



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

2.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok

Kiemelt témák:

- ❖ Viskozitás
- ❖ 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

folyékony



Nincs saját alakja:

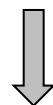
deformálás után „úgy marad”, nem ébrednek benne visszatérítő nyíróerők.

szilárd

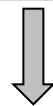


Van saját alakja:

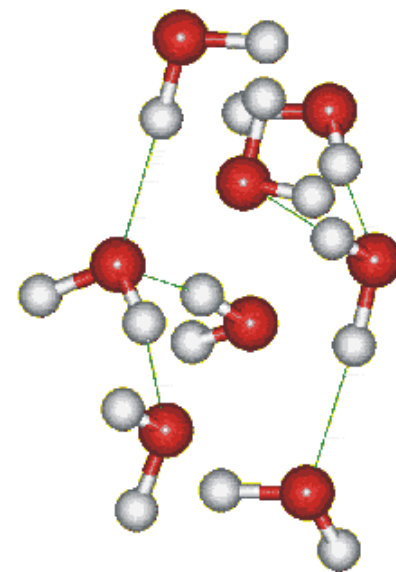
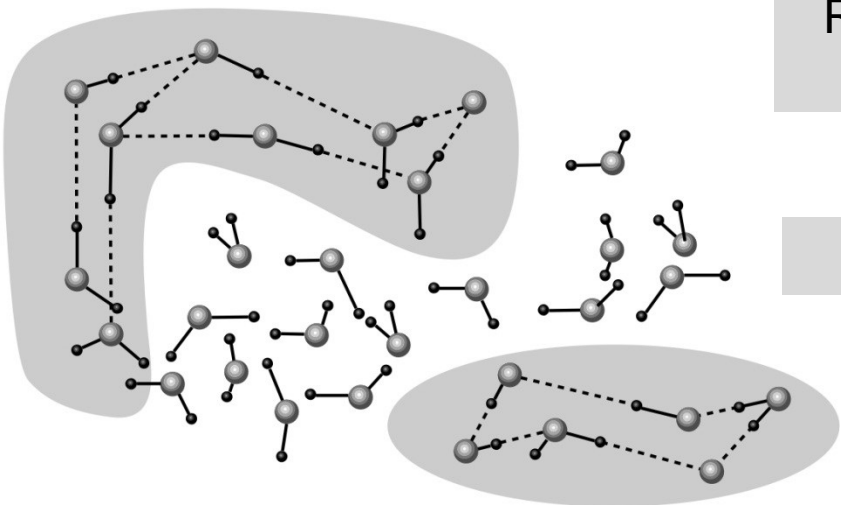
deformálás után visszaalakul, mert visszatérítő nyíróerők léptek föl benne.



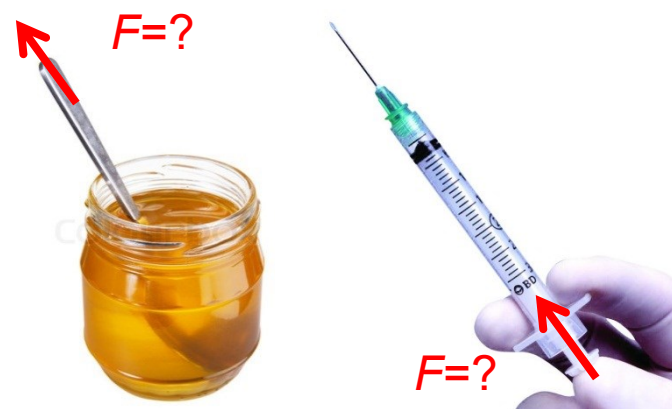
Rövid távú, dinamikus
rendezettség



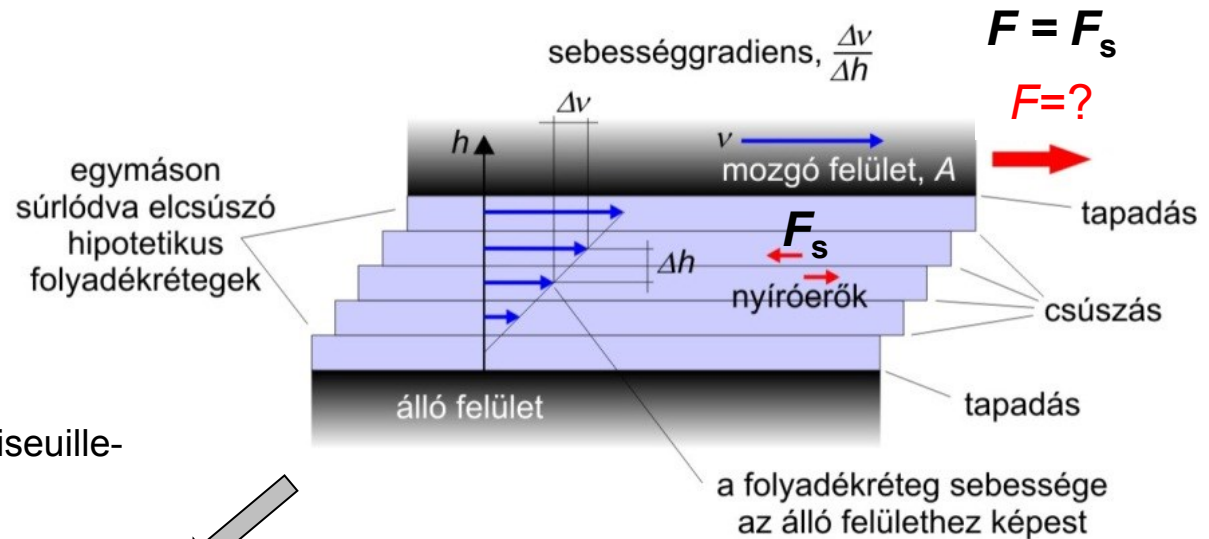
izotrop



Viszkozitás (η) $\left[\longleftrightarrow \text{Fluiditás, azaz folyósság } (1/\eta) \right]$



(l. később Hagen-Poiseuille-törvény)



Newton-féle súrlódási törvény:

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

viszkozitás (belső súrlódási együttható)

$$[\eta] = \text{Pa} \cdot \text{s}$$

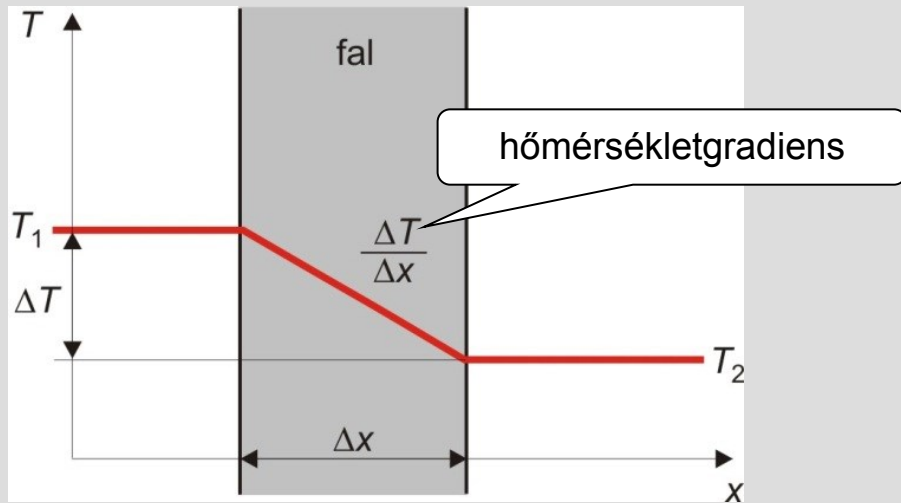
A Newton-féle törvény egy másik alakja:

$$\underbrace{\frac{F_s}{A}}_{\sigma_{\text{nyíró}}} = \eta \cdot \underbrace{\frac{\Delta v}{\Delta h}}_{g_v}$$

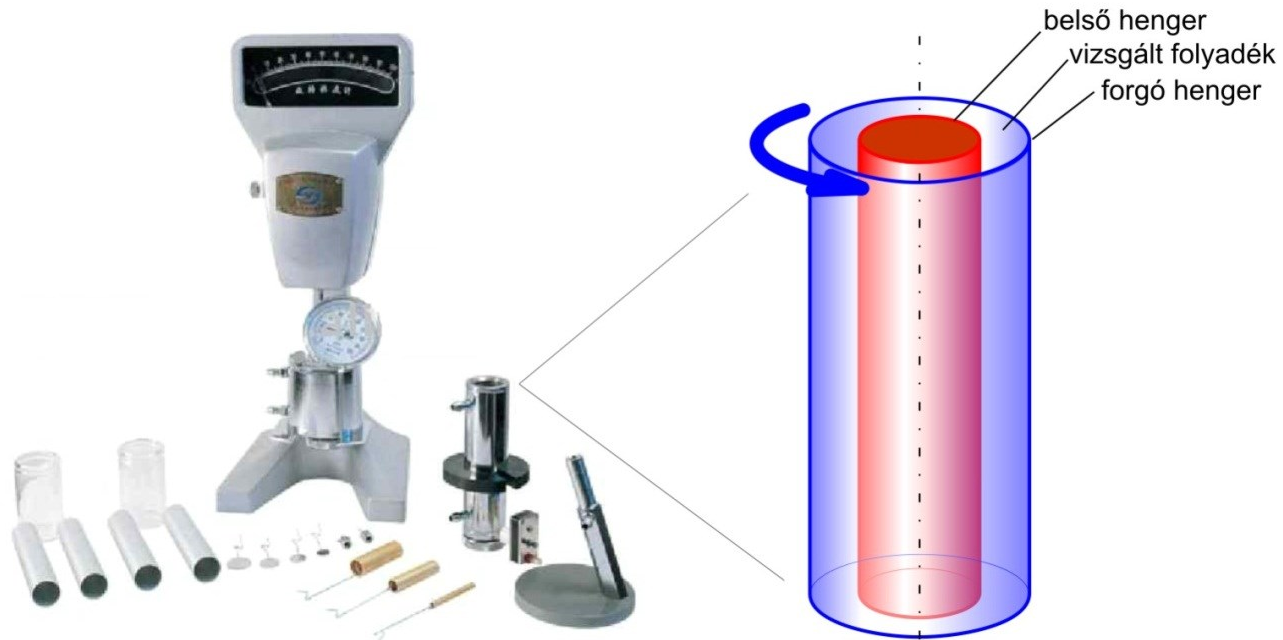
nyírófeszültség sebességgradiens

$$\sigma_{\text{nyíró}} = \eta g_v$$

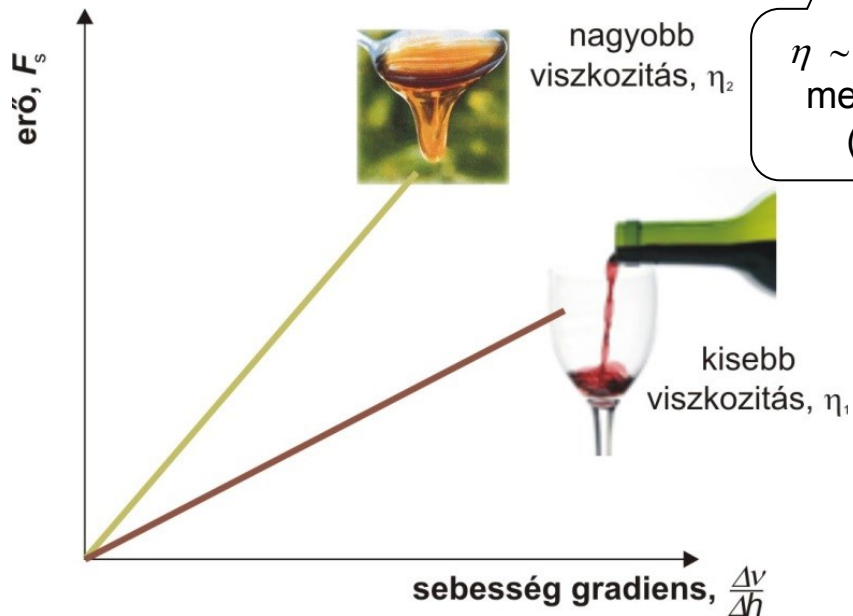
A gradiens értelmezéséhez a hőmérsékletgradiens példáján:



A viszkozitás mérése pl. rotációs viszkoziméterrel:



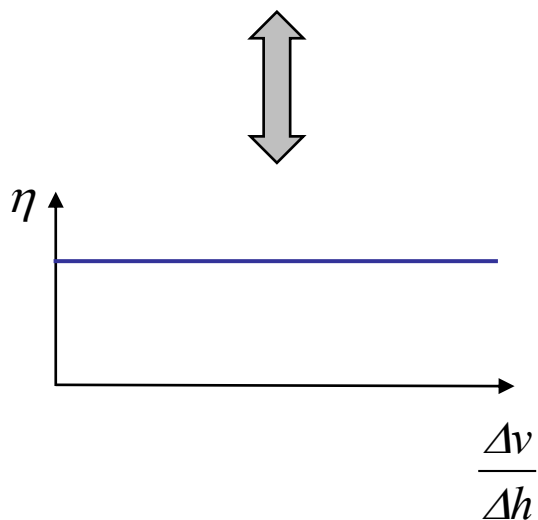
Newton-féle súrlódási törvény: $F_s = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta h}$



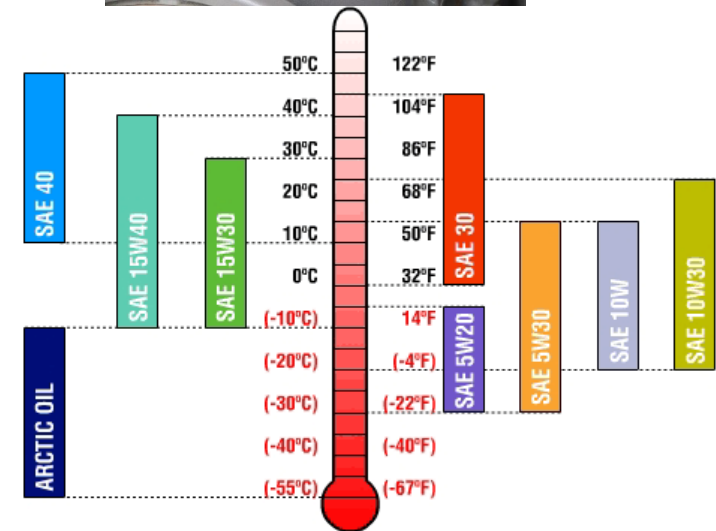
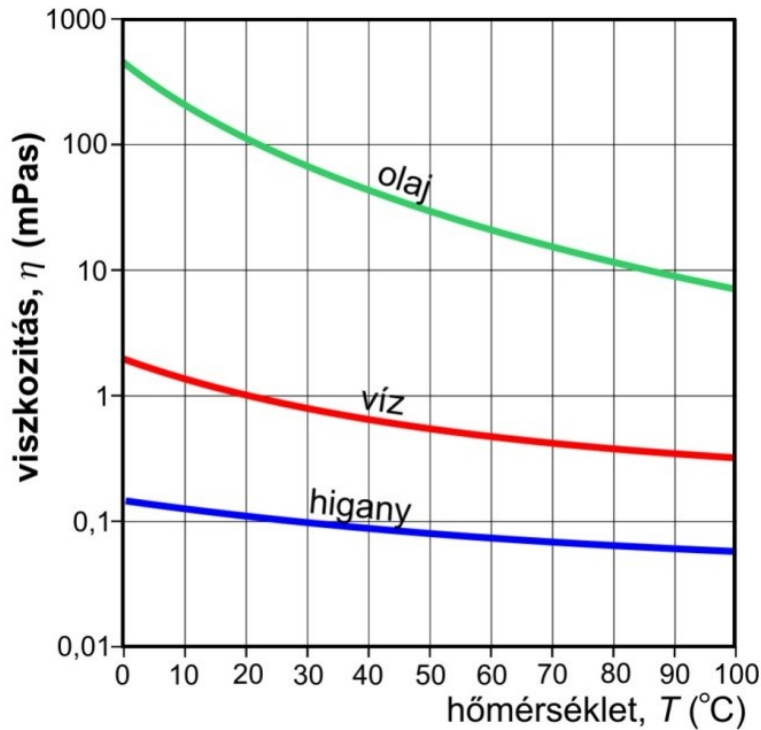
$\eta \sim$ az egyenes meredeksége (állandó)

Néhány anyag viszkozitása:

anyag	η (mPas)
levegő	0,019 (20° C)
víz	1 (20° C)
műnyál (USA szabadalom)	2–10
glicerín	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)

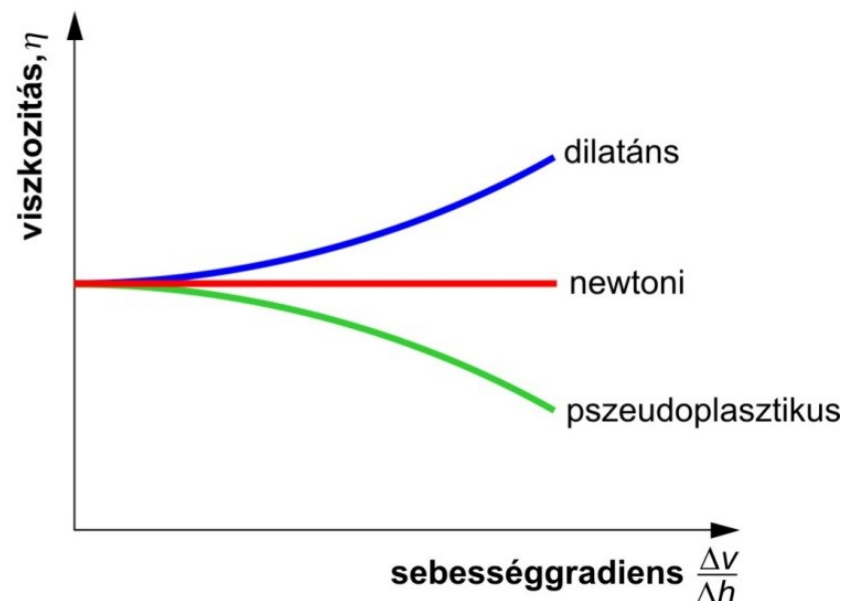
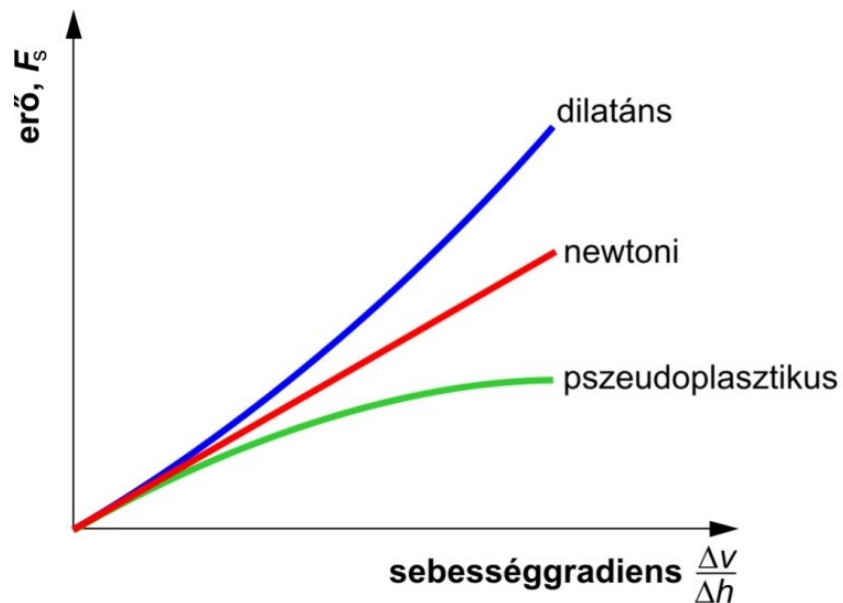


η függ: • anyagi minőség
• hőmérséklet



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

η függ: • nyíróerők/sebességgradiens (sebességesés)



folyadékok

Normális (v. newtoni) folyadék

pl. víz, olaj



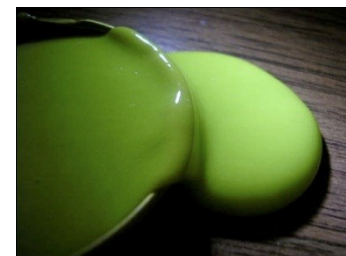
Anomális (v. nem-newtoni) folyadékok

pszeudoplasztikus

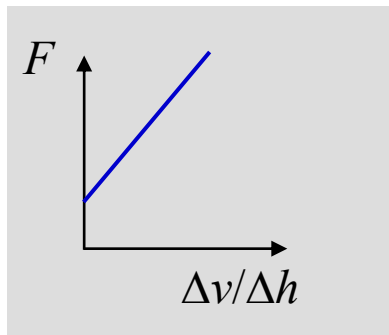
pl. nyál, vér, polikarboxilát
cementek, elasztomer
lenyomatanyagok

dilatáns

pl. műgyanta alapú kompozitok

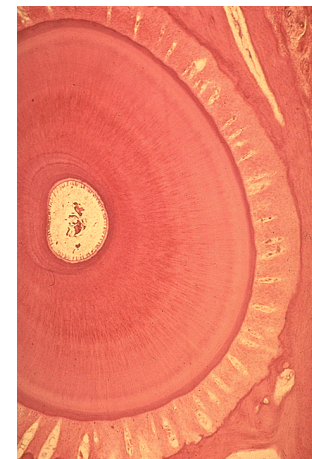
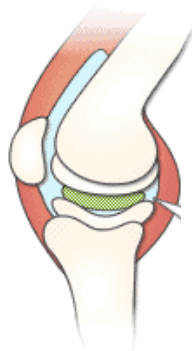
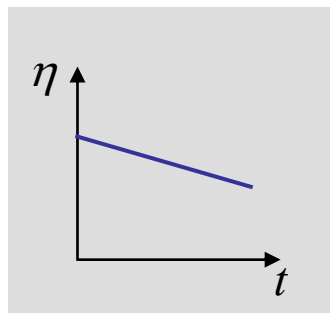


Bingham-folyadék:



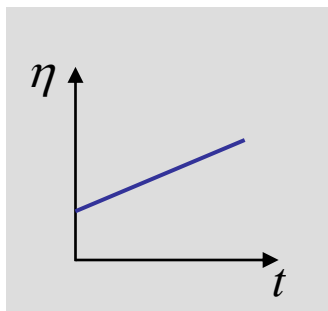
η függ: • idő

Tixotróp folyadékok:



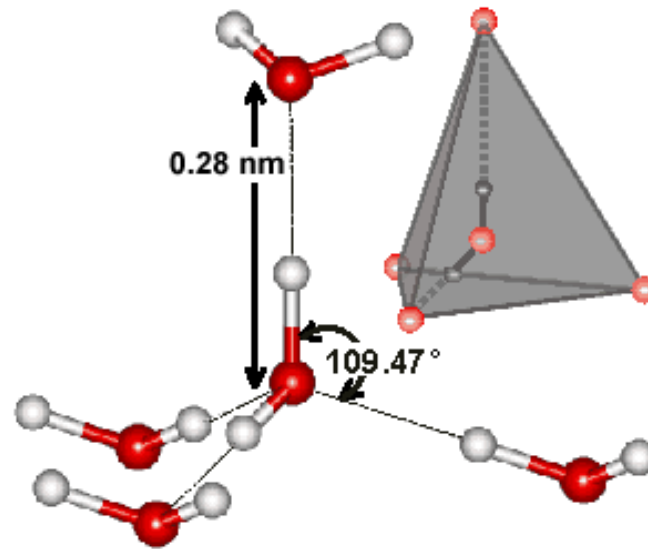
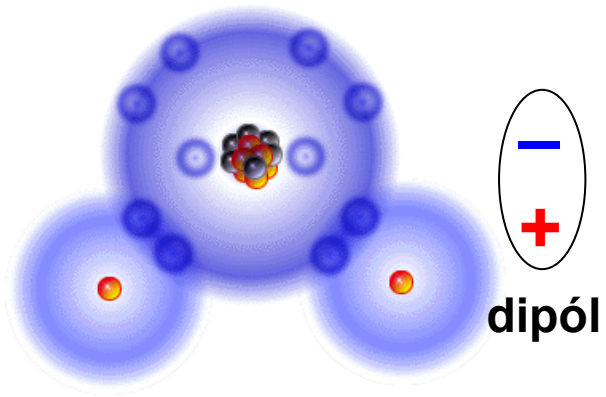
pl. egyes lenyomat anyagok

Reopex folyadékok:

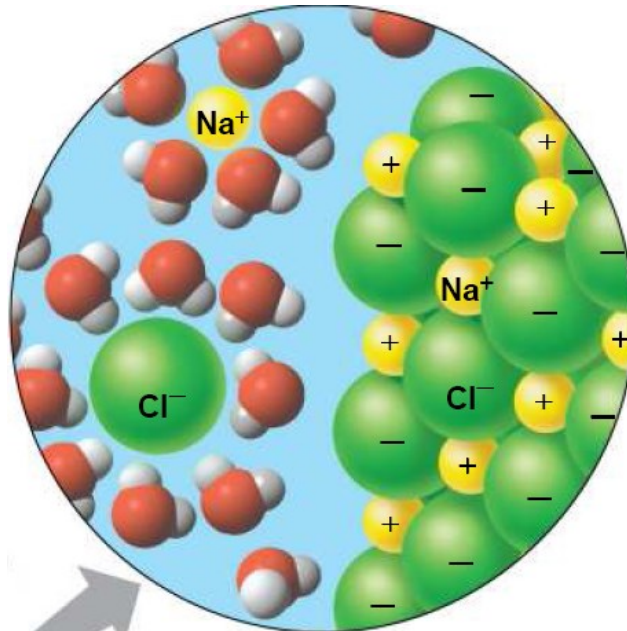


Nem összetévesztendő a pseudoplasztikus, ill. dilatáns folyadékokkal!

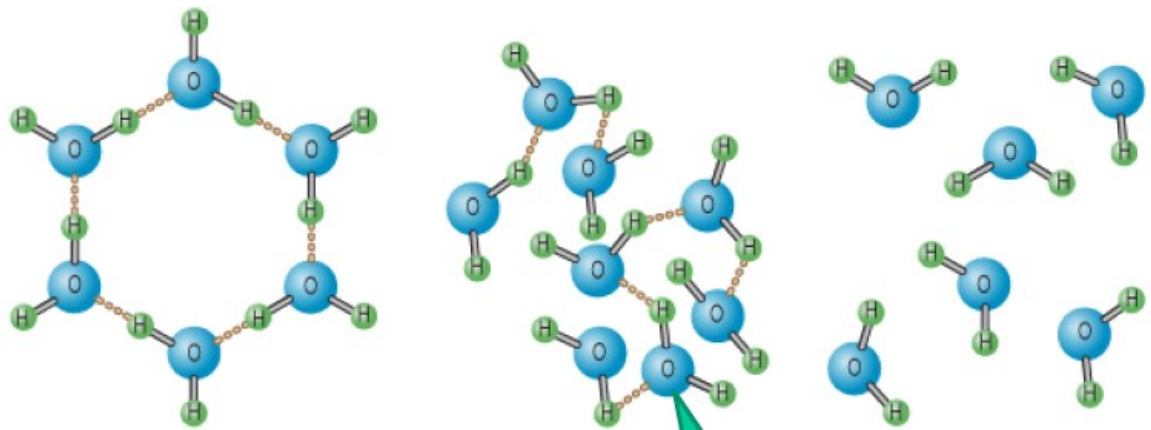
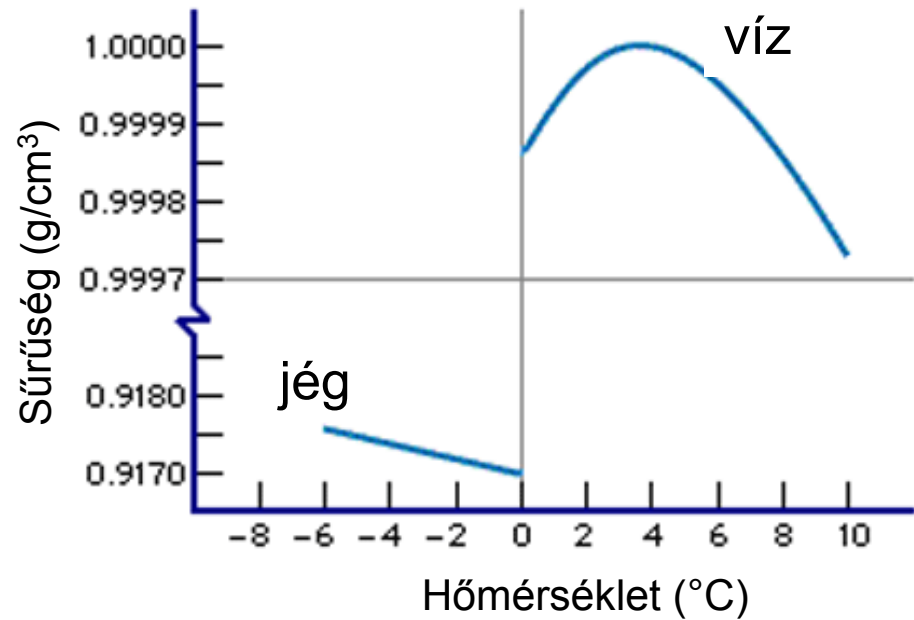
Víz



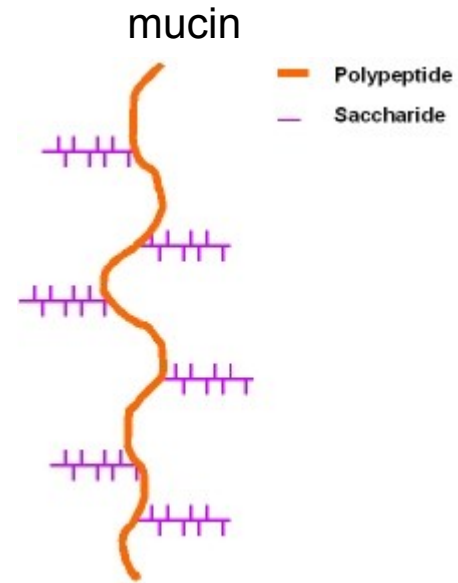
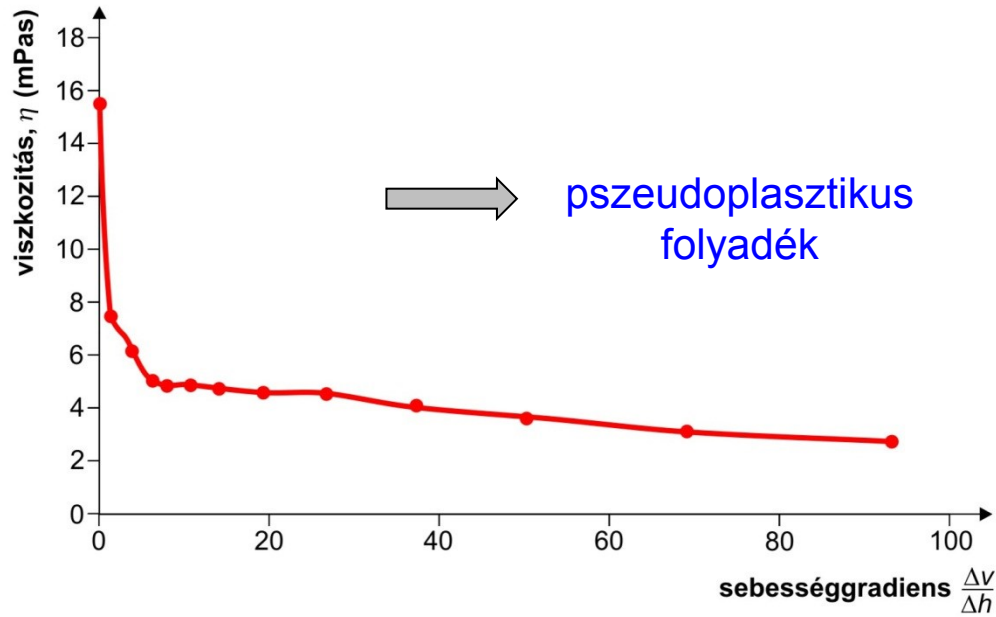
- magas fajhő, olvadás- és párolgáshő
- nagy felületi feszültség
- jó oldószer



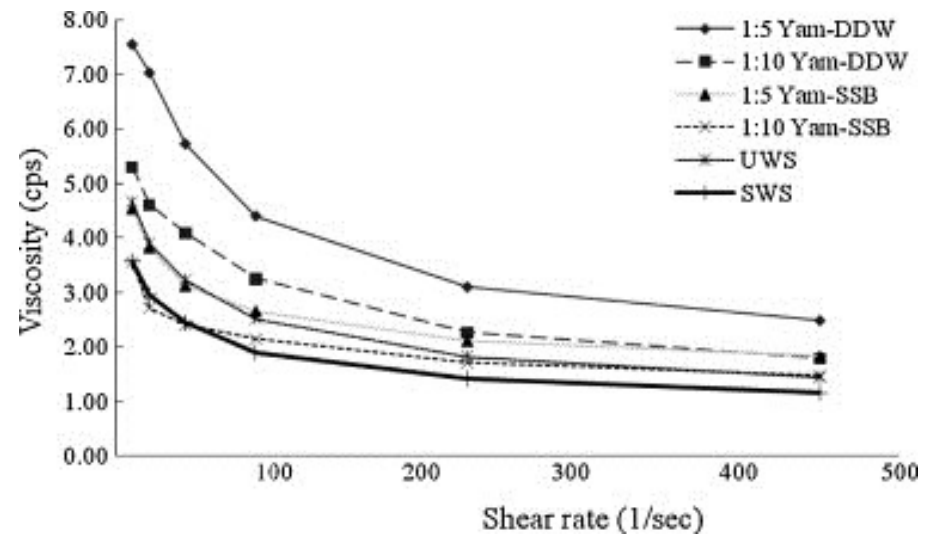
- széles tartományban folyékony
- viszonylag kicsi sűrűség (1 g/cm^3)
- newtoni folyadék, viszonylag kicsi viszkozitás



Nyál



Műnyál:



Szilárd anyag

(kristály = szilárdtest)

kristályos

amorf



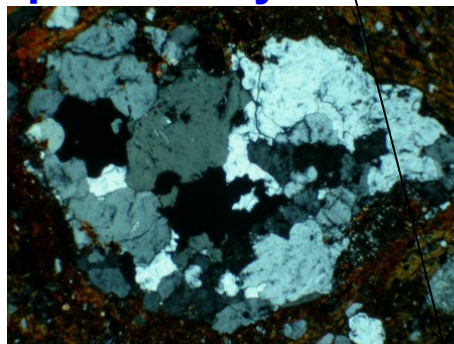
egykristály

polikristályos

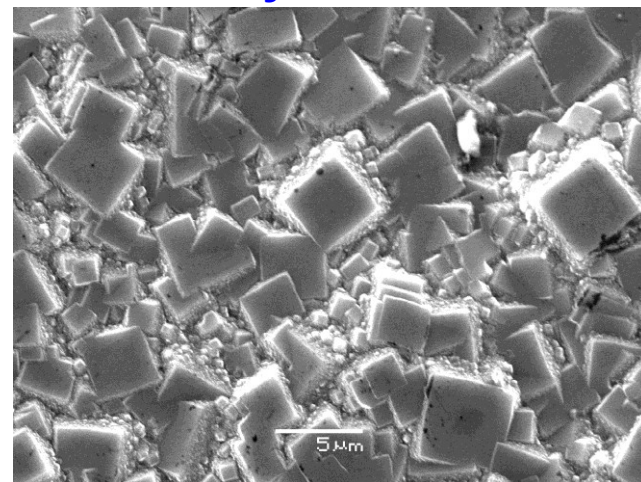
mikrokristályos



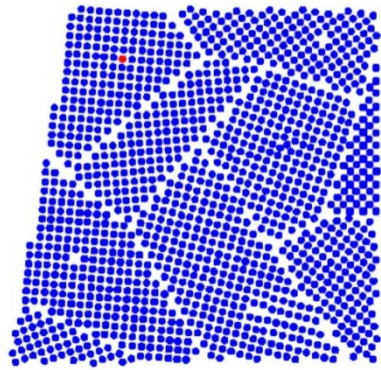
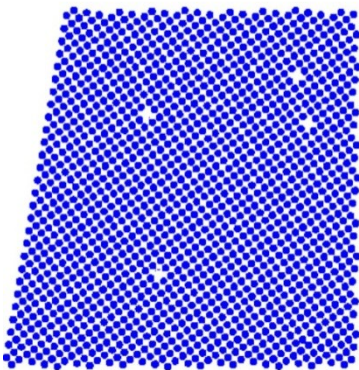
egykristály



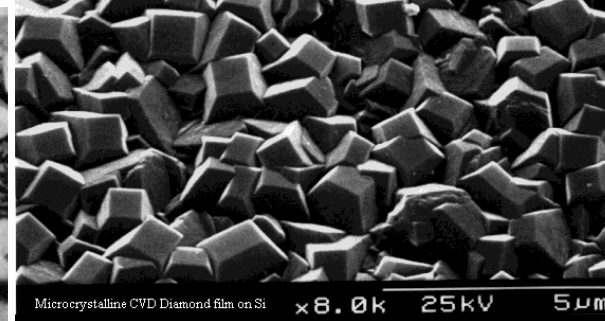
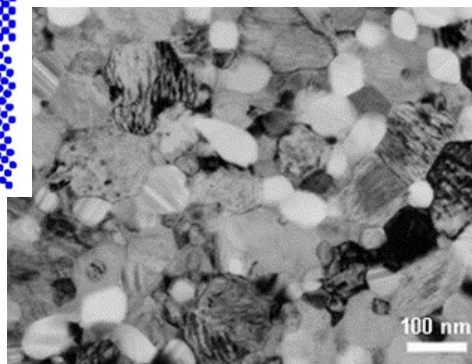
polikristály

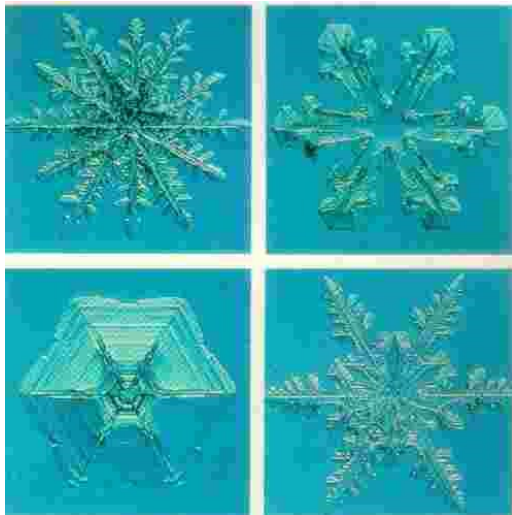


nanokristályos



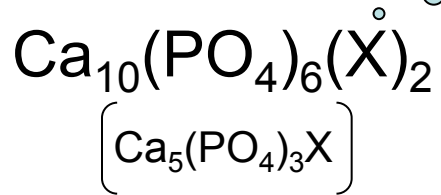
anizotrop ↔ izotrop



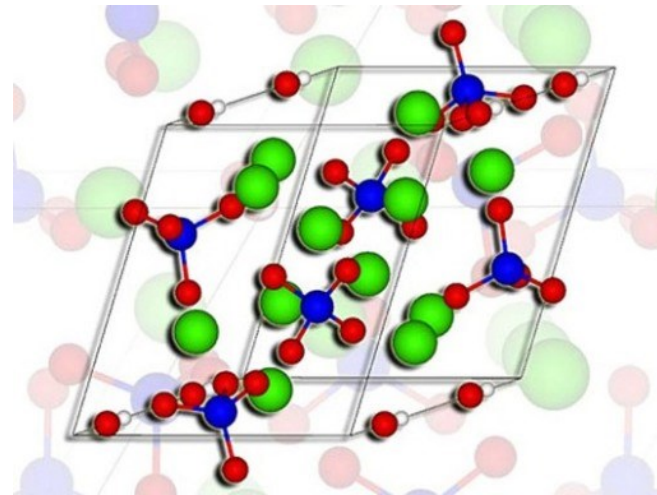
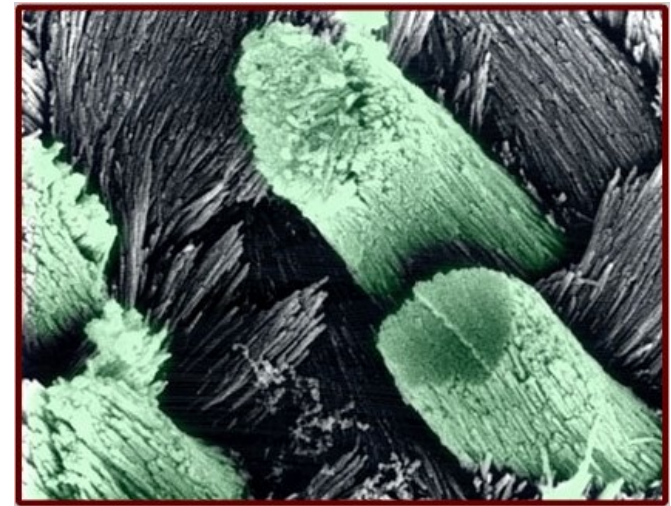


Apatit

OH : hidroxiapatit
F : fluorapatit



hexagonális ionkristály

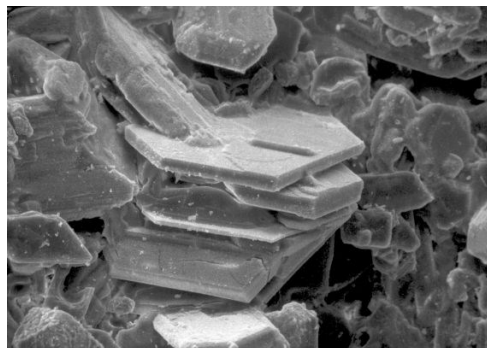


Dentinben, csontban: 20-60 nm x 6 nm–es kristályok
Zománcban: 500-1000 nm x 30 nm–es kristályok

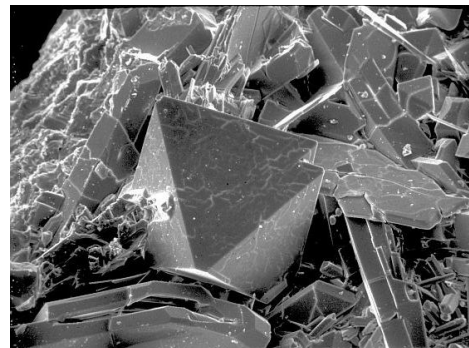
Polimorfizmus



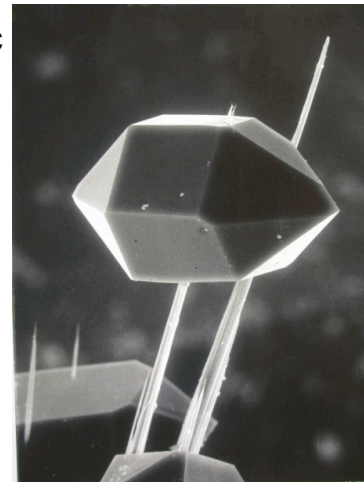
tridimit



krisztobalit

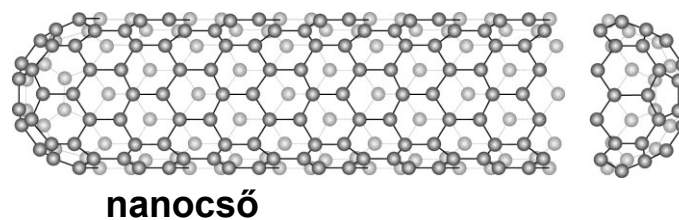
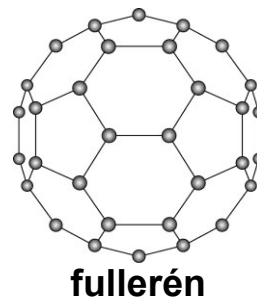
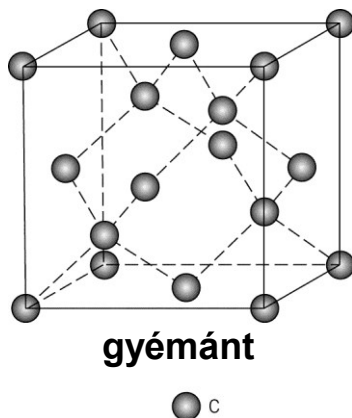
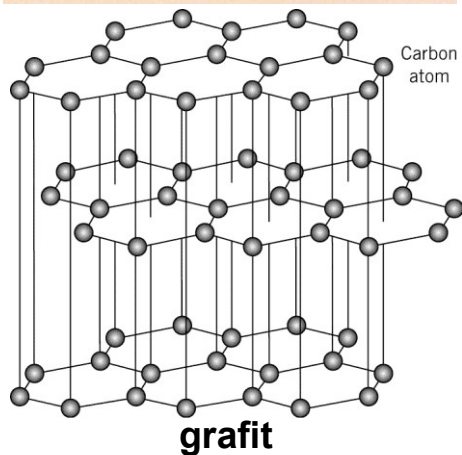
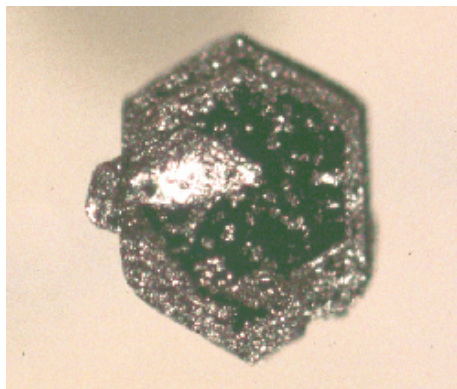


kvarc



Például:

szén (C)



elemek polimorfizmusa
= **allotrópia**

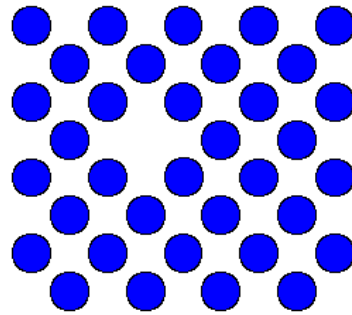
Kristályhibák

- **ponthibák**

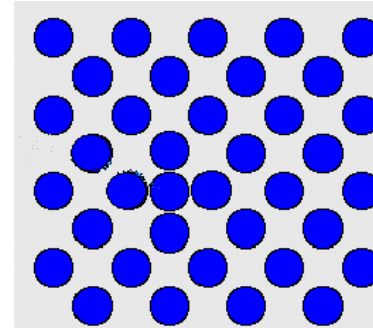
- **termikus**

- **vakancia
(Schottky-hiba)**

- **interstícium**



Frenkel-hiba



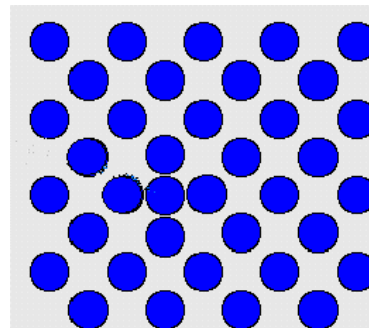
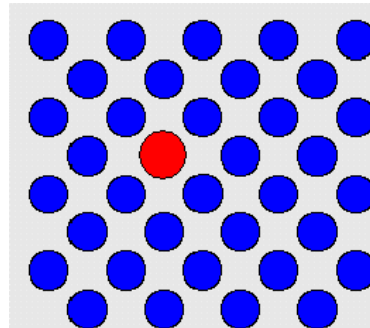
$$n_S = N \cdot e^{-\frac{\varepsilon_s}{kT}}$$

Schottky-
hibák
száma

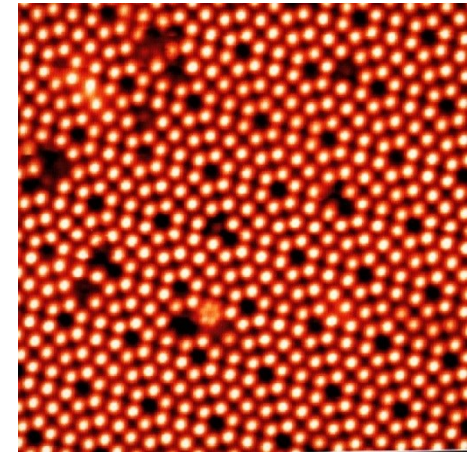
- **idegen atom**

- **szubsztitúciós**

- **intersticiális**

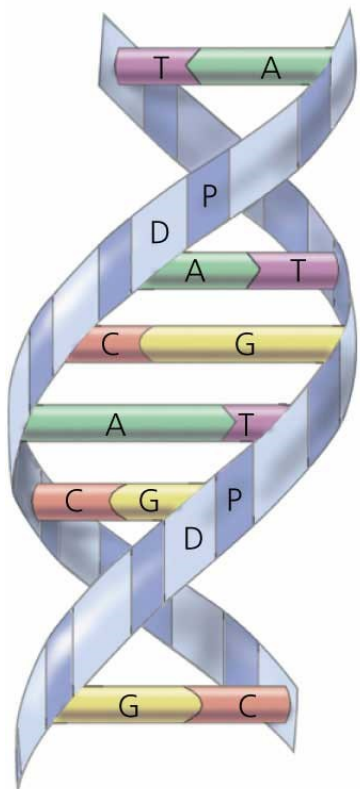


(l. ötvözetek !!)



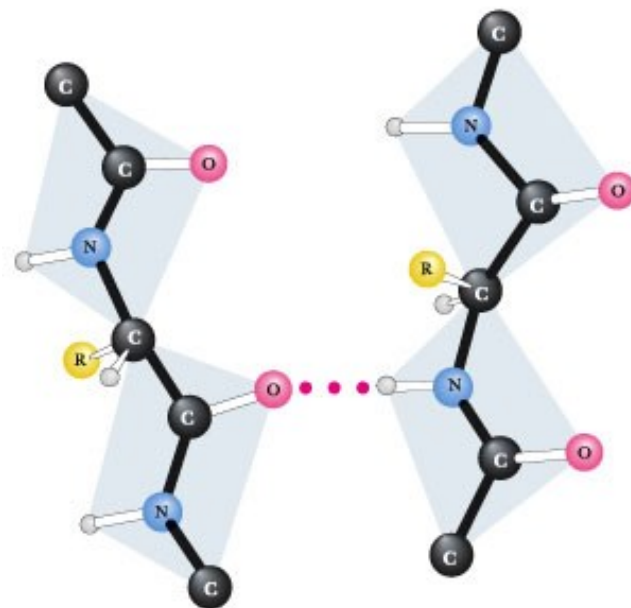
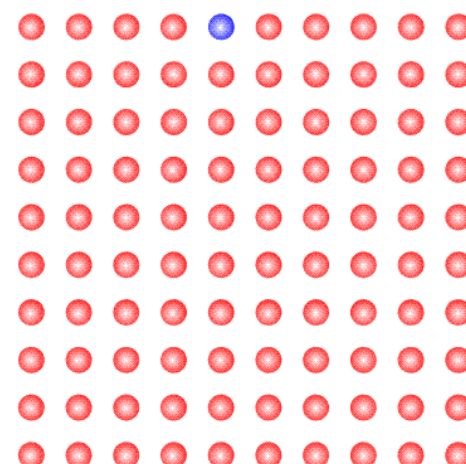
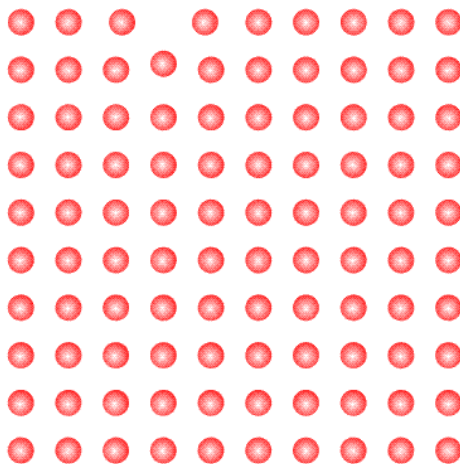
Ponthibák keletkezése, mozgása:

Termikus hibák biológiai makromolekulákban:



$$n_{S_0} = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_s}{kT}}$$

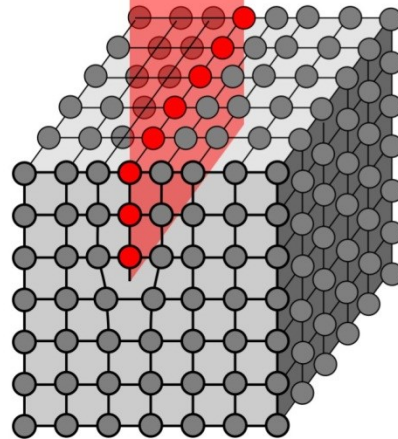
felbomlott
H-hidak
száma



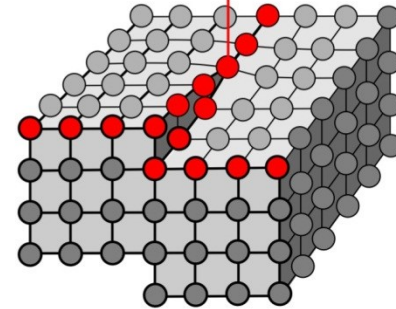
- **diszlokációk**

- éldiszlokáció
- csavardiszlokáció

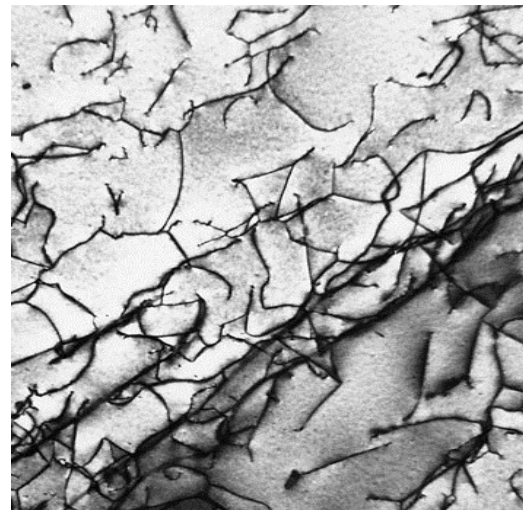
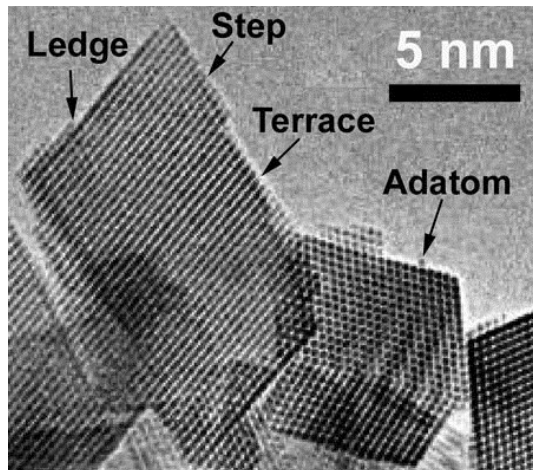
éldiszlokáció



csavardiszlokáció



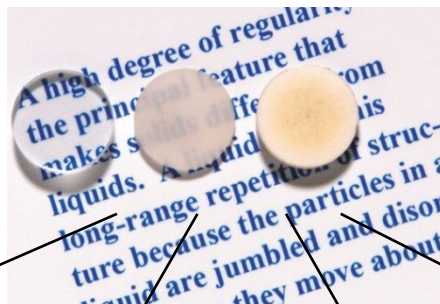
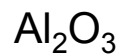
- **felületi hibák**



titán ötvözet
diszlokációi

A hibák erősen befolyásolják a tulajdonságokat!

pl. optikai
tulajdonságok



+ Cr³⁺



+ V²⁺



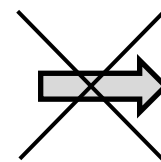
Fe²⁺



+Ti⁴⁺+Fe²⁺



pl. mechanikai
tulajdonságok

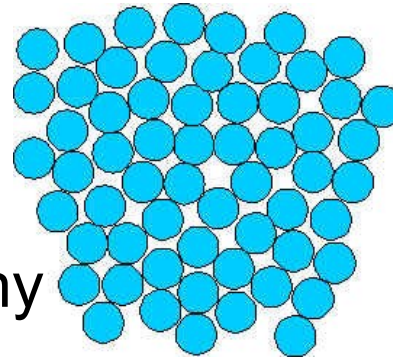


Amorf anyagok

= üveg, üvegszerű anyag



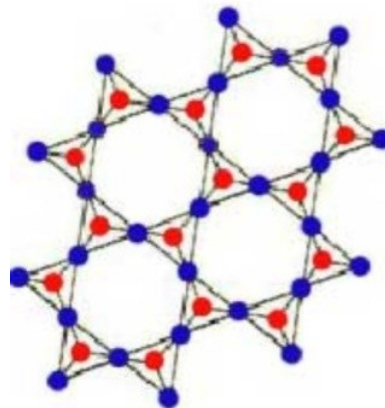
- rövid távú rend
- sok szerkezeti hiba
- nincs saját alak/folyékony
de nagyon nagy viszkozitás,
túlhűtött folyadék, ezért úgy
tűnik, van saját alakjuk
- mechanikailag kemény
- izotrop



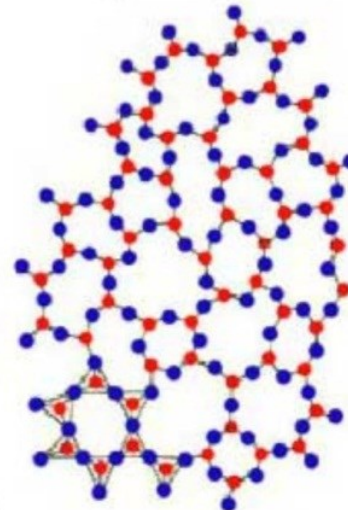
pl. üveg, műgyanta,
viasz, bitumen,



kristályos SiO_2



amorf SiO_2



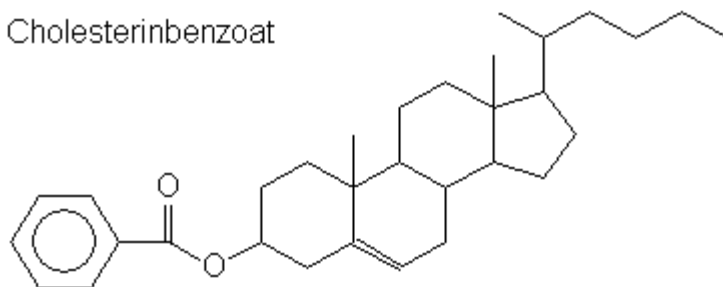
• Si • O

❖ (A tankönyvben nem található téma!)

Termotróp folyadékkristályok:

Folyadékkristályok

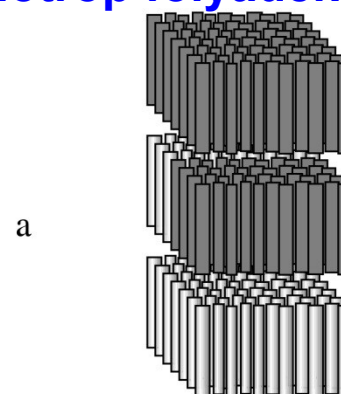
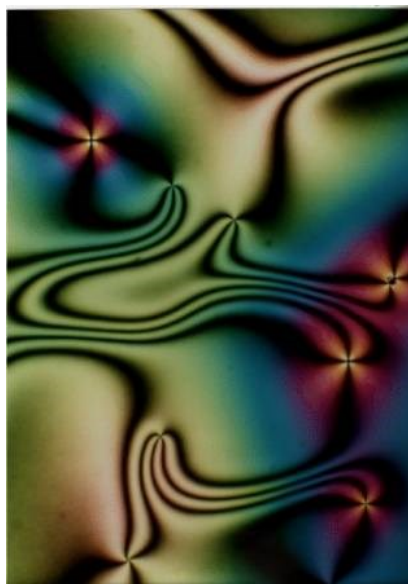
Cholesterinbenzoat



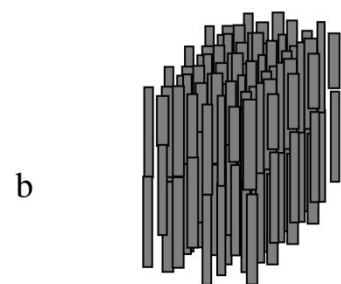
1883 Reinitzer



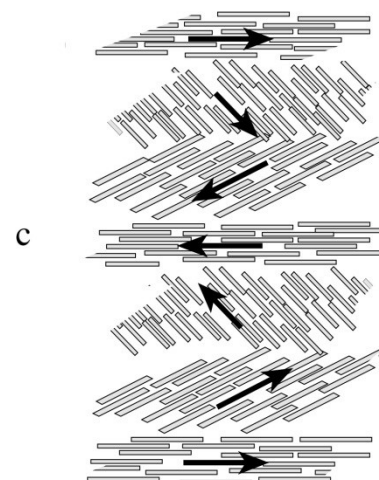
- anizodimenziós molekulák
- mezofázis
- részben rendezett struktúra
- folyékony
- optikailag anizotróp
- szerkezete nagyon érzékeny a külső hatásokra



szmektikus

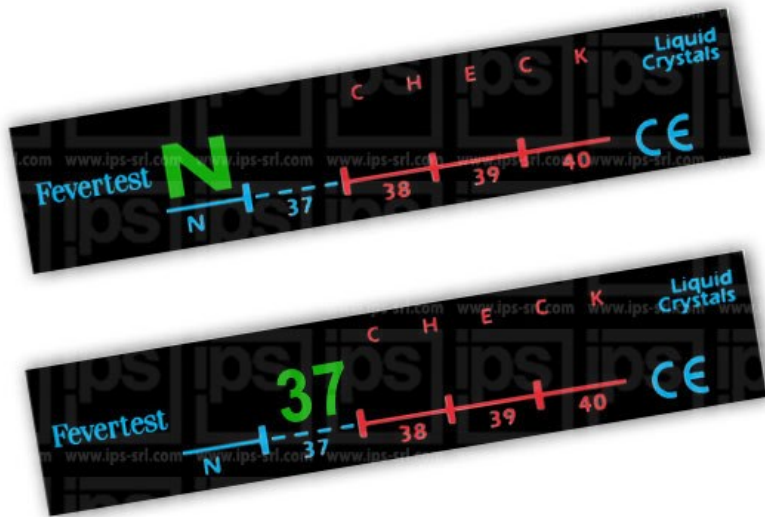
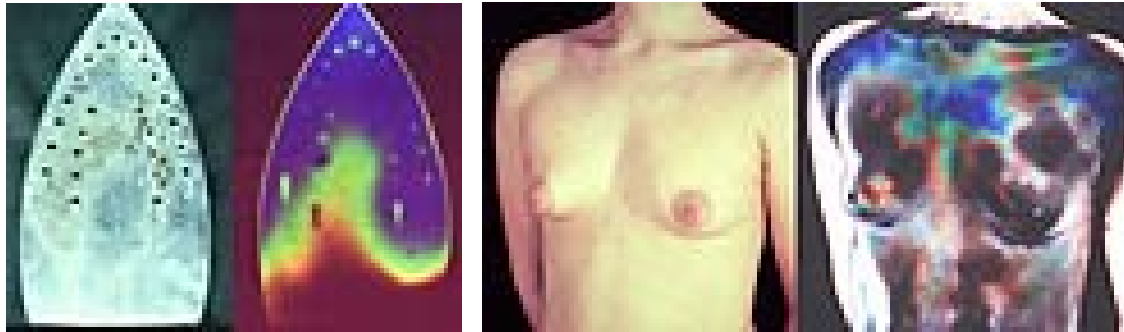


nematikus



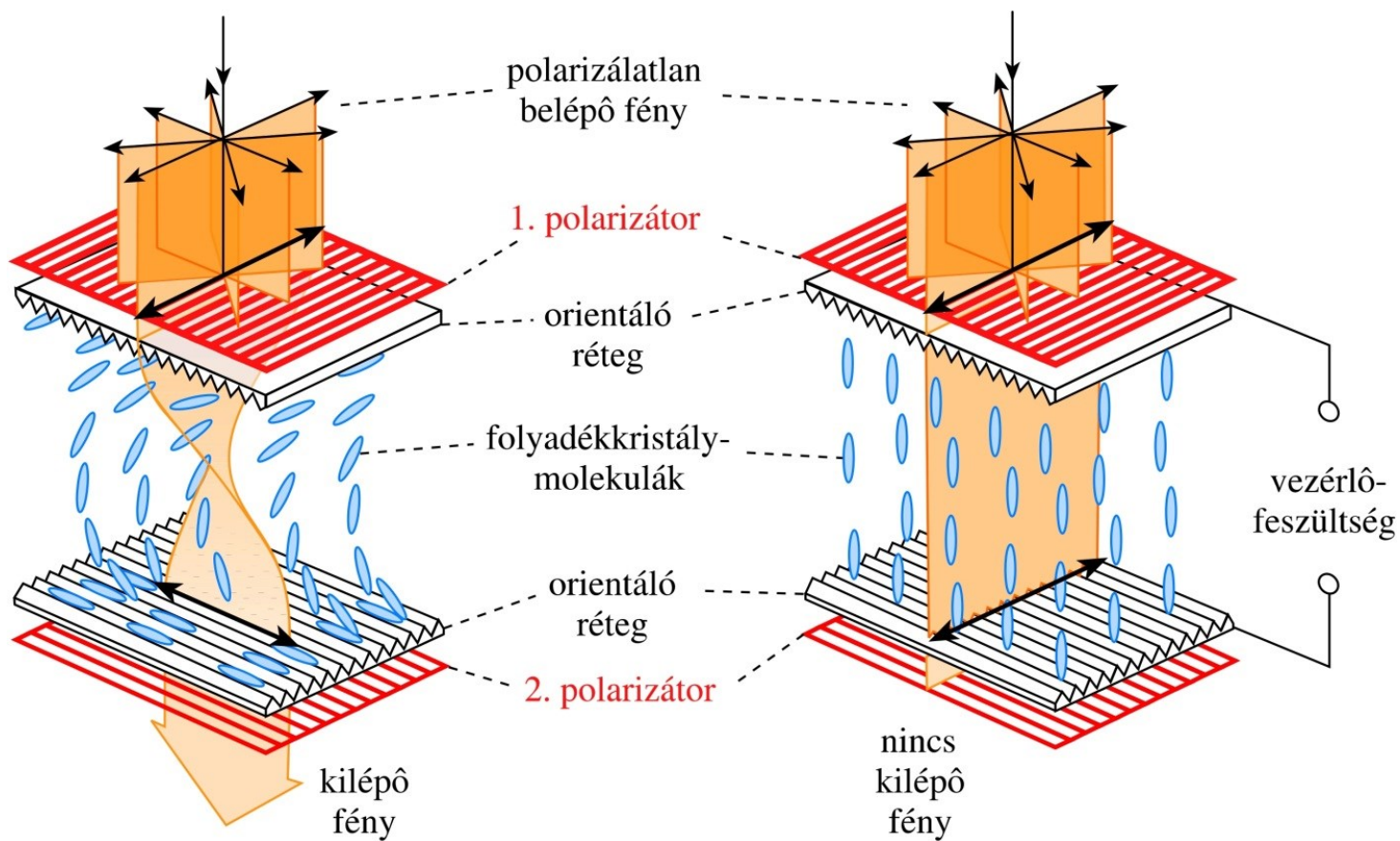
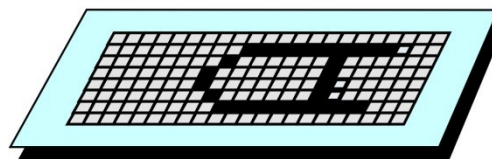
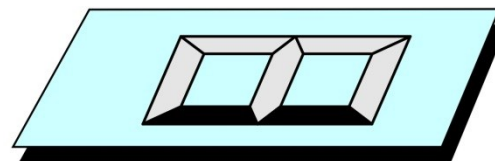
koleszterikus

Kontakttermográfia (termooptikai effektus)

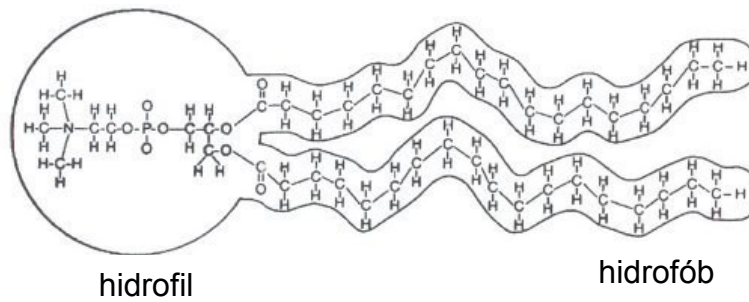


LCD

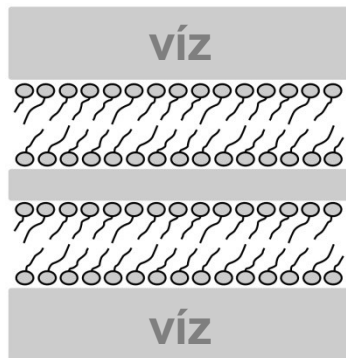
(elektrooptikai effektus)



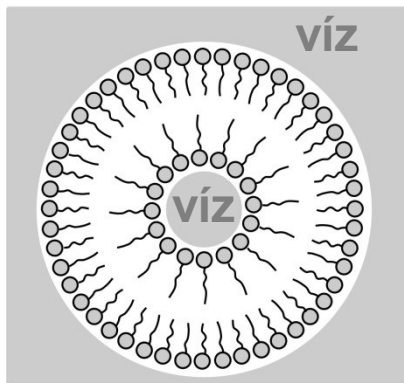
Liotróp folyadék- kristályok pl.:



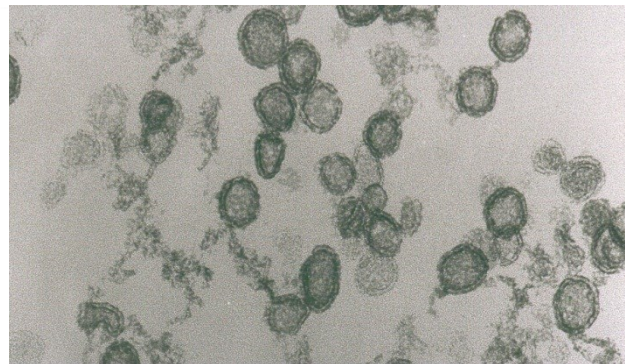
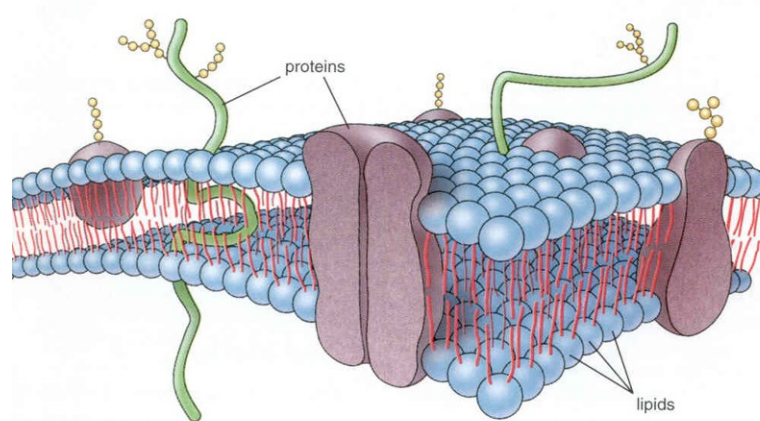
foszfolipid molekula



lamelláris



liposzóma



Következő
előadáshoz:
6., 7.
tankönyvi
fejezetek