

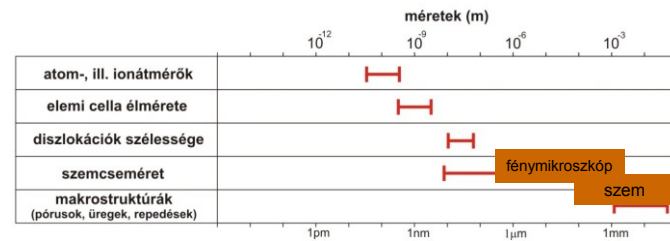


Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai 4.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
Szerkezetvizsgálati módszerek

1

Szerkezeti elemek méretei



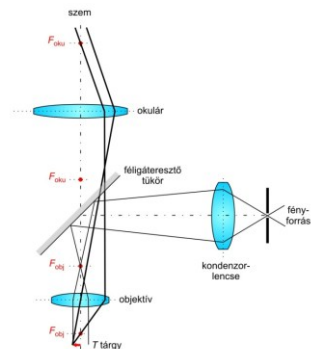
• **szem** feloldási határ: $\approx 1' \Rightarrow 25 \text{ cm}$ távolságból $\approx 0,1 \text{ mm}$

• **fénymikroszkóp** (l. Biofizika) feloldási határ: $\approx 200 \text{ nm}$

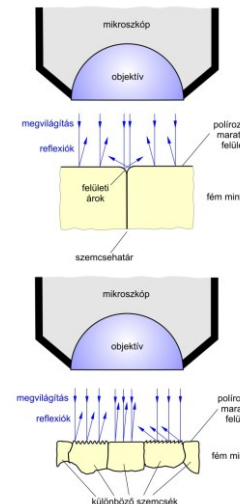
$$\delta \approx \frac{\lambda}{NA}$$

2

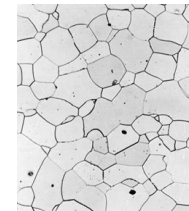
Fénymikroszkóp



3



Előkészítés :
• csiszolás
• maratás



4

Elektronmikroszkóp

$$\delta \approx \frac{\lambda}{NA} !$$

Alapja: elektronnyaláb, mint anyaghullám

elméleti hipotézis –
de Broglie-
hullámhossz (1923):

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

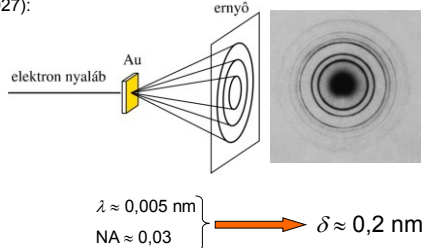
Planck-állandó
($h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$)

az elektron
lendülete,



Louis de Broglie
(1892-1987)
fizikus

kísérleti bizonyíték – elektrondiffrakció
(1927):

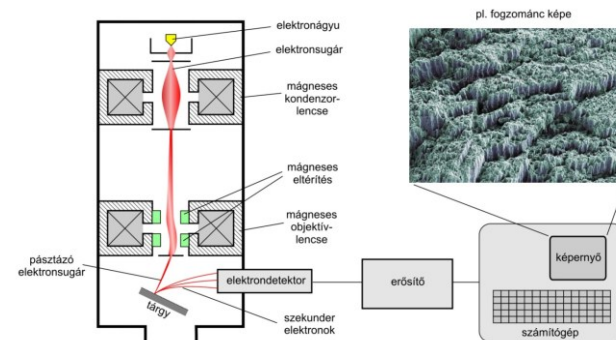


Clinton Davisson
(1881-1958)
Lester Germer
(1896-1971)
fizikusok

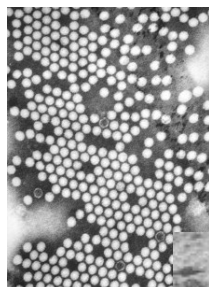
5

Transzmissziós elektronmikroszkóp (transmission electron microscope – **TEM**)

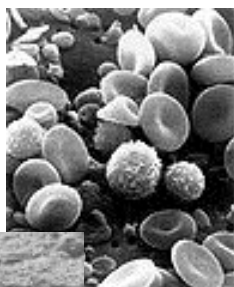
Pásztázó elektronmikroszkóp (scanning electron microscope – **SEM**)



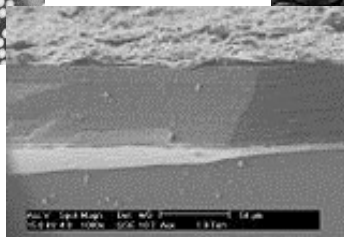
6



gyermekbénulás vírusok
(TEM)

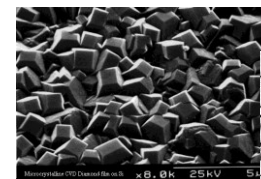


emberi vér
(SEM)

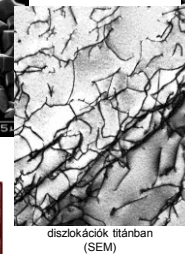


ókori üvegdarabon korróziós réteg
(SEM)

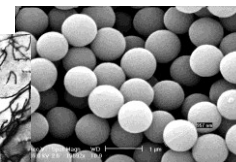
7



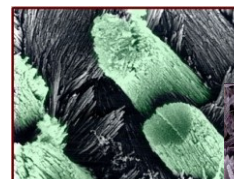
gyémánt mikrokristályok
(SEM)



diszlokációk titánban
(SEM)



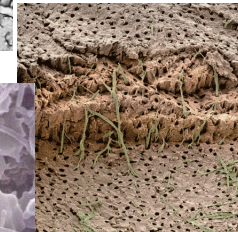
TiO gőmböcskék
(SEM)



apatit kristallitok zománcban
(SEM)

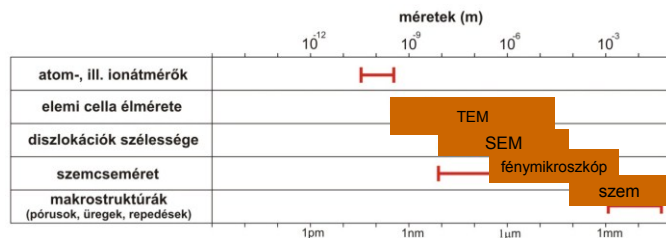


fog felszíni plak
(SEM)



dentin tubulusok odontoblast
nyúlványokkal
(SEM)

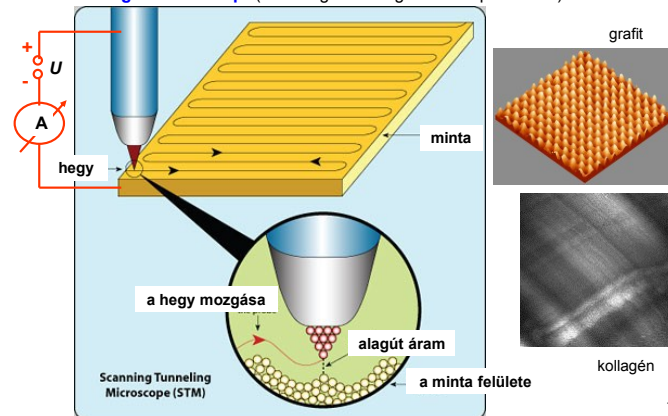
8



9

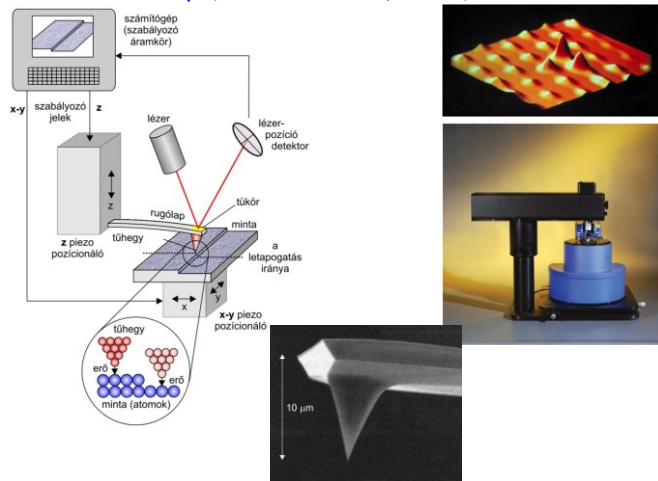
Pásztázószondás mikroszkópok (scanning probe microscopes — SPM)

Pásztázó alagútmikroszkóp (scanning tunneling microscope — STM)



10

Atomi erő mikroszkóp (atomic force microscope — AFM)



11

Kitérő: piezoelektromosság

1889 P. Curie (piezein = gör összenyom)

pl.: kvarc

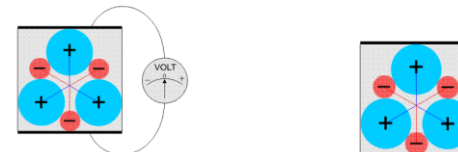


piezoelektromos hatás:

deformáció \Rightarrow elektromos tér, feszültség

inverz piezoelektromos hatás:

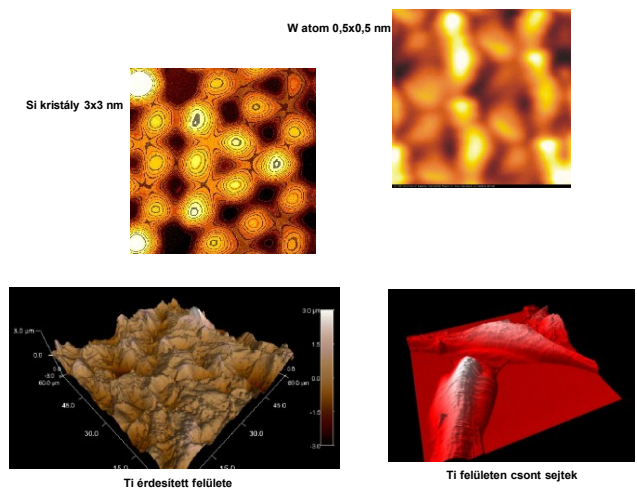
elektromos feszültség \Rightarrow deformáció



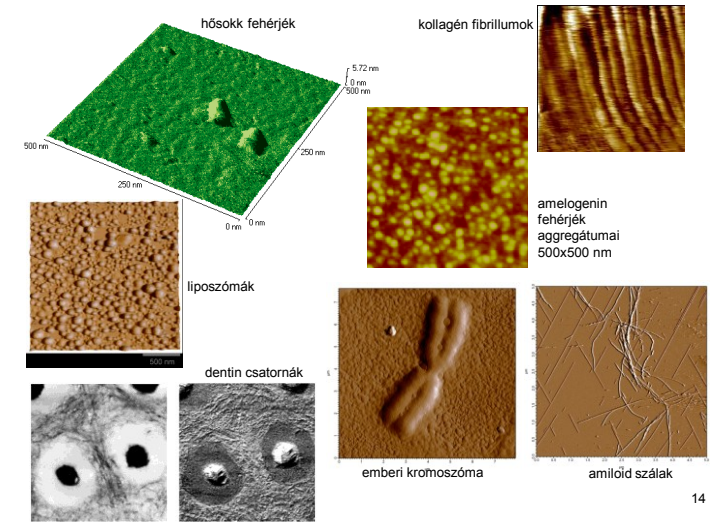
$$U = \delta \cdot \Delta x$$

pl. kvarcnál: $\delta \approx 10^{12} \text{ V/m}$

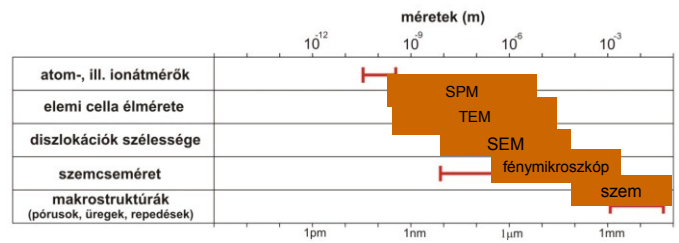
12



13

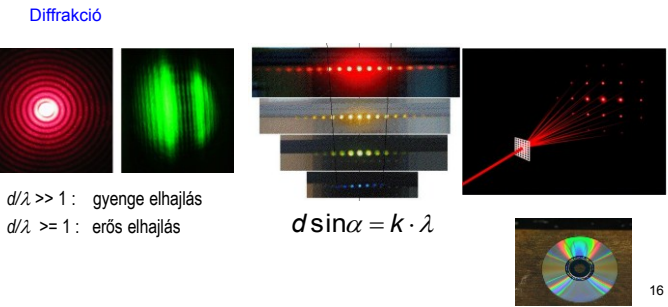
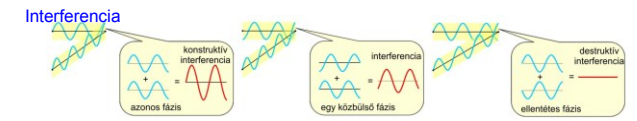


14



15

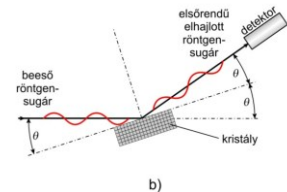
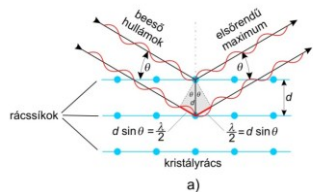
Interferencia, diffrakció (elhajlás)



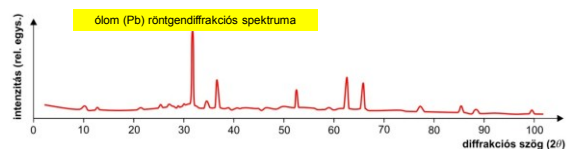
16

Diffrakációs módszerek

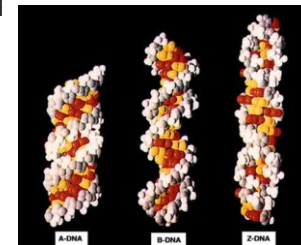
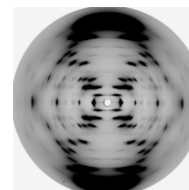
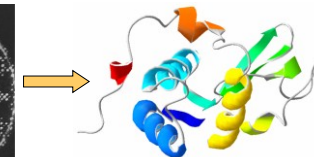
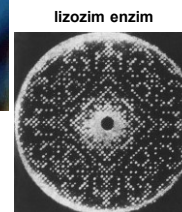
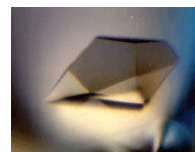
- röntgendiffrakció $\lambda \approx 0,01-0,1 \text{ nm}$
- neutrondiffrakció $\approx 0,1 \text{ nm}$
- elektrondiffrakció $\approx 0,01 \text{ nm}$



Bragg-egyenlet: $2d \sin \theta = n \cdot \lambda$

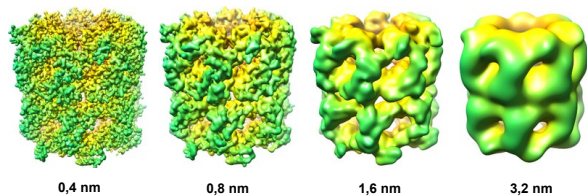


17



18

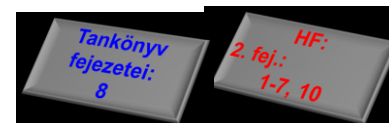
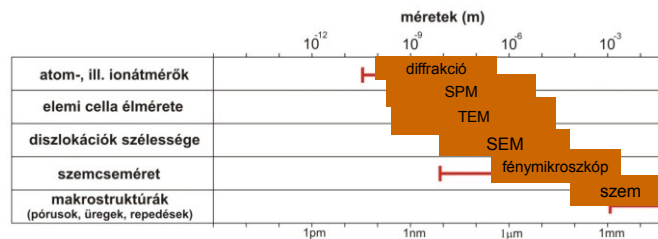
GroEL különböző felbontással:



Hemoglobin:



19



20