



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

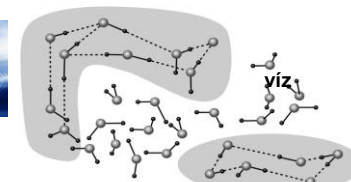
2.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok

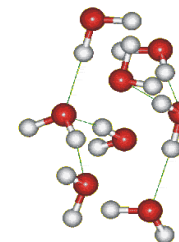


1

Folyadékok



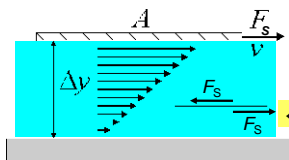
- saját térfogat
- nincs saját alak/folyékony – nincs belső nyíróerők
- rövid távú rend
10-100 nm nagyságú, rendezett, dinamikus változó tartományok
- sok szerkezeti hiba
- magas mozgási szabadságfok
- izotróp



2

Viszkózitás (η)

(fluiditás $\sim 1/\eta$)



Newton-féle súrlódási törvény:

$$F_s = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \quad [\eta] = \text{Pa} \cdot \text{s}$$

viszkózitás (belső súrlódási együttható)

← nyíróerők!

$$\frac{F_s}{A} = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \quad \text{sebességgradiens}$$

$\sigma_{\text{nyíró}} = \eta \cdot g_{\text{sebesség}}$

$$\eta \sim \frac{F}{v}$$



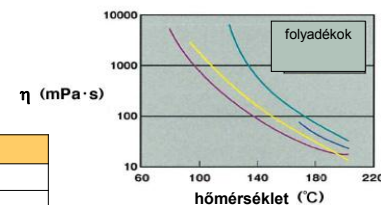
rotációs viszkoziméter

3

- η függ:
- anyagi minőség
 - hőmérséklet

Néhány anyag viszkozitása:

anyag	η (mPa·s)
levegő	0,019 (20° C)
víz	1 (20° C)
műnyál (USA szabadalom)	2–10
glicerin	1500 (20° C)
metil metakrilát monomer	0,5 (25° C)
etilén glikol dimetakrilát monomer	3,4 (25° C)
cink foszfát	95 000 (25° C)
cinkoxid-eugenol	100 000 (37° C)
szilikon	60 000-1 200 000 (37° C)

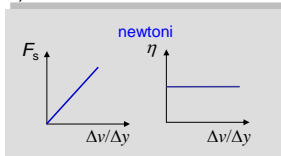


4

η függ: • nyíróerők/sebességgradiens (sebességesítés)??

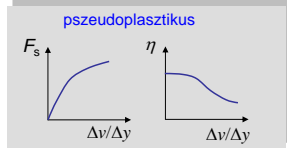
Normális (v. newtoni) folyadék:

A viszkozitás a hőmérsékleten kívül **nem** függ egyéb tényezőktől (pl. a sebességesítéstől, ill. az áramlási sebességtől).

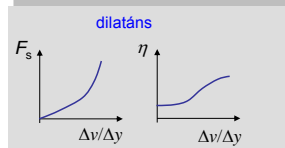
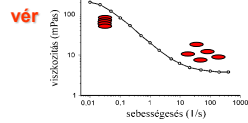


Anomális (v. nem-newtoni) folyadékok:

A viszkozitás a hőmérsékleten kívül **függ a sebességesítéstől**.



pl. nyál, polikarboxilát cementek, elasztomer lenyomatanyagok

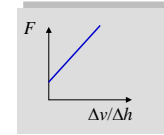


pl. műgyanta alapú kompozitok



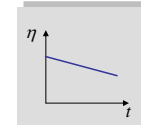
5

Bingham-folyadék:

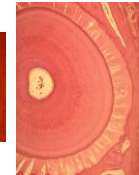


η függ: • idő??

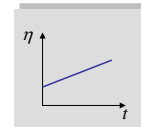
Tixotróp folyadékok:



pl. egyes lenyomat anyagok



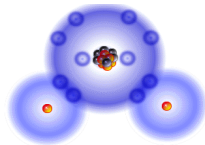
Reopex folyadékok:



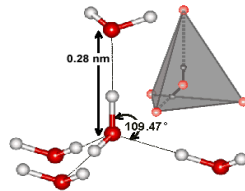
Nem összetévesztendő a pseudoplasztikus, ill. dilatáns folyadékokkal!

6

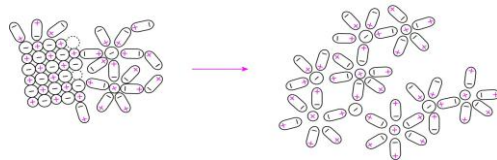
Víz



dipól



- magas fajhő, olvadás- és párolgáshő
- nagy felületi feszültség
- jó oldószer



7

Szilárd anyag

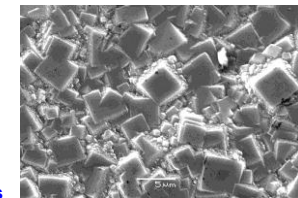
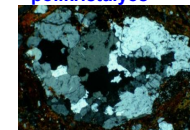
(kristály = szilárdtest)

kristályos

amorf

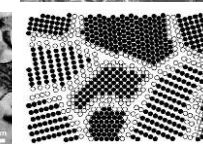
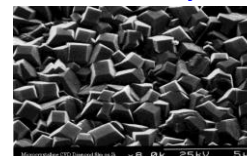
egykristály

polikristályos



mikrokristályos

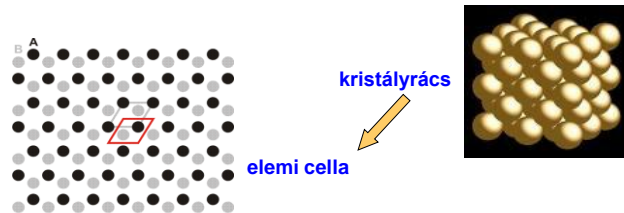
nanokristályos



8

Szilárdtestek (kristályok)

- saját térfogat, saját alak
- hosszú távú rend
makroszkópikus méretű rendezett tartományok
- periodicitás, elemi cella, kristályrács
- csak kevés hiba
- alacsony mozgási szabadságfok
- sokszor anizotróp



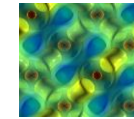
9

Kristálytípusok

- atomkristály



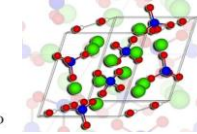
Si



- ionkristály

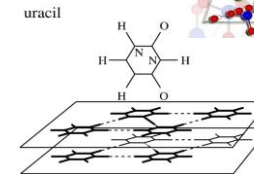


apatit



- fémkristály

- molekulakristály



10

kötés	egység	kötési energia kJ/mol	merevség?	olvadáspont? keménység?	vezetés?
kovalens	atom	100-1000	merev	magas	-
ionos	+/- ionok	500-1500	merev	magas	-
fémes	+ ion; elektron	70-900	hengerelhető	magas	+
H-híd	molekula	≈20	merev	alacsony	-
v.d.Waals	molekula/n emeszgáz atom	≈2	lágú	nagyon alacsony	-



gyémánt



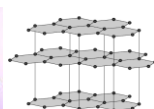
só



arany



jég

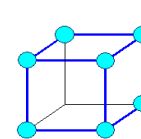


grafit

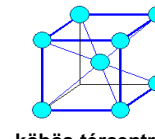
11

Kristályrács típusok

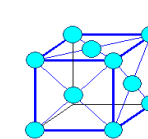
köbös



köbös egyszerű

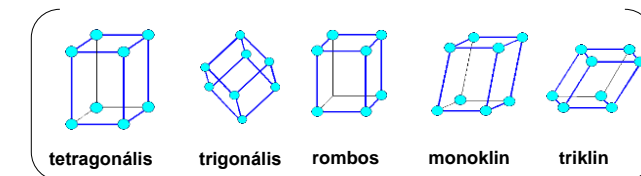
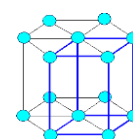


köbös tércentrált



köbös lapcentrált

hexagonális



12



13

Polimorfizmus

Például:

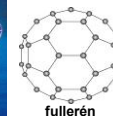
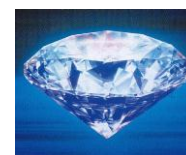
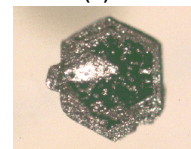
SiO_2

tridimit

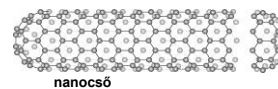
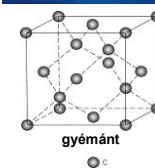
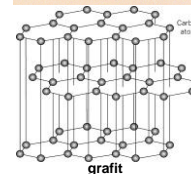
krisztobalit

kvarc

szén (C)



ón (Sn)

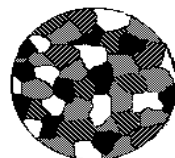
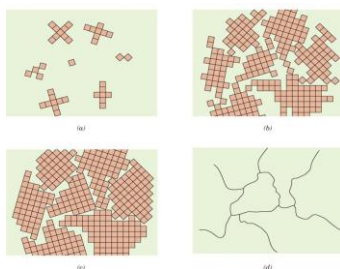


elemek polimorfizmusa =
allotrópia

14

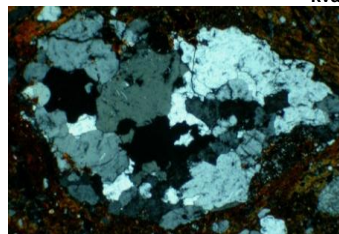
Polikristályos anyagok

- mikrokristályos
- nanokristályos



szemcsék

polikristályos
kvarc

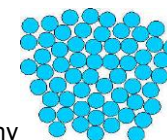


- szemcsehatárok – hibák!
- általában izotróp

15

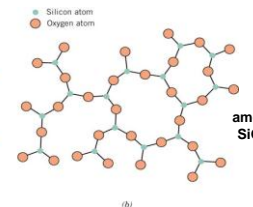
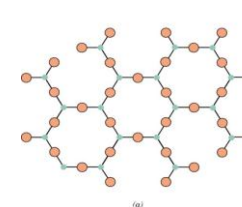
Amorf anyagok

- rövid távú rend
- sok szerkezeti hiba
- nincs saját alak/folyékony de nagyon nagy viszkozitás, túlhűtött folyadék
- mechanikailag kemény
- izotróp



pl. üveg, műgyanta,
viasz, bitumen,

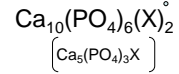
kristályos
 SiO_2



amorf
 SiO_2

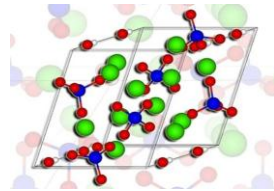
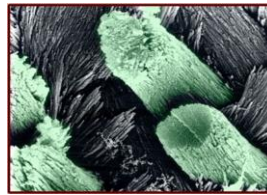
16

Apatit



OH : hidroxiapatit
F : fluorapatit

hexagonális ionkristály



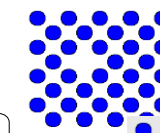
dentinben, csontban: 20-60 nm x 6 nm-es kristályok
zománcban: 500-1000 nm x 30 nm-es kristályok

17

Kristályhibák

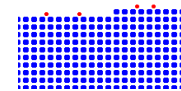
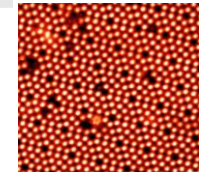
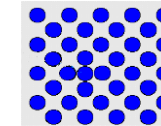
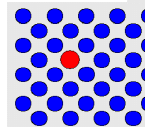
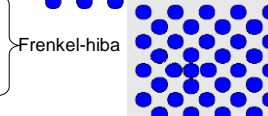
• pont hibák

- termikus
 - vakancia (Schottky-hiba)
 - interstícium
 - idegen atom
 - szubsztitúciós
 - intersticiális
- ötvözetek !!



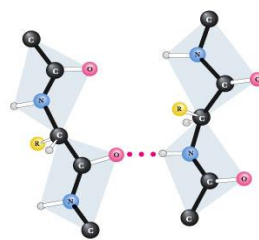
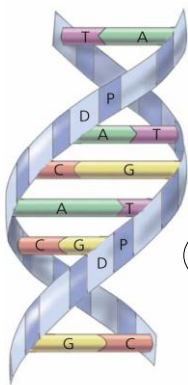
$$n_S = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_s}{kT}}$$

Schottky-hibák száma



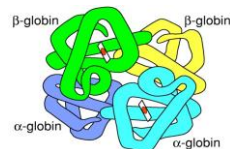
18

Termikus hibák biológiai makromolekulákban:



$$n_S = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_s}{kT}}$$

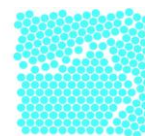
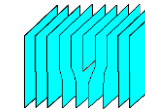
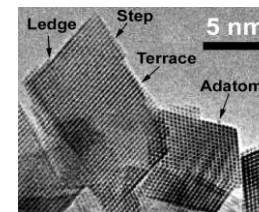
felbomlott H-hidak száma



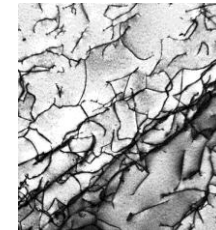
19

- diszlokációk
 - édiszlokáció
 - csavardiszlokáció

• felületi hibák



titán ötvözet diszlokációi



A hibák erősen befolyásolják a tulajdonságokat!

Al_2O_3



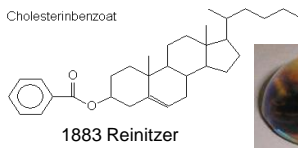
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}^{+++}$



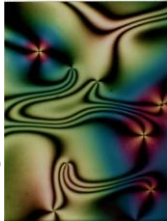
20

Folyadékkristályok

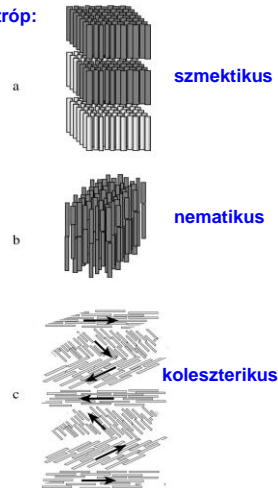
Cholesterinbenzoat



- anizodimenziós molekulák
- mezofázis
- részben rendezett struktúra
- folyékony
- optikailag anizotróp
- szerkezete érzékeny külső hatásokra



Termotróp:

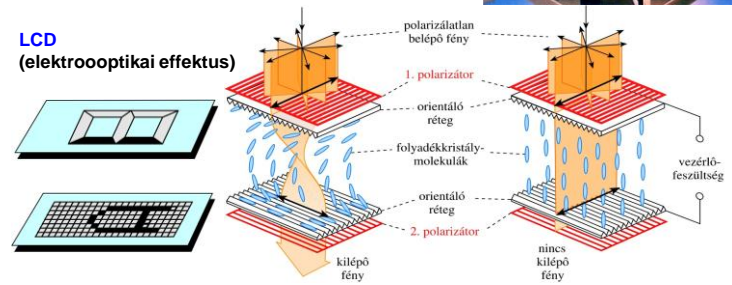


21

Kontakttermográfia (termooptikai effektus)

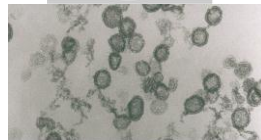
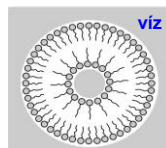
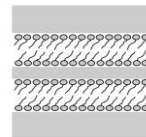
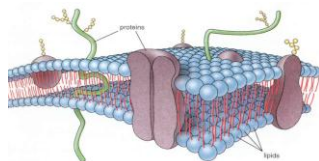
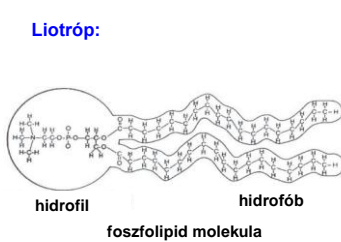


LCD (elektrooptikai effektus)



22

Liotróp:



23