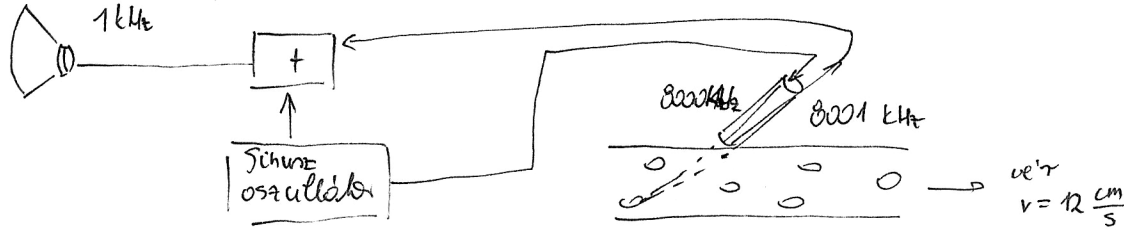
FART: Blue Away Red Towards

Üvöszekések, mint szörcentrumok

\rightarrow Doppler bevezetés áramlási irányhoz viszonyítva

cw : felpattanó hullám - adó és vevő közelmérsékletre (esemény mellett)

Útáthéregi jel



$$|f_D| = 2 \frac{v_r \omega \sin \theta}{c} f$$

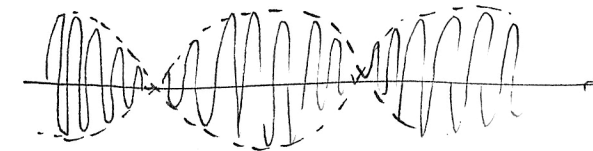
- pl $f = 8000 \text{ kHz}$
 $v = 12 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
 $c = 1600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $\theta = 37^\circ$

$\rightarrow f_D = 1 \text{ kHz}$
 (lebegés jelensége)

lebegés:

két hullám f frekvenciájú jel összegeként \approx kibővített

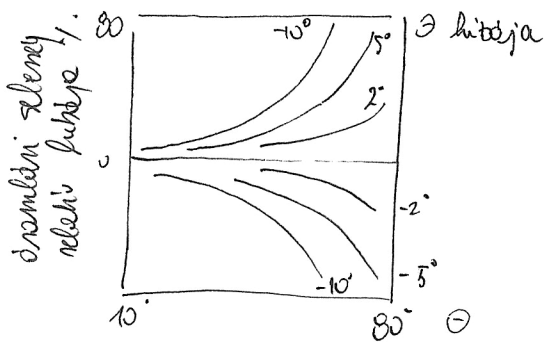
lebegő jelenség lesz:



a lebegés frekvenciája megegyezik az interferáló jel frekvenciájával. Jutón bejelel

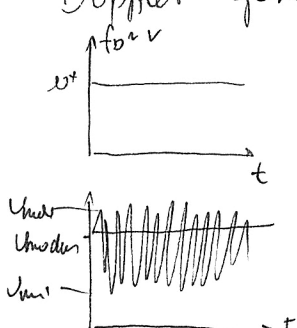
A lebegés frekvenciája már jól hallható a hangszóróban

Az ultrahang nyeldeb - irányulási szögénél hirtelen mértéke hogyan befolyásolja az áramlási sebesség hirtét



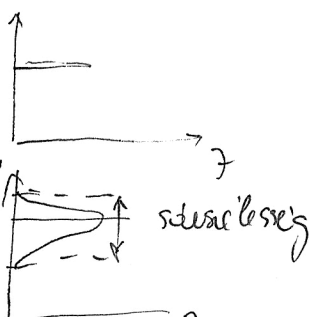
θ - ultrahang nyeldeb mértéke és az irányulási szög
 - rögzített jól kell hallatni

Doppler - görbék

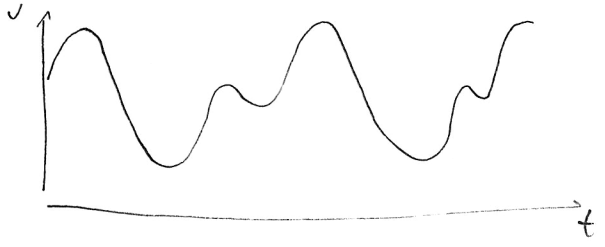


egy állandó sebesség (v^*)

egy sebesség változás v^* -sel

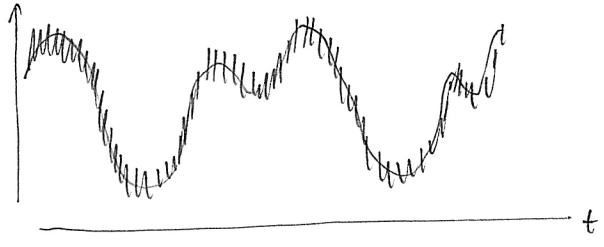


vértékelés - akkor végsőleg



← Minden időpillanatban egy elemi jel jellemző dráma

↓
azaz a elem nem egytelmi
- nem lehet egytelmién megkülönböztetni



← minden időpillanatban egy elemi-
elemmel jellemző dráma

Időkorrelációs módszer

(time domain correlation method, (VI))

Ha a reflektív felület / szórócentrum mozgog, akkor a telekített ultrahang jel a helyet rögzítve időben változik

Hasonló mintázatú ultrahang jelet észlelünk viszont kicsit később (ahová a reflektív felület / szórócentrum elmozdult)

Hogyan lehet a függvény mintázatának hasonlóságot keresni?

Két sorozat keresztkorrelációja:

$$r_i = \sum_j f_j g_{j+i} \quad - \quad f_j \text{ és } g_j \text{ sorozat keresztkorrelációja}$$

f_j megmutatja, hogy

- az egyik sorozatot i -vel eltoljuk a másikhoz képest
- az egymáshoz idő pontokat ~~össze~~ összehasonlítjuk
- a sorozatokat összehajlítjuk

A keresztkorreláció azon i érték adja a legnagyobb értéket, amennyivel eltolva az egyiket a másikhoz képest a legjobban hasonlítanak egymásra

Ha a keresett jel keresztkorrelálható a visszatérő jellel, akkor pont annál az időnél lesz maximuma, amennyi a kiderítő idő volt \rightarrow (keresett jelrel csak egy kis részeket vesszük)

Biomolekulák és sejtek mechanikai tulajdonságai

Élő sejtek: molekulagyógyászat skandzs

Az ódn melyny rajzfilm lett lemutatja a sejtek molekuláris
módszereit.

- mikrovezeték instabilitás → deplakizáció
- Jénezi - fehérje az rnsom helyében → Jénezi energiát
mechanikai energiát alakítja → a sejtek udát alkotó
mikrotubulák mentén helyes képes hasznos terhet
szállítani



- motanóba sejtekben lévő motorok
a motorok az mRNA szálakat vezénylik a magban
→ Jénezi fehérje gyűjtőpárba letele

szelken a vektorban Jénezi folyamatok vektor
vezeték megjelenése → azóban ezekben a folyamatokban
mechanikai erő vektor jelen.

A módszeren, amivel vizsgálni lehet ezt
→ biomolekulák mechanikája

A molekulákat egyenként Jénezi megvizsgálni - nem
sterilizáció

(1-2 értékű ez még elreprezentálható lett volna)

Miközben Jénezi Jénezi megvizsgálni a molekulákat.

1, Terleli kutkaplós adis Lüküwölödük
pärkuzanwas ukonelodon heledö flupmabl
pl. fehe'ne gombolypads

2, Wöheli kutkaplós adis Lüküwölödük
szobchertikus flupmabl pl. flupó'w purlógos
fluoreszens molekulák melé Lüképselwat → ezt addig
nem tudták, amíg nem volt ez a módszer
- ez a flupmet welen senni - egy senni matematikai
formulát nem tudunk is rleszteni

meg a fehe'ne gombolypads flupmablhoz:
lökölis energia minimumba lenil helen a fehe'ne'k
→ elöl asten Lüküwölödük - fehe'ne
- asóban Lüküwölödük welen itt meg rled
→ pl. Azhe'ne - kó -, diabé'tesz

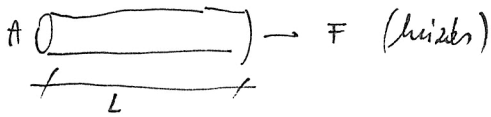
3, Bis molekulánis mechanika
Molekulánis nyelmeny, motor fehe'ne fukud
- line sin motor fehe'ne
- borké no fagyhol Lüküwölödük DNS

4, Egyedül arauosikón, Lüküwölödük szobchertikusban
Terleli es idöheli henzaport ukonelod (pl. w'uspani kulumok
allulánis allulánis mozgás, a'obztelekélis flamentumok
dinamikája)
- egyedi mikroszkoposk (Tonsy)
- alkin "speckle" mikroszkópia (Small)

Pönd a nyep huzandey
Mew teser nyelmassege 1.

Hook - öne'ny - reerzikélis anypüwölödük

az enő arányos a megnyúlással



$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta L}{L}$$

F: enő E: Young-féle modulusz

A: keresztmetszet

ΔL : megnyúlás

L: kiindulási hossz

húzóerő: $\sigma = \frac{F}{A}$

felhúzó megnyúlás $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$

nyújtási modulusz $\chi = \frac{F}{\Delta L}$

Anyag	Young-modulusz (GPa)
Cyémánt	1200
Acel	211
üveg	73
Plexi	3
Gumi	0.02
Selyem	5-10
Keratin	2.4
Athin	2.3
Kollagén	2
Tubulin	1.9
Elastin	0.002

Ebből a szempontból az a thin a plexihez hasonló tulajdonságú

Nem biztos, hogy az a mechanikai logika alkalmas a molekulák viselkedésére a meggörbítés, amit a merő testeknél megvárunk

Ugyanúgy nehéz mérni a molekulák hosszanti megnyúlását és az ehhez szükséges erőt.

Hajlítási (lebegési)



$$\chi = \frac{4\pi}{3} \frac{E r^4}{L^3}$$

F: enő χ : hajlítási nyújtási modulusz

E: Young-féle modulusz

r: sugár

L: kiindulási hossz

Geometriával össze függ a nyújtási modulusz

Termodinamikai rugalmóság

→ ennél a szakáltsági ptkban alkalmazható a molekulák dimenziójában

A polimer láncok alakját hogyan befolyásolja az állandó (veleken reni) ütközés?

Termikus (entropikus) rugalmóság

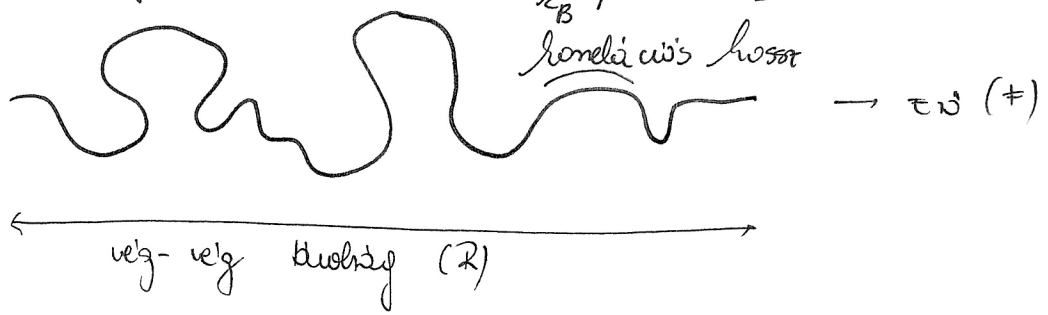
termikus gerjesztésre a polimerlánc random, ide-oda helyő fluktuációkat végez

→ nő a lánc konformációs entropiaja (elemi változók orientáció entropiaja)

Az entropikus lánc alakja és rugalmósága

$$\langle R^2 \rangle_{\text{free}} = 2 L_p L$$

$$\frac{F L_p}{k_B T} \sim \frac{R}{L}$$



F: erő

L_p : konformációs hossz (perezisztencia hossz, mely a helyő-merőket jellemzi)

k_B : Boltzmann-állandó

T: abszolút hőmérséklet

L: kontúr hossz

$\frac{R}{L}$: relatív megnyúlás

Volt egy simuláció - 0 K-nél felmelegített ~~polimer~~ polimer amikor meg lett hűtve: lefagyott volt a lánc melegítve: rövidült

Azaz és rugalmóság jól össze függ

Merő lánc - szimultán lánc mikrohullám

$L_p \gg L$ persistencia hossza jóval nagyobb, mint a kontúrhossza

Szemiflexibilis lánc -  aktin filamentum

$L_p \sim L$ a persistencia hossza nagyjából megegyezik a kontúrhosszal

Flexibilis lánc  titin molekula

$L_p \ll L$ persistencia hossza jóval kisebb, mint a kontúrhossza

Kontúrhossz: polimer kinyújtott hossza (kontúr mentén mért L_c)

persistencia hossza: a polimer axon hossza, amelyre meglankja az irányváltást (nem lefektet)

→ felgyűlt, mint axon ~~hossza~~, legrosszabb esetben hossza, ~~amely~~ ~~amely~~ amely még mekkora területe

Hogyan fogunk meg egy molekulát?

- lézerfényrel passzív részecskéket lehet manipulálni lézercapssal meg lehet ragadni egyetlen mikrogöngyöt (~1µm nagyságú átmérő)

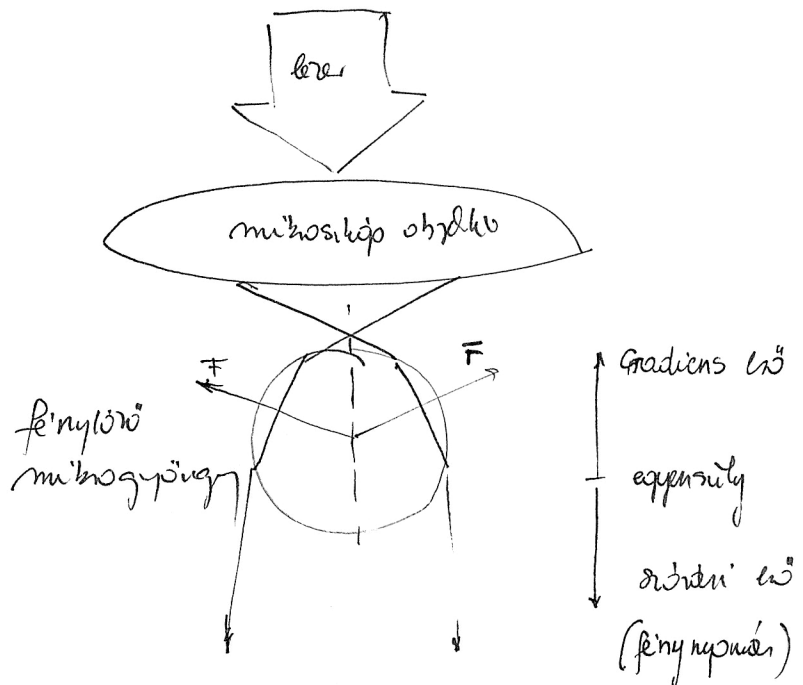
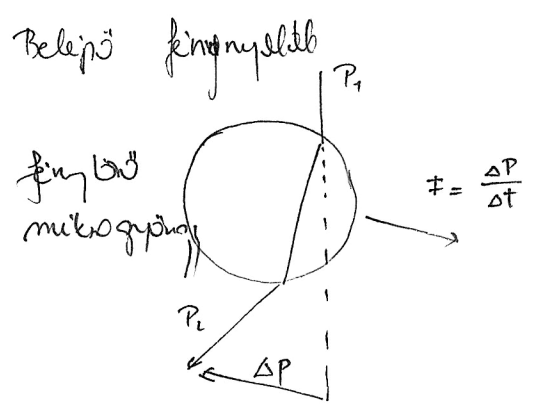
- ezzel, mint fogantyúval meg tudjuk ragadni a molekulát (ami ~10nm nagyságú méretű rendelkezik)

→ két nagyságrendnyi különbség van a mikrogöngy

és a molekula mérete miatt

dezenfringt egy jól irányított szét fókuszáló, annak nyomára
eleget a szét mozgására. Ezen az elven alapul a
lézerscipesz. Ha a szét fókuszálható nagyobb a
környezetnél, akkor a lézerscipesz a szétet a fókuszba
húzza, és egy másik helyre lehet vinni.

4 fókuszelt lézerrel egy folyadékcellán belül köldözni lehet
parányi részecskéket, mikrogöngyöket, és nem csak blokkolni,
de megfogni is lehet



Hogyan ragadjunk meg egy molekulát?

Például „molekulahorgászattal”

Fotoreaktív keretkötők → nem specifikus fókuszáló N_2 (axid)
csoport - UV megvilágítás

UV fénnyel megvilágítva a mikrogöngyöt → rövid idő alatt
 I_c → Jouleens Jólis alatt ki a környező molekulákkal

optikai kábellel → UV fókuszát irányítva a molekula
felületére

lézerscipesz : fókusz impulzust hordozza

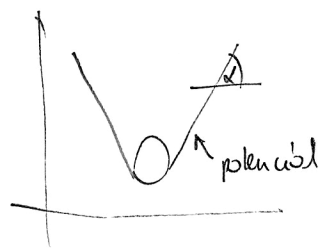
a mikrogyöngyön általános lézer → fényforrás
 → foton nívó megrögzítés → impulzuselbocsátás
 → a léz impulzusa is meg fog változni
 → a mikrogyöngyre ez fog hatni

A fény nyelést fiktívnak → a gyöngy egy részén van, a másik részén az a helyen el a lézer → ezáltal az eredője a lézer fotonok száma lehet →

ezzel ellentétben a fénynyeléstől adódóan
 → c fény sebességű tart
 → rögzített tart

Potenciális mérték → A lézer-nyelést egy virtuális nyelést
 → a lézer-nyelést úgy nézzük, hogy egy potenciál-gödör alakul ki → ebben van a mikrogyöngy

Ha ebből számoljuk a mikrogyöngyöt - ez lehet az



→ a potenciál-gödör oldalánál a megerősítés
 lesz a megerősítés

$$F = K \Delta x$$

$$\Delta x \sim 1 \text{ nm}$$

$$K \sim 0,01 - 1 \frac{\text{pN}}{\text{nm}}$$

$$F \sim \text{pN}$$

pN lehet az olyan kicsi erő, amit kimenteni nem tudunk (pl: fénynyelést ez c sebesség ellen a körülményben van)

videón: aktív fémmentes lézert

- 7nm-es fúval lehet véget lézerimpulssal fűzhető meg
- nem engedték el a csomó Jüelér Qörben
- azért lehet, mert mincse fogathyú nyit

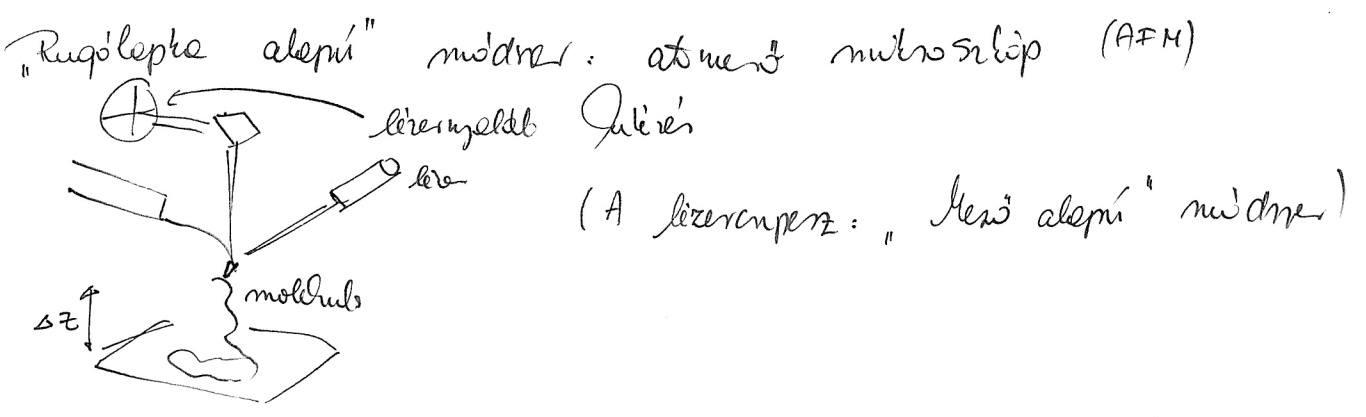
Ha fluoreszcens molekulát teszünk az aktin filamentumra, akkor látható a csomó Jüelér fűzhető

- ha a csomó Jüelér után meghúzzuk - elmozdít a filamentum

Ha ugyanazt DMS-vel tette meg, nem sikerült el Aktin filamentum - nem Jüelér polimer
 DMS - Jüelér Jüelér - fűzhető desztar Jüelér
 Az aktinról a felmeredáshoz töltés és is Jüelér

Mekkora erő kell a molekulát megmozdításához?
 - lézerimpulssal ezt is lehet mérni

Egyedi molekulák mechanikai manipulálása
 Atomi mikroszkópia - egy másik módszer a lézerimpulssal mellett



Rugóleptű elhajlását a rándógóltól és uszározástól lézerimpulssal elmozdításából mérjük...

Feynman: a nanotechnológia elindításának tiszte
 (gomboski fűzhető felvinni a képer Fatenmice Enciklopédia kiadvány - atomi, kristályi szinten elhelyezhető)

AFM mint pörtyögő sponda mikroszkóp

- pörtyögza a minta felületét

há görbületi sugara 10 nm nagyságrendű

- piramis alján hi

trükköt a hi tükröli ki hegyezéseire

C-nanocső - a hi végeiről felőg

A felületén, a részleghosszáig annál nagyobb, minél keskenyebb a hi hegye

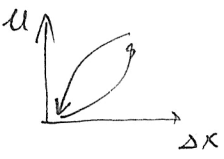
A hi hegyét ~~adatokkal~~ jellemezik a C-nanocsőhöz transzmissziós elektronmikroszkópon - e kombináció → ezzel oda lehet legyenteni a nanocsövet a hi végehez

Rezocelehomos hatás

Dirlet rezocelhomos hatás: Iszonyos kirotykoláson mechanikai deformálásra fellepő elrhomos polamráció

Muraz rezocelhomos hatás: Iszonyos kirotykolásban polamrációk után még hatékony fellepő deformáció

területen részt mutat:



Nem elég az elmozdulást a frekvenciától megváltoztatni

Visszaváltás ról.

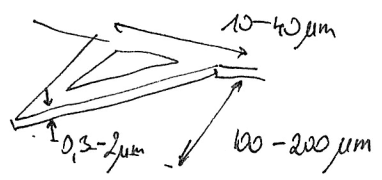
A hi jölesénket a felülettel - a jölesénketes kórsáffigggő

- ezt a jölesénketet mérni

- a rezocelhomos kirotykolással a kórsáffigggő állítható egy célérték - visszaváltás ról.

mindig úgy állítható a kórsáffigggő, hogy próbáljuk kórsáffigggő a célérték

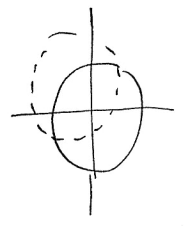
Rugólepték méretei



Rugólepték járuléka

Si-lepték mérése hi a piramis alján ki fordult
 → one visszük ná a lepték anyagát egy réteget

A leptéknél visszavonódo lézerfény egy nagy szobai értékelő
 enik → az egys oszlató látható fényintenzitás



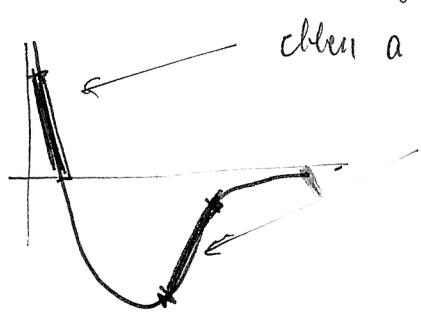
Jutalombegét mind - ha pont Jólépre end
 a fény - < Jutalombeg keres

Képalotás módok

0.5 uLLá uos mód - biológiai minták értékelés idején

Kontroll mód

Erő - elv és duktus görbe



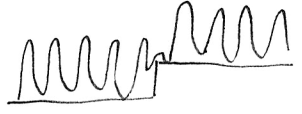
ellen a kontúrban: Kontroll mód

ellen a kontúrban: nem Kontroll mód

Kontroll íxemmód:

- minte és hi flegmatoron értékel
- almalma: fleg kemény felületek vizsgálata (pl. mikro-
elválasztásban)
- szabályos: eltérő illandó szinten kétsz a
z-precis állásánál függvényben

Nem foltot ünnöcs (AC)

- mino es hi folt mino flyanatos fopaslet
- pulzáló mintor unyolatne abbelmes (pl. feherje, DMS)
- szelályokás: hi rezgeri amplitudojduer allando suiden

 kutare a π -piro mozgatinduel
- ha utborit a felitet jellege - a hi alatt utborit az amplitudo es frezi (jixbb meriteklen frevencia)
 - Jutlonkoró kothasotok (magasság kothasot / amplitudo kothasot / frezi kothasot)
- Jöreg lehet folyadék vagy levegő (szelöt minto)
 - szellőcsös mód

Kölső A kothat módben - hi sezi'he'zevel lempusot tudunk Jösu'teni - Jölen eröt is tudunk mérni - kövélis nyelmarány megállapítene

Ideális repelrotos feltékeli

Felmin: Jössö a mintot

Nem specifikus Jöte's: onldm, grafit

Specifikus Jöte's: krentöbblul (amino-, carboxil-, SH-csoportok)

± felmin legyen simo (lehetőleg atomi simaságú - onldm, grafit)

Rugólep: legyen kellően flexibilitis, $\lambda \approx 50 - 0,03 \frac{N}{m}$

Rugólep hi'je: nem abdulhat hi erös intenzitot a mino es a hi Jötot

átme'nyje legyen "minet kirelt": 5-80 mm

Minko: legyen minet lepszalt ne legyen unyözus

Az A≠M kísérlet:

- időfelbontás: picos nagyságrendű érték
- Csak felminköz Qóitt mintá vizsgálható
- Csak felminköz közlő folyamat jövehető nyomon

Nanolitográfia

litos: Qó gráfia: rezolúci

Molekularengedezés atomos mikroszkóppal

- a ki közlő a mikróhoz - kialakul vele jövehető
- (jöttőreped) - felminköz nyílt az
- hog a nyílt est mémi tudj, lehetémi kell a
- o nyíltépedt → tudni kell a nyíllandópedt

Termikus nyíltépede felminköz

nyíltépede ~~nyíltépede~~ nyíllandópede megjelölésére adott módosul mikros felminköz

Termikus módos:

- feltételezzük, hogy a nyíltépede harmonikus oszcillátor
- elho az ekvipartíció téli állapot

$$\frac{1}{2} k_c \langle \Delta z_c^2 \rangle = \frac{1}{2} k_B T \rightarrow k_c = \frac{k_B T}{\langle \Delta z_c^2 \rangle}$$

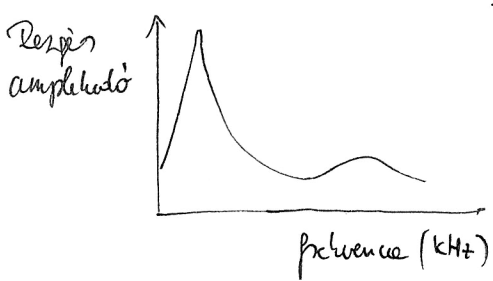
k_c : nyíllandó (est oszcillátor megjelölésére)

$\langle \Delta z_c^2 \rangle$: ellenülé megjelölésére

$\frac{1}{2} k_B T$: egy szabványi félre jutó átlagos energia

Mert a termikus régeit → a nyíltépede kiteresés

Fourier - spektrumát vend



- a saját frekvenciánál az ened amica
- it mer a~~z~~ amplitudót → átlagos ellenülé

Bioanyagok: Biológiai makromolekulák és polimerek és
tulajdonságai. Gél és zselésedés.

Záró feladat

Az anyagtudomány az anyagok szerkezetével, tulajdonságaival,
a szerkezet és a tulajdonságok közötti összefüggésekkel,
a tulajdonságok megvalósításának,
valamint új tulajdonságú anyagok előállításának elvi alapjaival
foglalkozó tudomány

A biológiai anyagtudomány az anyagok szerkezetével, tulajdonságaival,
a szerkezet és a funkció közötti összefüggésekkel,
a tulajdonságok megvalósításának, valamint új tulajdonságú
biokompatibilis és biodegradálható
anyagok előállításának elvi alapjaival foglalkozó tudomány

Technikai anyag

- monolit
- állandóság
- konkrét, átvitt
- passzív
- mechanikai sztruktúrák
- nanotechnológia
- újabb energiák forrásai
- széles körű

Élő anyag

- hierarchikus
- flexibilis megújulás
- ön-gyógyulás
- alkalmasok képzés
- ön-szerveződő sztruktúrák
- bio-nanotechnológia
- ATP
- mozgás, átvitt

Technikai szerkezet

- tulajdonság
- felhasználás

Élő szerkezet

- tulajdonság
- funkció

A technikai anyagnál ama több szűk, hogy az anyag tulajdonságai minél állandóbbak maradjanak

biológiai anyagnál viszont állandó megújulás van.

A technikai anyag idővel a használat során és megfűt is.

A biológiai anyag viszont regenerálódik, gyógyul.

A technikai anyagok passzív módon alkalmazhatók a Gőmgyere-
ritkhez (bár a modern szerkezetek)

A biológiai anyagok homeosztázisban vannak - dinamikus egyensúly
- ahhoz közelebb a Gőmgyere-
ritkhez

A technikai anyagot a megnövekedett igények miatt, a biológiai anyag
in szervesítő struktúrával rendelkeznek.

A nanotechnológia a modern technika új irányzata
- ellessük a biológiai anyagból a tulajdonságait, működését

Míg a technikai anyagok sokféle energiával rendelkeznek, a
biológiai anyag csak az ATP-t használja.

A technikai anyagoknál a cél a felhasználás,

A biológiai anyagoknál a cél a funkcio (munka)

Biológiai anyagoknál (biológiai anyagoknál)

az előrelépést ~~elő~~ alkotó

az elő szerkezet által előállított - vagy beépített (szintetikus)

anyagokat nevezzük

Biometrikus anyagoknál azokat a szintetikus anyagokat nevezzük,

amelyeknél összetétel, szerkezet vagy funkciókat

a természet által adott példák alapján készítenek

→ a feladat az, hogy minél több ilyen anyagot

alkossunk elő

A anyag tudományai követelmények

Biokompatibilitás:

A biológiai sz.-rel (többnyire emberi szervezet),
vagy biológiai anyaggal való közvetlen összehatásig
Többnyire humán felhasználást értendő alatta

Éz túl általános fogalom - lehet részlekezni

- Húszókompatibilitás - szövetekkel

- Hémókompatibilitás - vérel

- Celluláris - sejtekkel

Nem biztos, hogy mindannyi teljesül

Biofunkcionális

Az adott anyag milyen mértékben képes betölteni a neki szánt
funkciót. → biológiai funkció mimézise

Biokompatibilitást befolyásoló Φ tényezők

- kémiai tulajdonság → több dolgot értendő alatta

- konhíció - a molekulában az atomok kapcsolódási
sorrendje

- konfiguráció - az atomok térbeli elhelyezkedése

- konformáció - a molekulák val azok a lehetséges térszerkezetei,
amelyek egy-egy rotációs körtől átfordulással
átmehetnek egymásba

- kémiai szerkezet

- degradáció - szervezet lebontása

- hidrolízis - kémiai folyamat, amelyben a víz az egyik
reaktánsként - a víz összetevői (OH^- és H^+) a vízben
feloldott, felbomlott molekulák töredékeihez kapcsolódnak

- adsorpció - víz, gáz vagy folyadék megkötése egy
szilárd felületen

- deszorpció - felületen megkötött gáz felszabadulása

- Fizikai tulajdonságok
 - sűrűség / rugósság / reológia / nedvesség ...
- Felületi tulajdonságok
 - erózió, oxidáció, süllyedés

És a legfontosabb → az első szeméret ezzel társított

Nem csak az anyagból függ a biokompatibilitás, hanem a legfontosabb dologtól is:

- Szémi állapot
 - életkor / nemesség / gyógyulás ...

Ennél a viszonyok között nagyon nehéz

→ in vivo kint ↔ in vitro kint

Kémiai biokompatibilis anyagok

fehér:

- Ti és ötvözei (pl. Ti6Al4V)
- Co - Cr - Mo
- Mg

És körül a Ti a legfontosabb

A Mg azért rossz, mert míg a Ti ötvözet stabil, a Mg biodegradálható

Emlékező fehér: NITINOL (Ni és Ti ötvözet)

hőmérséklet hatására meg tudja változtatni az alakját (megregyzi egy bizonyos állapotot)

Ezért lehet olyan, és ott a test mely hatására megváltozik az alakja → visszahívás az eredeti állapotba

Biológiai biokompatibilis anyagok

Biológiai eredetűek

Biokémiia - átmenet a lógy és a kémény között
→ példák

Alumínium oxid - bioinert kerámia

Nagy nyomásviselő képesség, kopásállóság, kedvező súrlódási tulajdonságok,
kémiai stabilitás, bioinert, jó hővezetési és hőerősség, ellenálló a fémekkel szemben és a hőkezeléssel

Felhasználás: combnyer protézisnél moduláris díszítés

Környezeti hatás: mérgező, főleg a légkörben lévő szennyezőkkel szemben

Súrlódási H₂O jelenléte

(bioinert: nem lép kémiai, biológiai vagy fizikai kölcsönhatásba a szervezetrel, nem bomlik)

(súrlódási: pormetaallurgiai halmazok → szemcsék közötti súrlódás csökkentése érdekében össze fűzött szilárd testek alkatrészei)

Cirkónium-oxid - alumínium-oxid rendszer alternatívája

Fajlagosan olcsó, jó hővezetési, jó hőerősség, jó hőerősség, jó hőerősség, jó hőerősség

Felhasználás: kisebb átmérőjű combnyer fejek

Előállítás: ásványokból (zircon, ZrSiO₄, vagy baddeleyit ZrO₂)
nyomnyi vanádiummal és thoriummal

Kalcium - foszfát kerámia - bioaktív

Trikalcium - foszfát: csontpótló

Tetrakalcium - foszfát: fogcement

Bronz fém felületének szilárd lezárása

Szintetikus polimer biológiai

- vannak, melyek biokompatibilisak → vagy vagy úgy
lefogadja a szervezet (biológiai helyeken)
- vannak biodegradálható polimerok
vagy kémiai módon történő el
vagy biológiai anyagok hatására felbomló
kompozitumokat nem mérgezők

Biodegradációval megvalósuló menynyelés
→ ez az az egész biológiai

Biológiai macromolekulák és polimer közös és eltérő tulajdonságai

Közös jellem, hogy neppel vagy a molekulatömegük
Monomertől épül fel

Szintetikus polimer ↔ biológiai macromolekulák

A szintetikus polimerekben az ismétlődő egység szabályosan
jövethet egymást

A biológiai macromolekulákban sokféle egység sokféle
sorrendben jövethet egymást

(Műanyag → polimer + mindenféle töltőanyag)

A vegyestudás tudja, hogy az összehasonlító összehasonlító
→ ~~biopolimer~~ (2 vagy annál több egység)

- létezik:
- szabályos ismétlődés - alternáló
 - véletlenszerű ismétlődés - random copolymer
 - blokkos jövethet egymást - block copolymer
 - graft copolymer - elágazó biopolimer
(pl. fehérje)
- oldaltól is lehet blokkos

(homopolimere - u.az a monomere (jóléti vagy egy más))

(7)

A biológiai macromolekulák sokkal könnyebben kezelhetők
kegyelmségek leírásához

Van az egyik rendezett struktúrával, mint a DNS-hélix
→ ezt a struktúrát először szintetikus anyagokból
kísérletekkel

szintetikus helix pl: teflon, polipropilén

a láncon a két-cél szerinti rendezet

oldalpontok elhelyezkedése (közvetlen) lehet

- izotaktikus - az az egyik oldalon van az
oldalpontok

- syndiotaktikus - váltakozva van az egyik, hol a
másik oldalon van

- ataktikus - véletlenszerűen van.

a polimert felbontva a helix megmarad

a DNS felbontva is tartja a helix szerkezetet

u. a DNS-ben intermolekuláris kapcsolatok stabilizálják

a helixet, a szintetikus polimerben viszont a
kapcsolatok hiánya miatt általában a spirális szerkezet

Molekulatömeg eloszlás:

A szintetikus polimer - polidiszperzió - azaz a
sűrűségi mérték, azaz a különböző szint polimerok

biológiai macromolekulák - monodiszperzió (?)

(ha a diszperzió kicsi (nagy) azaz a méretkülönbség a
alacsony, akkor a sz. monodiszperzió)

A molekulatömegköltséget kifejező:

szám szerinti átlagolás:
$$M_n = \frac{\sum n_i M_i}{\sum n_i}$$

Ömög szerinti átlagolás $M_m = \frac{\sum_i n_i \cdot M_i^2}{\sum_i n_i \cdot M_i}$

$M \sim 10^4 - 10^8$

A két mennyiség hányadosa a polidiszperzitásra jellemző

Polidiszperzitás = $\frac{M_m}{M_n} \geq 1$

ahol egyelő t-gyel (ahol egyelő a két átlag), ha monodiszperz anyagból van szó minél nagyobb a polidiszperzitás (minél eltérőbb a molekulatömeg) annál nagyobb ez a szám. gel permutációs kromatográfiával lehet ezt mérni

Tenzorszűrés:

statisztikus gombolyag,

a molekula kintörköt részei közt független egymáshoz képest - a rotációs állapotok egymástól függetlenek - valószínűleg nem lehetnek szűrés, statisztikus gombolyag alakul ki

molekulatömeg: $M \sim 10^4 - 10^8 \rightarrow$ ekkor nem tudjuk megmondani a molekula méretét

Szálalás tesztelés

a méretet az határozza meg, hogy hány egységből épül fel, az ismétlődő egységek számából

\rightarrow a rotációs állapotok egyelő nem független egymástól - nem lehet fel adni a lyuk

rotációs állapotok...

Hagyományos láncú polimerrel térszerkezetével jellemzően
Ha a rotációs állapotok egymástól függetlenek

→ 3D bolyongási probléma

lépéshossz: monomer egység hossza

Jelölés: N számú véletlen irányú lépés után
milyen messze jutok a kiindulási ponttól
(a lánc végénél a közlége milyen messze lesz
az elejétől)

Számítógéppel lehet szimulálni

A méret szempontjából a lokális közlége, vagyis a
részecskék (szegzések-e, vagy mérők e rc)
nem számít

A számításnál minden irány egyforma valószínűséggel

→ bolyongási probléma

széles körben számításot végeznek, és ezáltal jellemezhető
átlagot → hogy a közléget milyen mértékben
oltsák ki egyenlőt, szegzések átlagot számuként

az átlag: $R = a_s \cdot N_m^{\frac{1}{2}}$

→ arányosság emelkedik a szimulációt a monomer
egységek számának a gyökével lesz arányos
a két vég közlége

(a diffúzióval is a bolyongási problémával összekapcsolható
→ $\langle r^2 \rangle = 6Dt$ 3D-ben)

a bolyongási probléma nem teljesen pontos a polimerrel
értékek, mi: a szegzések pályáját nem mérhetjük át
a polimer

→ önálló bolyongási probléma
(szűrt közléget lehet)

Az önellentő bolygóknak minven analitikus megoldás számító gépek simulációval:

$$R = a_s \cdot N_m^{\frac{3}{5}}$$

0,5-öt 0,6-ra nő a tényező

(Az a bolygóknak programi megvalósítás, ha olyan csapadékot, ahonnan nem tud tovább haladni) \square

→ reális önellentő bolygók - először nézi a program, hogy mekkorán olyan helyre, ahonnan nem tud tovább lépni)

Szállás helyek egy láncú polimer leírásánál nem olyan nehéz a normál bolygóknak problémáira

(valószínűleg - van egy pont, ahol ugyanolyan viselkedik, mint az ideális - holt pont a polimerrel is van ilyen → két állapot)

Az oldatban már ez nem érvényes → itt az önellentőket kell megvizsgálni

Gömbszféra koncentráció

Ötágos koncentráció

$$C^* = \frac{N_m \cdot V_m}{V_{tot}}$$

$$V_{tot} = \frac{4R^3 \pi}{3} \sim R^3$$

gömbszféra térfogata (gömb térfogata) - ötágos szférát megkérdezhető

N_m : molekula elemszám a szám

V_m : egy molekula ötágos térfogata

Az előzőekben (a bolygóknak problémáira megvalósítás)

$$\rightarrow R = a_s N_m^{\nu} \quad \nu = \frac{1}{2} \text{ v. } \frac{3}{5}$$

$$\rightarrow V_{tot} \sim R^3 \sim N_m^{3\nu}$$

a képlet alapján: (v_m -et dőlendőnek tekintve)

$$c^* \sim \frac{N_m}{V_{\text{cell}}} \sim \frac{N_m}{R^3} \sim \frac{N_m}{N_m^{3\nu}} = N_m^{1-3\nu}$$

$$c^* \sim N_m^{1-3\nu}$$

ideális eset $\rightarrow \nu = \frac{1}{2} \rightarrow 1-3\nu = 1 - \frac{3}{2} = -\frac{1}{2} \rightarrow c^* \sim N_m^{-\frac{1}{2}}$

(3D kölypungés probléma megoldásból)

reális eset $\rightarrow \nu = \frac{3}{5} \rightarrow 1-3\nu = 1 - \frac{9}{5} = -\frac{4}{5} \rightarrow c^* \sim N_m^{-\frac{4}{5}}$

(önellenítő kölypungésből)

- oldószerben ez nem

Az általa koncentráció a macromolekula méretétől (elmeile a számától), nem a struktúrájától függ a koncentráció (keimbán ez általában nem így van)

ez egy rugalmas objektum \rightarrow

fraktális jelű viselkedés

a fraktális két dimenziójú objektumok

a dimenzió azt mondja meg, hogy az objektum tömege a lineáris méret melyik hatványával arányos

egy ilyen struktúrájú gömbölyös rész

1,7 dimenziós

Entropia rugalmasság

a polimeri rugalmasság

a rugalmassághoz se nem a Hooke-törvény írja le

- mindig van benne nem lineáris tag

neo-Hooke-törvény:

$$\frac{f}{\tau_x^2 \pi} = G (\lambda_x - \lambda_x^{-2})$$

$\frac{f}{r_0^2 \pi}$: nominális feszültség - $\frac{e \cdot s}{\text{keresztir. felület}}$

G : "nyíró" modulusz

λ_x : deformációs arány - relatív megnyúlás

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

ν : Poisson-arány \rightarrow egyirányú ~~deformációnál~~ deformációnál a keresztirányú alakváltozás és a hosszirányú alakváltozás viszonya

Hirtelen megnyújtott gumi: adiabátikus \rightarrow nincs energiacseré a közelléssel

\rightarrow össz. entropia állandó

a polimerknél a megnyújtásra kiegyenlítődik a polimer gömbölyöské \rightarrow ezáltal csökken az entropia, azaz viszont a hőmérséklet növekedésével az az entropia növekedéssel ~~kiegészíti~~ egyenlődié $T_i \dots$

Gumi: melegítés hatására össze húzódik

az is azért van, mert a kinyújtott gumi: a polimer láncok is nyújtottak \rightarrow a kinyújtott polimerlánc entropiaja kisebb, mint az összegömbölyödött polimerláncé, így a hőmérséklet növekedése növeli az entropiát az entropia pedig úgy növekszik, ha a kinyújtott polimerláncok összegömbölyödnék, vagyis a gumi: össze húzódik

Kérdés: mennyire az energia és mennyire az entropia hatására megy a rugalmasítás?

Szabad energia: $A = U - TS$

~~U: entalpia~~, T: hőmérséklet, S: entropia
U: belső energia

(Szabad energia együtt értelmezve az energiaminimum és az entropiamaximum elvét \rightarrow azot minimalis az érték, a nem egyensúlyban van)

\rightarrow a rendszer megközelíthető energiája

Állandó hőmérsékleten és térfogatra vett hosszúság szerinti parabolás demutáció megadja az ért:

$$f(L) = \left(\frac{\partial A}{\partial L}\right)_{T,V} = \left(\frac{\partial U}{\partial L}\right)_{T,V} - T \left(\frac{\partial S}{\partial L}\right)_{T,V}$$

$$f(L) = f_U + f_S$$

\rightarrow az elmozdulástól (hosszúságtól) függő erő két részre bontható \rightarrow egy energiából és egy entropiából függő rész

(az elmozdulástól függő erő - a rugalmas erő)

Az erőre kell megvizsgálni, hogy ez a két komponens hogy viszonyul egymáshoz (melyik a nagyobb?)

Hő entropia a szabad energiából származtatható:

$$S = - \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)$$

mi: differenciális változatra:

$$dA = -SdT - pdV \rightarrow SdT = -dA - pdV$$

$$\rightarrow S = - \frac{dA}{dT} - p \frac{dV}{dT} \rightarrow \text{állandó térfogatra vett (dV=0)}$$

hőmérséklet szerinti parabolás demutáció: $S = - \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)$

azt lehelysten'nyit az $f_s = -T \left(\frac{\partial S}{\partial L} \right)_{T, V}$ Dupletbe \rightarrow

$$f_s = * T \frac{\partial}{\partial L} \left(\frac{\partial A}{\partial T} \right) \underset{\substack{\uparrow \\ \text{dimenzió nélküli}}} = T \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial A}{\partial L} \right) = T \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right) \underset{\substack{\uparrow \\ f(L) = \frac{\partial A}{\partial L}}}$$

$f_s = T \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right)_{T, V} \rightarrow$ az entropiával függő rugalmas erő

ezen Duplet alapján az "önnyel mérhető" mennyiség

ha ezt levonjuk a teljes rugalmas erőt, megkapjuk az energiából származó rugalmas erőt:

$$f_u = f - T \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right)_{T, V}$$

$f_s = T \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right)_{T, V} \rightarrow$ állandó hőmérsékleten és hosszon mérjük a rugalmas erő változást

Gumindól ezt megmérve azt kapjuk, hogy:

$$f \approx f_s \gg f_u$$

a gumi rugalmassága az entropiával függ

(Mivel több oldalról van, az azonnal lecsúszhat elnevezés)

Gélek

A géleket "önnyel mérhető", mint definiálva (P. J. Flory)

Flory - Nobel-díjas \rightarrow a polimer láncok megalkotója

Átmenet a szilárd testek és a folyadékok között

Több jellegzetesség:

- 3D szerkezet

- nagy mennyiségű "fluid fázis"

fizikai gélképzésüket megkülönböztetjük - az egyik az oldószerrel, nemoldószerrel - oldószerrel és szolventtel oldószerrel és a termodinamikai tulajdonságait a feladatokat leírhatjuk

3D + laka szerkezet - abban nagy mennyiségű fluidum van
A fluidum megcsúszhat, hogy a laka víz összeessen
A laka víz megcsúszhat, hogy a fluidum szűklyon

3D (terhelés) szerkezet:

- macromolekulák
- kszidok
- mikrofilamentumok

fluid fázis:

- víz, vizes oldat → hidrogel
- szerves oldószer → organogel
- gáz → xerogel

Termikus stabilitás alapján lehet:

- termoreverzibilis → fizikai gél
- permanens → kémiai gél

fizikai gélre példa a szelatin - ha felmelegítjük, megolvad a gélrendszer - szűkül

kémiai gélre példa a puting - felmelegítéssel oldódik, mint megolvad.

az az összeható erőből függ

Gélekedés:

az oldat hőmérsékletét növelve - nő a viszkozitás egyrészt és a (a gélpontból) - hiába van a nemoldószerrel együtt a laka tartó laka az oldat

viselkedés → gelpont hőmérséklet
gelpontnál nagyobb hőmérséklet

nyúlás modulus → a gelpontnál jóval nagyobb

adatok → gelpont → súlyos test

polimer gél → nyúlás

szappan gél → viskoelasztikus

rosszabb gél → merev

lehet Jellemző: Jellemző és Jellemző gél

Fizikai gél jellemzői:

- kristályosítás
- helix jellemzői
- H-hid kötés
- Coulomb- kölcsönhatás

Kristályosításról úgy kell gondolni, hogy a polimer képes mértékben nem kristályosodni, csak részben

Helix jellemzőire példák a fehérin → az esetileg helix kollagen felépítését strukturális a minőség
→ ezekből egyre jobban újra kialakul a helix

Kémiai gél jellemzői:

- krosszlink
- krosszlink polimerizáció

A monomerekben két funkcionális csoport is van, ami el tudja lépni a másik molekulát → lineáris struktúra

úgy a monomerekben 3 v. több funkcionális csoport
→ krosszlink struktúra

"Furca" vezérlés

- Jutón leger termodinamikai r.
- fröktel objektum
- entropia dominancia
- szűkeltan termodinamikai egyensúly
- "brz" diffúzió
- anyagi intelligencia

A gélek fizikai terkelmo nagy

- 10- ∞ , 10- ∞ , sőt a jó minőségű
 zselék 100- ∞ is lehet a fizikai
 terkelmo a rendszer anyag terkelmohoz képest

Pasztyi részecskéktől, nano méretű anyagok (pl. anyag)

- is lehet gél önállóan
- elektrostatikus kötés - elektróval legiblia
 - nem egyedi aggregátumok, hanem gél - a koncentrációtól függően

Gétesedés elmélet

számítógépes fizika - nem analitikus
 perkolációs elmélet (percolation - Lóve'főző)

-> el kell tudni a darab Lóve'zemi optimális
 sűrűségét (sem a hit laka, sem a hit ömött
 nem lesz jó a Lóve' lefőzések)

Egy nagyon szeg-pel véletlenszerűen helyekről el részeshelut

- > Hány részeshelut kell véletlenszerűen lenni ahhoz, hogy
 legelőször megjelenjen a vezetés út?
 -> Ez a gél pont

Az első út megjelölése hogyan függ a koncentrációtól (18)
és hogyan függ a hőmérséklettől

Addig kerülünk aggregátumoktól, amíg ~~az~~ minnen olyan út
lehetővé valószínűség - ahol hiányzik a vezetés út
→ perkolációs küszöb

A számítógépes módszer többféle lehet.

- részecskéket dobálunk
- Jöteket dobálunk