



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

2.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok

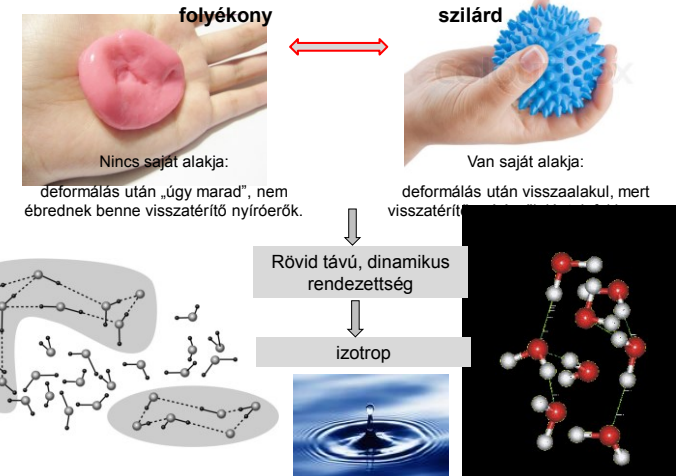
Kiemelt témák:

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

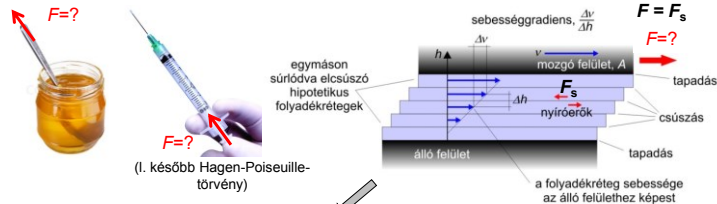
Tankönyv fejezetei:
4, 5

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

Folyadékok



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



Newton-féle sűrűdési törvény:

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

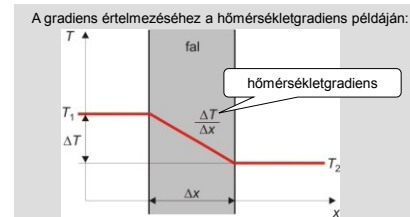
viszkózitás (belső sűrűdési együttható)
[η] = Pa·s

A Newton-féle törvény egy másik alakja:

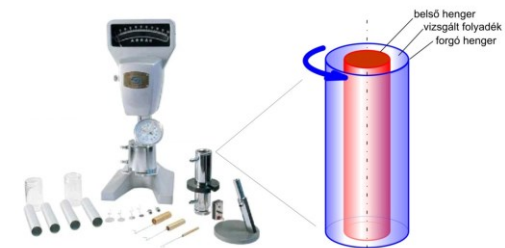
$$\sigma_{nyíró} = \eta \cdot g_v$$

nyírófeszültség sebességgradiens

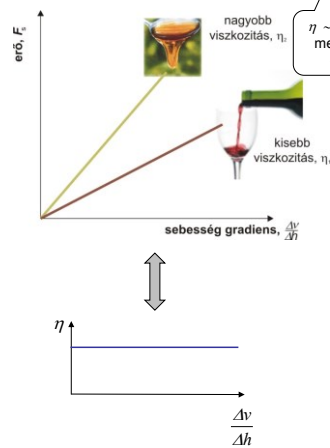
$$\sigma_{nyíró} = \eta g_v$$



A viszkozitás mérése pl. rotációs viszkoziméterrel:



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



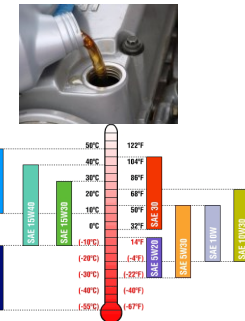
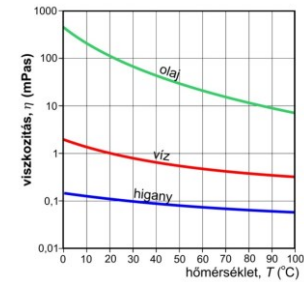
$\eta \sim$ az egyenes meredeksége (állandó)

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

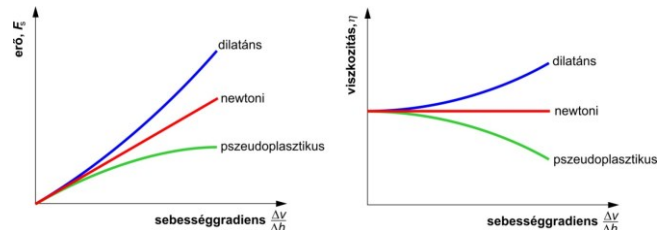
η függ: • anyagi minőség
• hőmérséklet



(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

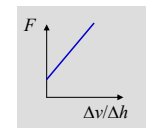
dilatáns

pl. műgyanta alapú kompozitok



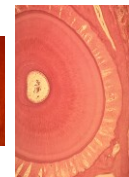
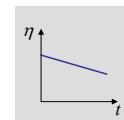
7

Bingham-folyadék:



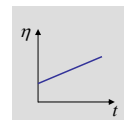
η függ: • idő

Tixotrop folyadékok:



pl. egyes lenyomat anyagok

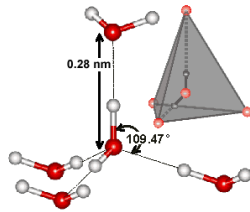
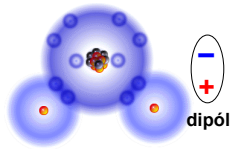
Reopex folyadékok:



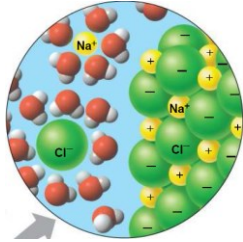
Nem összetévesztendő a pseudoplasztikus, ill. dilatáns folyadékokkal!

8

Víz

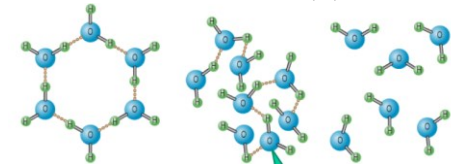
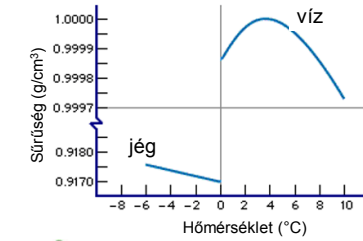


- magas fajhő, olvadás- és párolgáshő
- nagy felületi feszültség
- jó oldószer



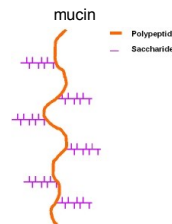
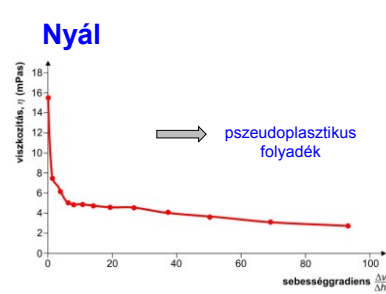
9

- széles tartományban folyékony
- viszonylag kicsi sűrűség (1 g/cm³)
- newtoni folyadék, viszonylag kicsi viszkozitás

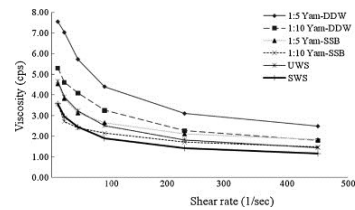


10

Nyál



Műnyál:



11

Szilárd anyag

(kristály = szilárdtest)

kristályos

amorf

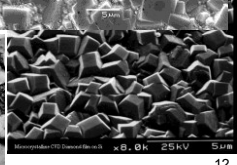
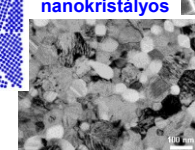
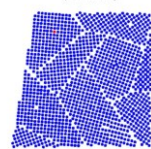
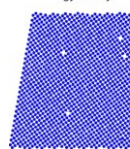
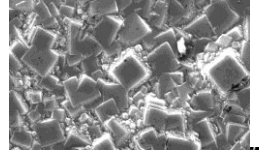
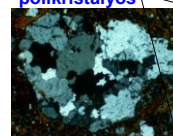
egyikristály

polikristályos

mikrokristályos

nanokristályos

anizotrop ↔ izotrop



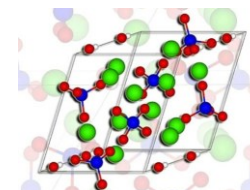
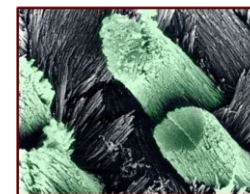
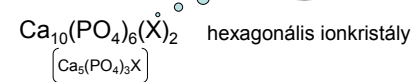
12



13

Apatit

OH : hidroxiapatit
F : fluorapatit



Dentinben, csontban: 20-60 nm x 6 nm-es kristályok
Zománcban: 500-1000 nm x 30 nm-es kristályok

14

Polimorfizmus

Például:

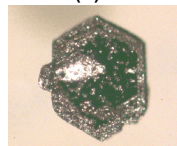
SiO_2

tridimit

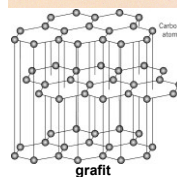
krisztoballit

kvarc

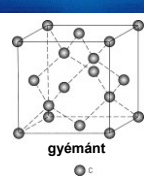
szén (C)



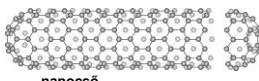
ón (Sn)



grafit



gyémánt



nanocső

elemek polimorfizmusa
= **allotrópia**

15

Kristályhibák

• pont hibák

• termikus

• vakancia (Schottky-hiba)

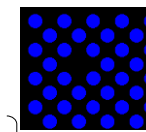
• interstícium

• idegen atom

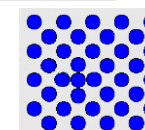
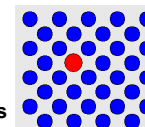
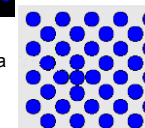
• szubsztitúció

• intersticiális

(l. ötvözetek !!)

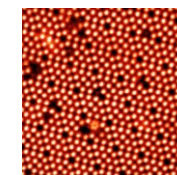


Frenkel-hiba



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

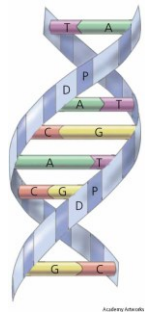
Schottky-
hibák
száma



16

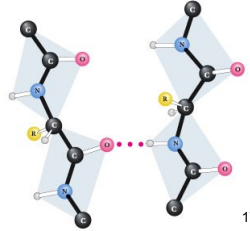
Ponthibák keletkezése, mozgása:

Termikus hibák biológiai makromolekulákban:



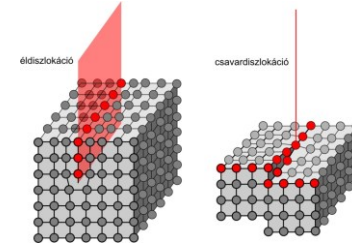
$$n_{S_o} = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_s}{kT}}$$

felbomlott H-hidak száma

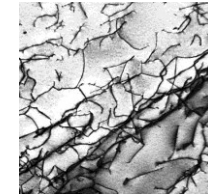
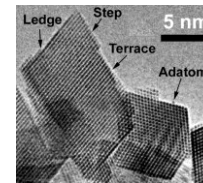


17

- diszlokációk
 - éldiszlokáció
 - csavardiszlokáció



- felületi hibák



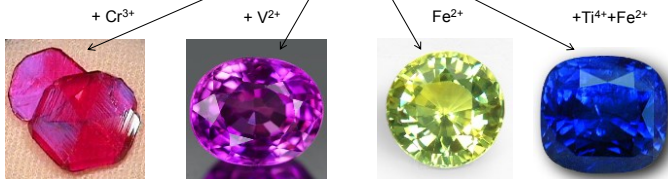
titanium ötvözet diszlokációi

18

A hibák erősen befolyásolják a tulajdonságokat!

Al_2O_3

pl. optikai tulajdonságok



+ Cr^{3+}

+ V^{2+}

Fe^{2+}

+ $\text{Ti}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$

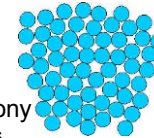
pl. mechanikai tulajdonságok



19

Amorf anyagok

= üveg, üvegszerű anyag



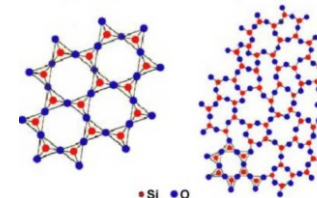
- rövid távú rend
- sok szerkezeti hiba
- nincs saját alak/folyékony de nagyon nagy viszkozitás, túlhűtött folyadékok, ezért úgy tűnik, van saját alakjuk
- mechanikailag kemény
- izotrop

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



kristályos SiO_2

amorf SiO_2

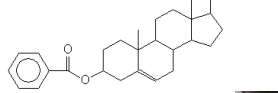


20

❖ (A tankönyvben nem található téma!)

Folyadékkristályok

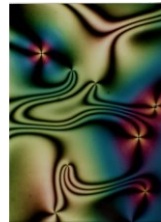
Cholesterinbenzoát



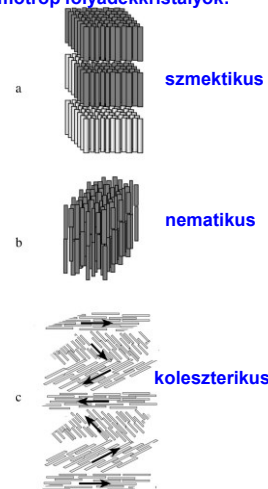
1883 Reinitzer



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

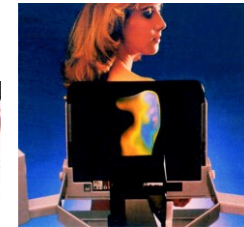
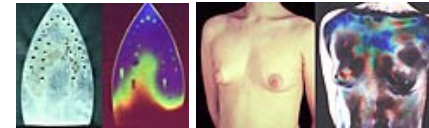


Termotróp folyadékkristályok:



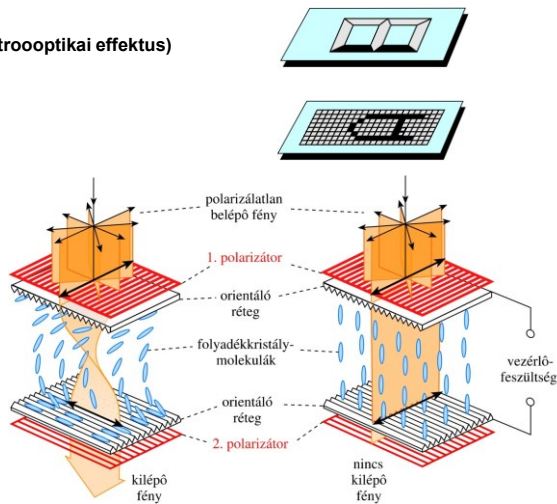
21

Kontakttermográfia (termooptikai effektus)



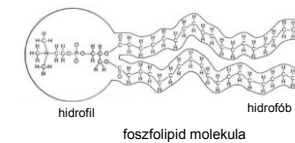
22

LCD (elektrooptikai effektus)

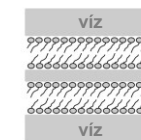


23

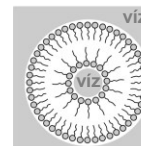
Liotróp folyadék- kristályok pl.:



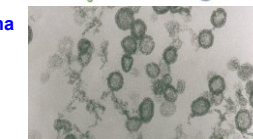
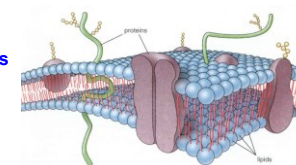
foszfolipid molekula



lamelláris



liposzóma



Következő előadáshoz:
6., 7. tankönyvi fejezetek

24