

Fogorvosi Anyagtan Fizikai Alapjai

6. előadás
Szerkezetvizsgálati módszerek
2016. október 13.
Agócs Gergely

Tankönyv fejezetei:
8

HF:
2. fejj.: 1-7, 10, 12

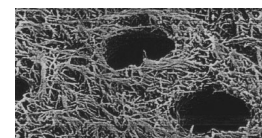
1

Mi a szerkezet?

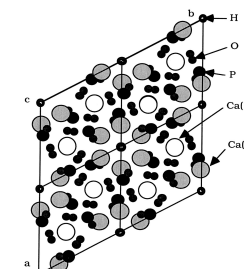
Egy összetett rendszer elemeinek **elhelyezkedése** és a köztük lévő **kapcsolat**.



Nagyírló vázlatos anatómiája



Dentin finomszerkezete

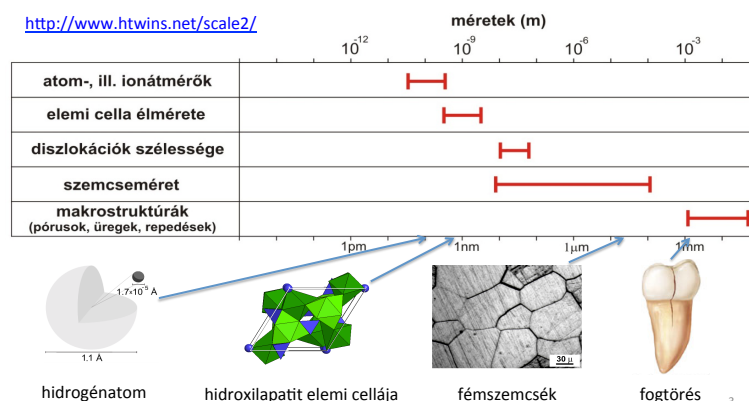


Hidroxilapatitkristály szerkezete

2

A szerkezetvizsgálatok mérettartománya

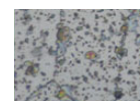
<http://www.htwins.net/scale2/>



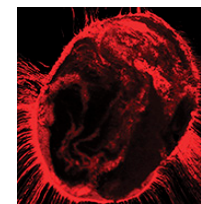
3

Mi a képalkotás lényege?

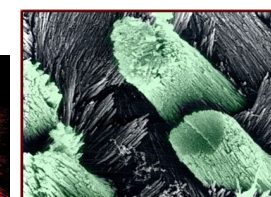
Az egyes képpontokhoz intenzitásértékeket rendelünk a tárgy pontok valamely tulajdonsága alapján.



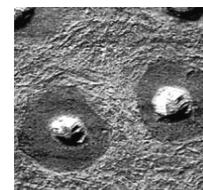
fém szemcseszerkezete
fémmikroszkópban



gutta-percha gyökértömés
konfokális mikroszkópban



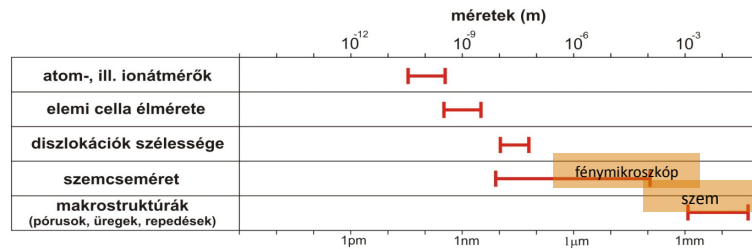
fogzománc apatitkristallitjai
elektronmikroszkópban



dentinszövet
atomerőmikroszkópban

4

Szerkezeti elemek méretei



• **szem** feloldási határ: kb. 1 ívperc \Rightarrow 25 cm távolságból mekkora a felbontási határ?

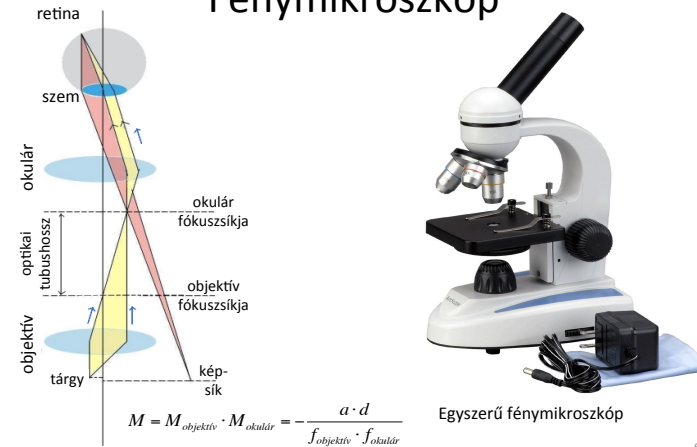
• **fénymikroszkóp** (l. Biofizika előadás és gyakorlat)
 feloldási határ: ≈ 200 nm

$$d = 0,61 \cdot \frac{\lambda}{n \cdot \sin \omega} \approx \lambda$$

$$n \cdot \sin \omega \approx 1$$

5

Fénymikroszkóp



6

Fénymikroszkóp

Fejlesztési lehetőségek:

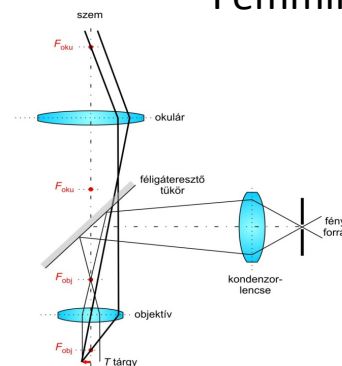
kontraszt javítása

felbontás javítása



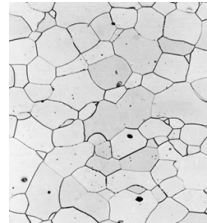
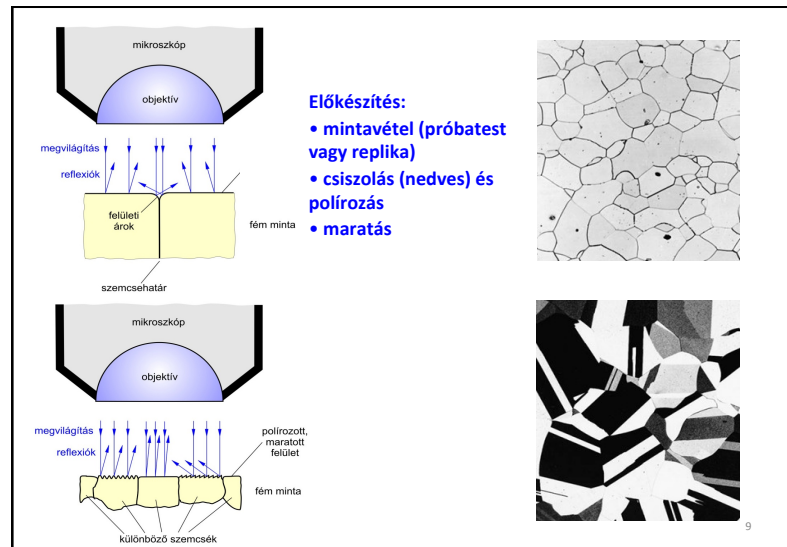
7

Fémmikroszkóp



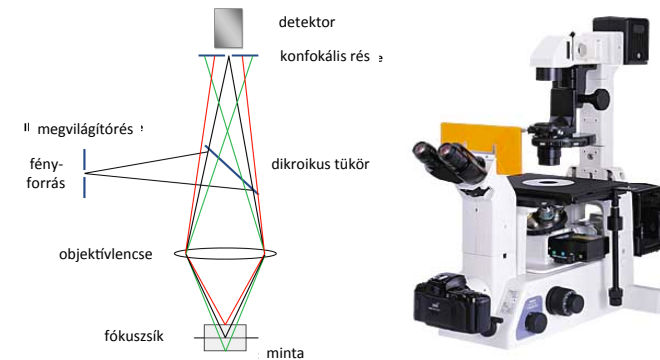
Álló fémmikroszkóp

8



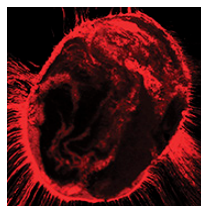
9

Konfokális mikroszkóp

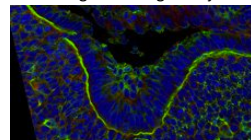


10

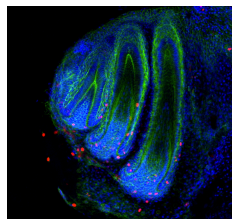
Konfokális mikroszkóp



guttapercha gyókértömés



fogcsíra invaginációja



kígyó funkcionális és két "tartalék" foga

11

Elektronmikroszkóp

Alapja: elektronnyaláb mint anyaghullám

elméleti hipotézis – de Broglie-hullámhossz (1923):

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

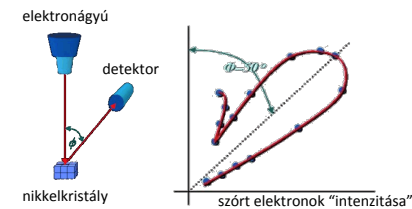
Planck-állandó
($h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)

az elektron
lendülete



Louis de Broglie
(1892-1987)
fizikus

kísérleti bizonyíték – elektrondiffrakció (1927):



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

12

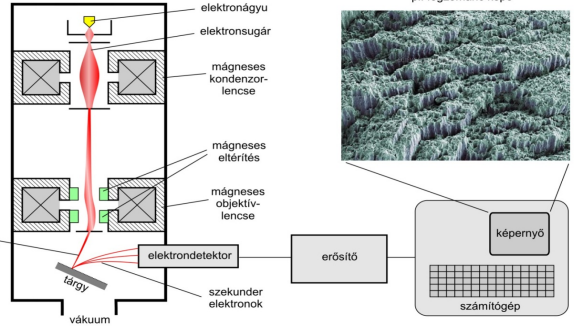
Transzmissziós elektronmikroszkóp (transmission electron microscope – **TEM**)

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

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

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

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



elektronágyú
elektronsugár
mágneses kondenzor-lencse
mágneses eltérítés
mágneses objektív-lencse
pásztázó elektronsugár
tárgy
vákuum
elektron-detektor
szekunder elektronok
erősítő
képernyő
számítógép

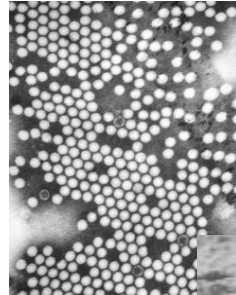
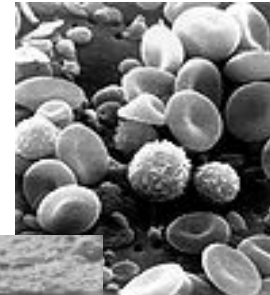
pl. fogzománc képe

$\lambda \approx 0,005 \text{ nm}$
 $NA \approx \omega \approx 0,03$

➔

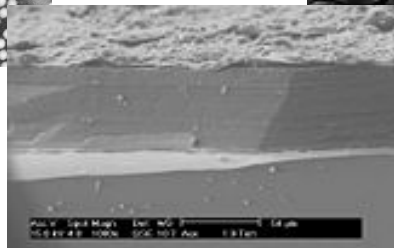
$\delta \approx 0,2 \text{ nm}$

13

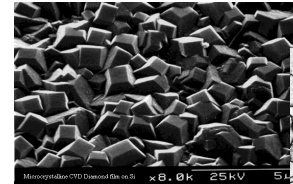
gyermekbénulás vírusok (TEM)

emberi vér (SEM)

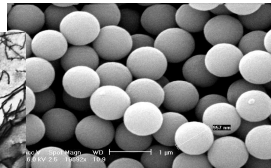


ókori üvegdarabon korróziós réteg (SEM)

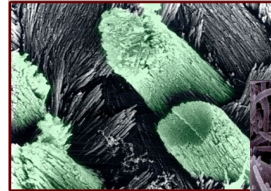
14



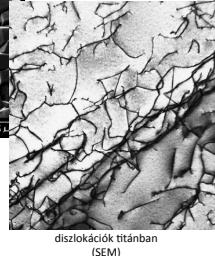
gyémánt mikrokristályok (SEM)




TiO gömböcskék (SEM)



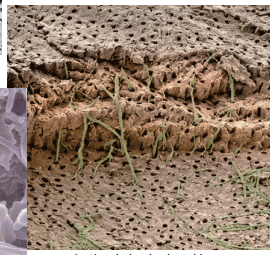
apatit kristallitok zománcban (SEM)



diszlokációk titánban (SEM)

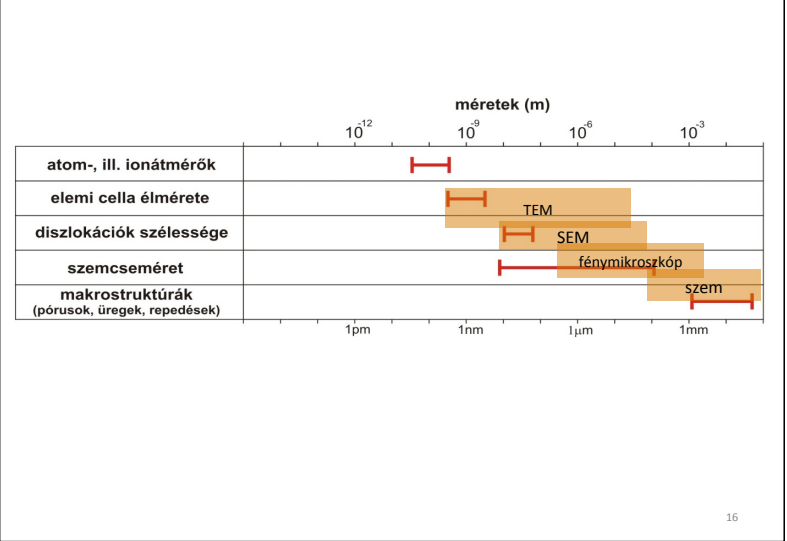


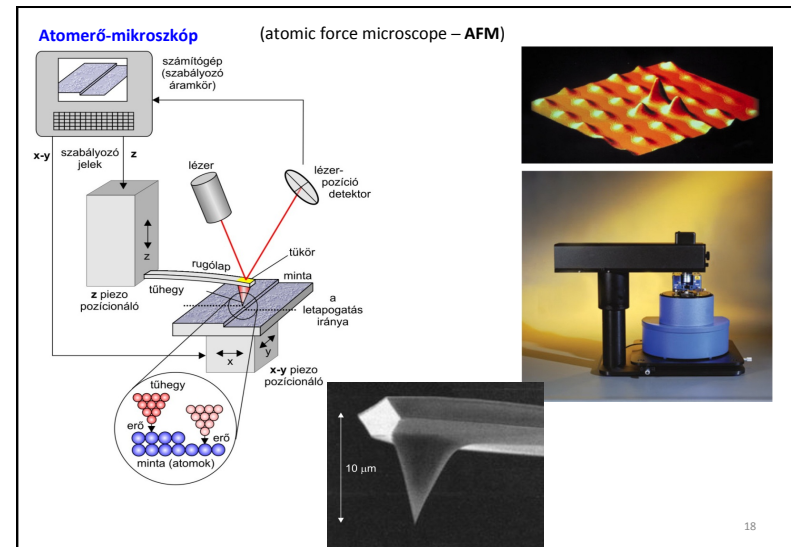
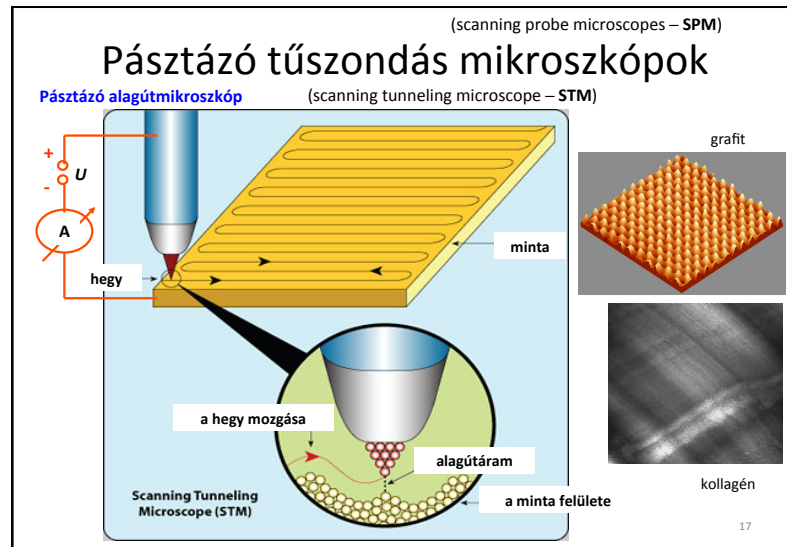
fog felszíni plakk (SEM)



dentin tubulusok odontoblaszt nyúlványokkal (SEM)

15





Kitérő: piezoelektromosság

1889 P. Curie (piezein = *gör* összenyom)

pl.: kvarc

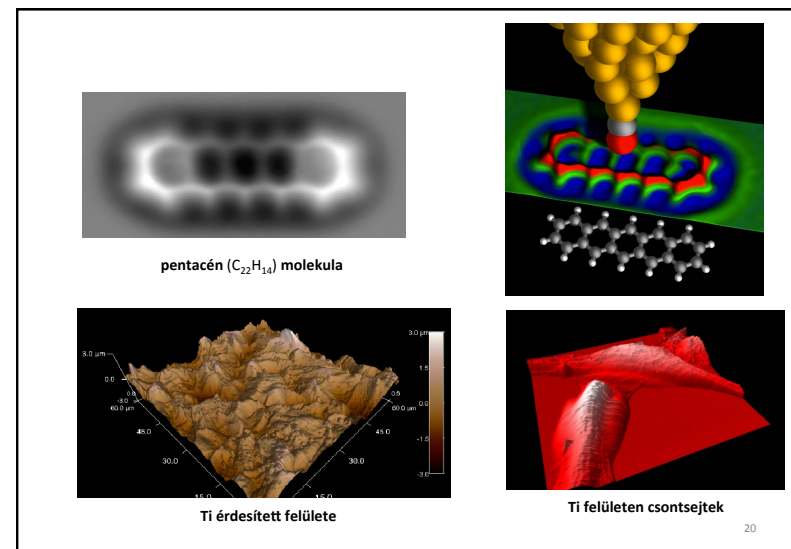
piezoelektromos hatás:
deformáció \Rightarrow elektromos tér, feszültség

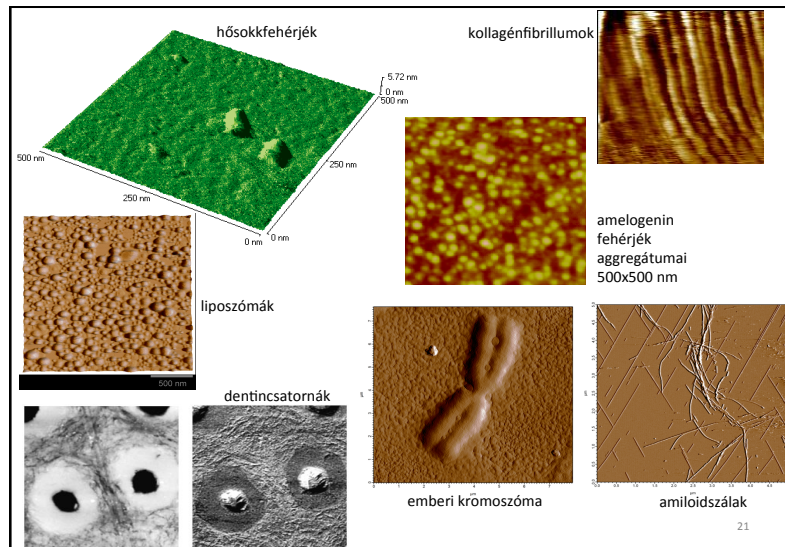
inverz piezoelektromos hatás:
elektromos feszültség \Rightarrow deformáció

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

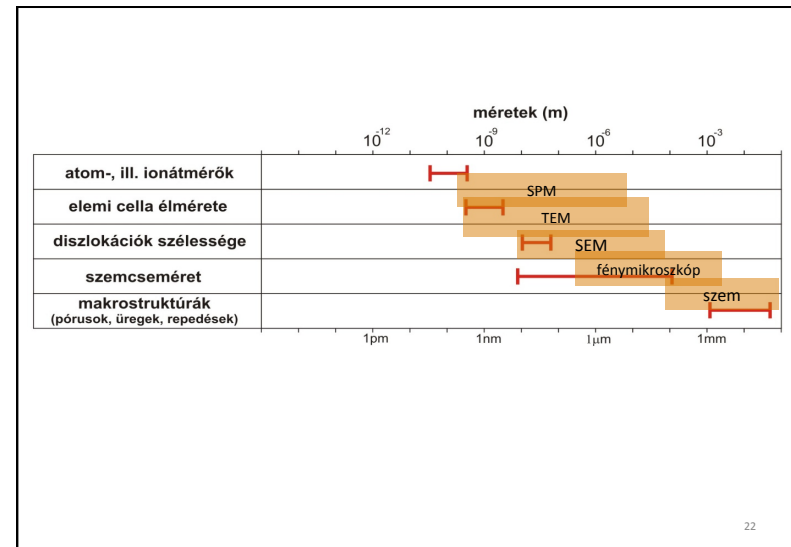
pl. kvarcnál: $\delta \approx 10^{12} \text{ V/m}$

19





21



22

Interferencia és diffrakció (elhajlás)

Interferencia

- konstruktív interferencia: azonos fázis
- interferencia: egy közbülső fázis
- destruktív interferencia: ellentétes fázis

Diffrakció

$d/\lambda \gg 1$: gyenge elhajlás

$d/\lambda \approx 1$: erős elhajlás

$d \sin \alpha = k \cdot \lambda$

23

Diffrakciós módszerek

a) Diagram of diffraction from a crystal lattice (rácslírács) showing incident (beeső hullámok), diffracted (elcsúszott maximum), and reflected (visszavert) waves. The Bragg equation is given as $2d \sin \theta = n \cdot \lambda$.

b) Diagram of X-ray diffraction from a crystal (kristály) showing incident (beeső röntgen-sugár), diffracted (elcsúszott röntgen-sugár), and reflected (visszavert) waves. The detector (detektor) is shown.

- röntgendiffrakció: $\lambda \approx 0,01-0,1$ nm
- neutrontdiffrakció: $\approx 0,1$ nm
- elektrondiffrakció: $\approx 0,01$ nm

ólom (Pb) röntgendiffrakciós spektruma

24

