



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

2.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok

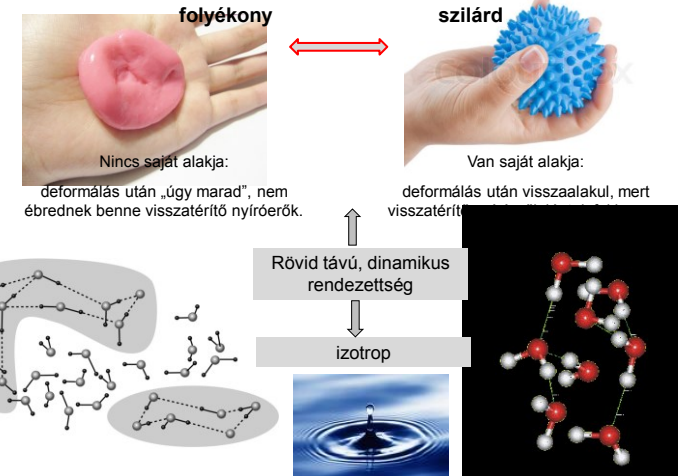
Kiemelt témák:

- ❖ Viszkozitás
- ❖ Víz és nyál
- ❖ Kristályok - apatit
- ❖ Polimorfizmus
- ❖ Kristályhibák és jelentőségük
- ❖ Folyadékkristályok (A tankönyvben nem található téma!)

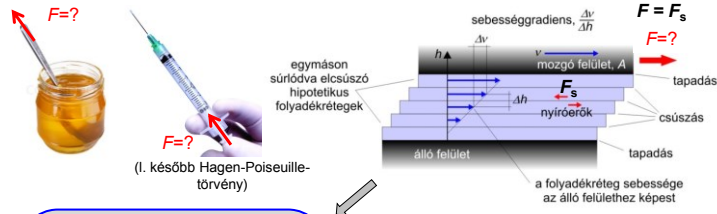
Tankönyv fejezetei:
4, 5

Feladatok:
1. fej.:
22, 23, 32, 34, 35

Folyadékok



Viszkozitás (η) \leftrightarrow **Fluiditás, azaz folyósság ($1/\eta$)**



Newton-féle súrlódási törvény:

$$F_s = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta h}$$

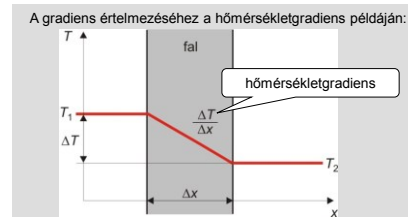
viszkozitás (belső súrlódási együttható)
 $[\eta] = \text{Pa} \cdot \text{s}$

A Newton-féle törvény egy másik alakja:

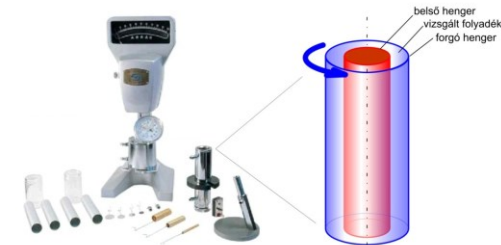
$$\sigma_{\text{nyíró}} = \eta \cdot g_v$$

nyírófeszültség sebességgradiens

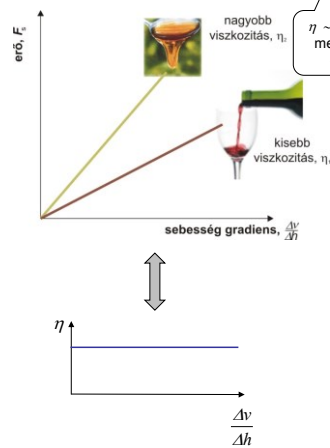
$$\sigma_{\text{nyíró}} = \eta g_v$$



A viszkozitás mérése pl. rotációs viszkoziméterrel:



Newton-féle súrlódási törvény: $F_s = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta h}$

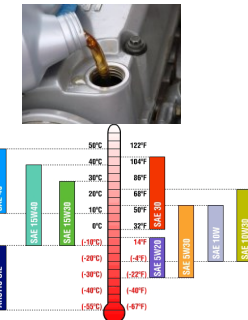
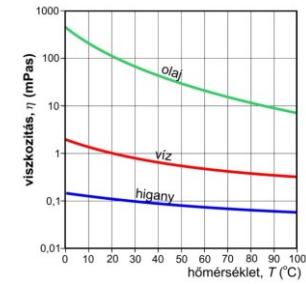


Néhány anyag viszkozitása:

anyag	η (mPas)
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)

5

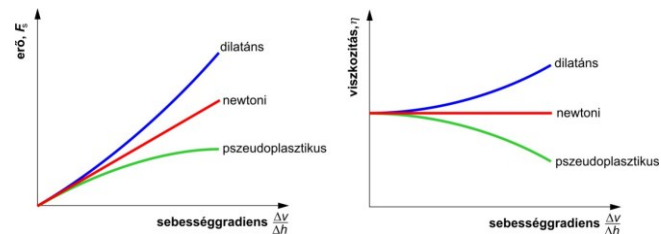
η függ: • anyagi minőség
• hőmérséklet



(A gázok viszkozitása növekszik a hőmérsékletük növelésével. Miért?)

6

η függ: • nyíróerők/sebességgradiens (sebességesés)



folyadékok

Normális (v. newtoni) folyadék

pl. víz, olaj



Anomális (v. nem-newtoni) folyadékok

pseudoplasztikus

pl. nyál, vér, polikarboxilát cementek, elasztomer lenyomatanyagok

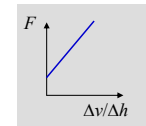
dilatáns

pl. műgyanta alapú kompozitok



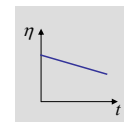
7

Bingham-folyadék:



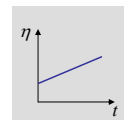
η függ: • idő

Tixotrop folyadékok:



pl. egyes lenyomat anyagok

Reopex folyadékok:

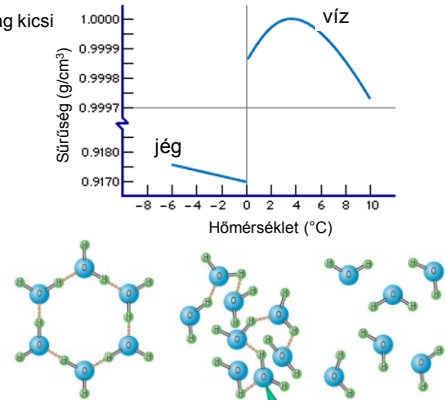


Nem összetévesztendő a pseudoplasztikus, ill. dilatáns folyadékokkal!

8

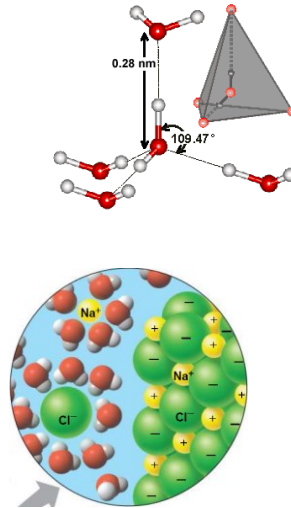
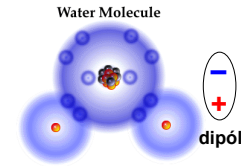
Víz

- széles tartományban folyékony
- viszonylag kicsi sűrűség (1 g/cm^3)
- newtoni folyadék, viszonylag kicsi viszkozitás



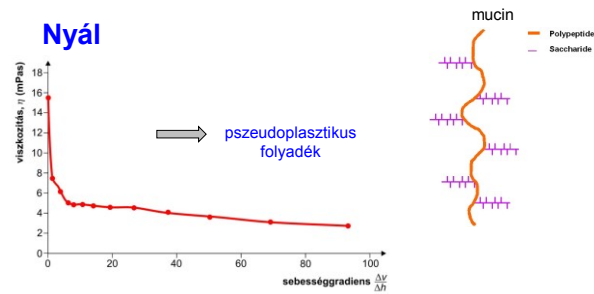
9

- magas fajhő, olvadási- és párolgáshő
- nagy felületi feszültség
- jó oldószer (ionos kötésű anyagokra)

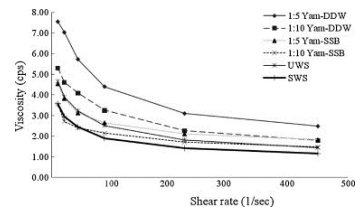


10

Nyál



Műnyál:



11

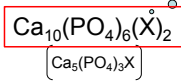
Szilárd anyag

(kristály = szilárdtest)



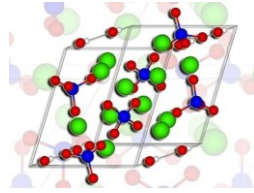
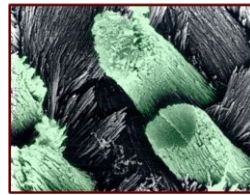
12

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

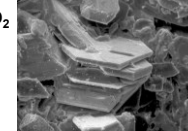
13

Polimorfizmus

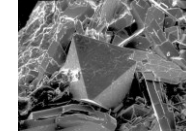
Például:

SiO_2

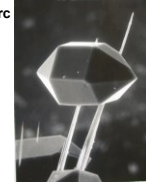
tridimit



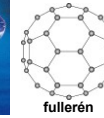
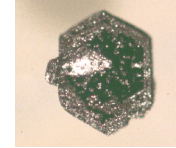
krisztobalit



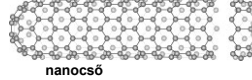
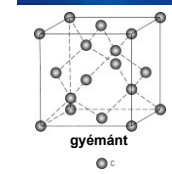
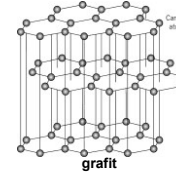
kvarc



szén (C)



ón (Sn)



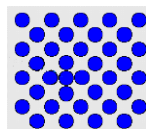
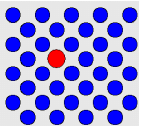
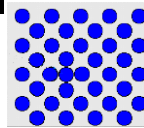
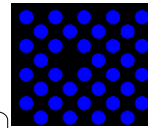
elemek polimorfizmusa
= allotrópia¹⁴

Kristályhibák

• ponthibák

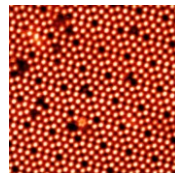
- termikus
 - vakancia (Schottky-hiba)
 - interstícium
- idegen atom
 - szubsztitúciós
 - intersticiális

(l. ötvözetek !!)



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

Schottky-hibák száma

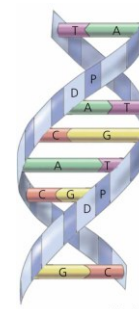


15

Ponthibák keletkezése, mozgása:

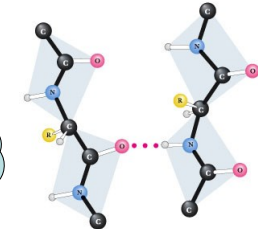


Termikus hibák biológiai makromolekulákban:



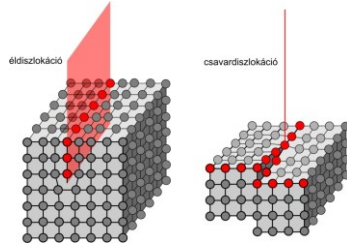
$$n_{s_0} = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_s}{kT}}$$

felbomlott H-hidak száma

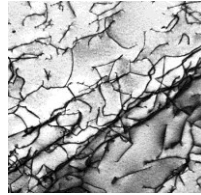
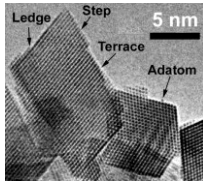


16

- diszlokációk
 - édiszlokáció
 - csavardiszlokáció



- felületi hibák



títán ötvözet
diszlokációi

17

A hibák erősen befolyásolják a tulajdonságokat!

Al₂O₃

pl. optikai tulajdonságok

A high degree of regularity in the arrangement of atoms is the primary characteristic of crystals. In liquids, the atoms are arranged in a disordered manner, and the long-range order is lost. This is why the particles in a liquid are jumbled and disordered, and they move about randomly.

+ Cr³⁺ + V²⁺ Fe²⁺ + Ti⁴⁺ + Fe²⁺

Nal

Nal + Ti

I. szcintillációs kristályok röntgen és más sugárzások detektálására

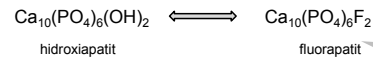
Röntgen sugárzás hatására világít!

18

pl. mechanikai tulajdonságok



pl. kémiai tulajdonságok



Savakban kevésbé oldódik.

pl. elektromos tulajdonságok

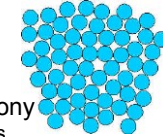
→ I. szennyezett félvezetők

19

Amorf anyagok

= üveg, üvegszerű anyag

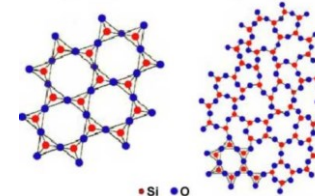
- rövid távú rend
- sok szerkezeti hiba
- nincs saját alak/folyékony, de nagyon nagy viszkozitás, túlhűtött folyadék, ezért úgy tűnik, van saját alakjuk
- mechanikailag kemény
- izotrop



pl. üveg, műgyanta, viasz, bitumen, ...

kristályos SiO₂

amorf SiO₂

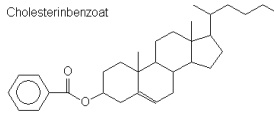


20

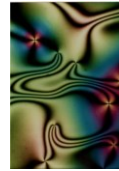
❖ (A tankönyvben nem található téma!)

Folyadékkristályok

Cholesterinbenzoat

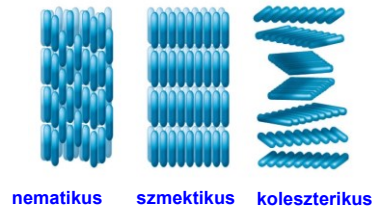


1883 Reinitzer



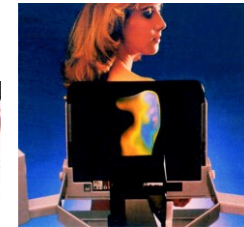
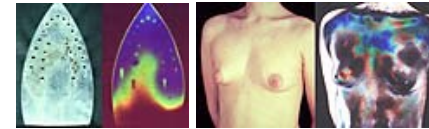
- anizodimenziós molekulák
- mezofázis
- részben rendezett struktúra
- folyékony
- optikailag anizotróp
- szerkezete nagyon érzékeny a külső hatásokra

Termotróp folyadékkristály struktúrák:



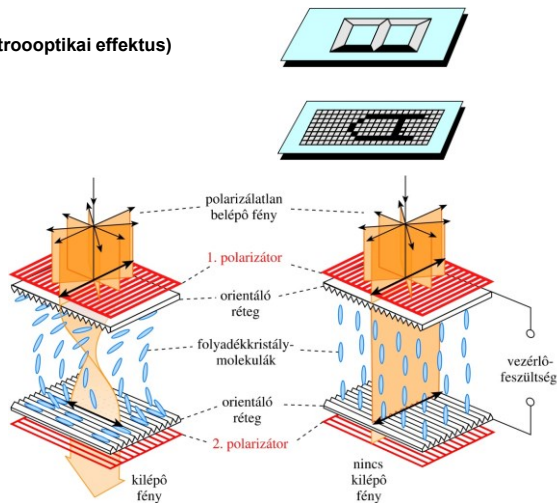
21

Kontakttermográfia (termooptikai effektus)



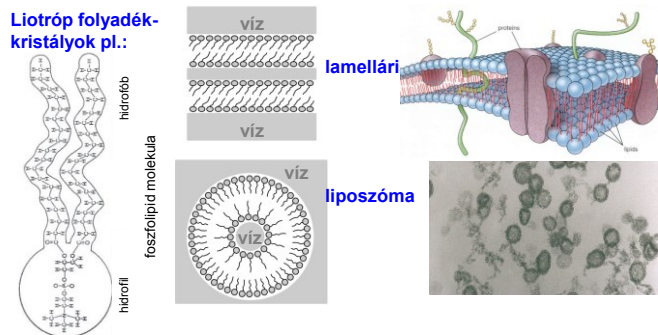
22

LCD (elektrooptikai effektus)



23

Liotróp folyadék- kristályok pl.:



Ellenőrző kérdések:

- Miért növekszik a gázok viszkozitása a hőmérséklet növekedésével, a folyadékoké pedig miért csökken?
- Egy folyadék kevergetünk. Kétszer gyorsabb keveréshez ötször nagyobb erőt kell kifejtenünk. Milyen típusú folyadékról van szó?
- Mi az apatit fogorvosi jelentősége?
- Mi a rácshibák gyakorlati jelentősége?
- A kristály hőmérséklete 0°C, benne a vakanciaképződés aktiválási energiája 0,65 eV. B kristályban ezek az adatok: 273°C és 1,3 eV. Hogyan viszonyul egymáshoz a vakanciák aránya a két kristályban?

Következő
előadáshoz:
6., 7.
tankönyvi
fejezetek

24