

Fogorvosi Anyagtan Fizikai Alapjai

4. előadás
Szerkezetvizsgálati módszerek
2017. október 5.
Agócs Gergely

Tankönyv fejezetei:
8

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

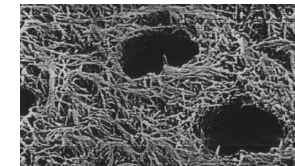
1

Mi a szerkezet?

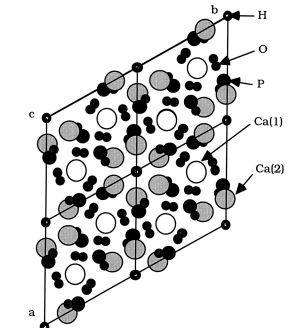
Egy összetett rendszer elemeinek **elhelyezkedése** és a köztük lévő **kapcsolat**.



Nagyírló vázlatos anatómiája



Dentin finomszerkezete

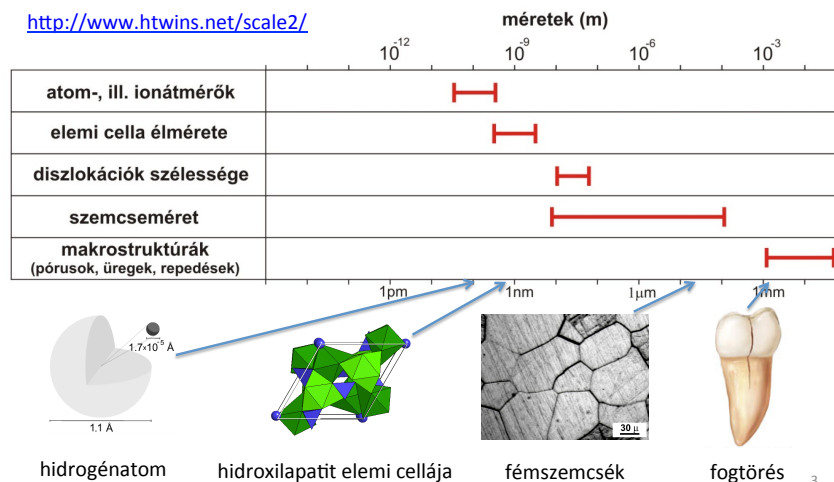


Hidroxilapatitkristály szerkezete

2

A szerkezetvizsgálatok mérettartománya

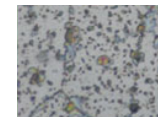
<http://www.htwins.net/scale2/>



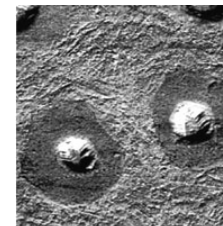
3

Mi a képalkotás lényege?

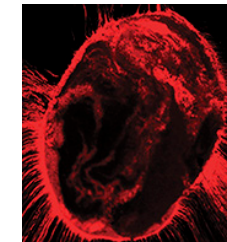
Az egyes képpontokhoz intenzitásértékeket rendelünk a tárgypontok
valamely tulajdonsága alapján.



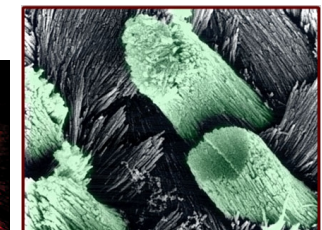
fém szemcseszerkezete
fémmikroszkópban



dentíncsatornák
atomerőmikroszkópban



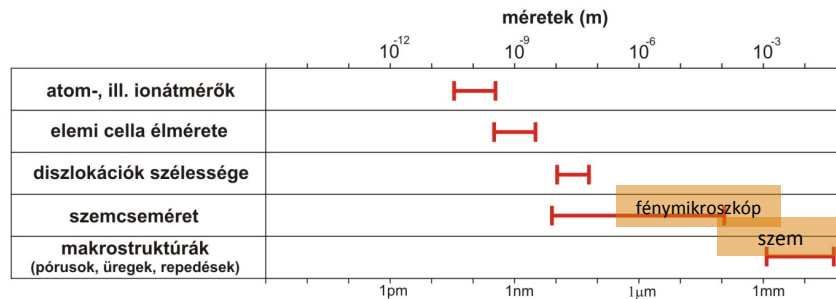
guttapercha gyökértömés
konfokális mikroszkópban



fogzománc apatitkristallitjai
elektronmikroszkópban

4

Szerkezeti elemek méretei



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

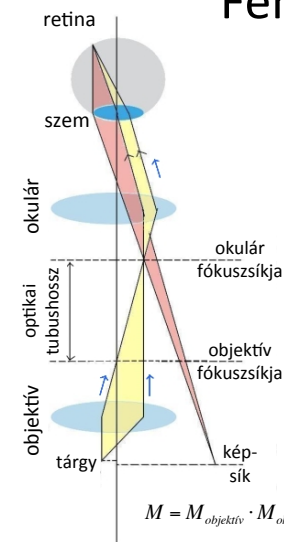
• **fénymikroszkóp** feloldási határ: ≈ 200 nm
(I. Biofizika előadás és gyakorlat)

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

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

5

Fénymikroszkóp



Egyszerű fénymikroszkóp

$$M = M_{\text{objektív}} \cdot M_{\text{okulár}} = - \frac{a \cdot d}{f_{\text{objektív}} \cdot f_{\text{okulár}}}$$

6

Fénymikroszkóp

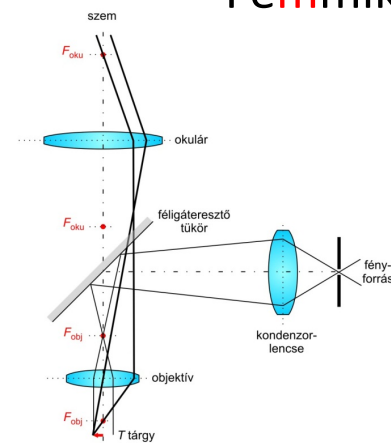
Fejlesztési lehetőségek:

kontraszt javítása felbontás javítása



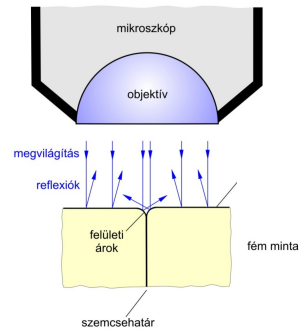
7

Fémikroszkóp



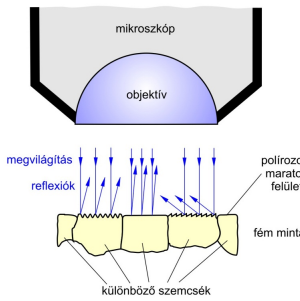
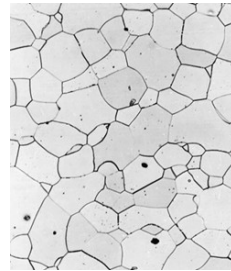
Álló fémikroszkóp

8



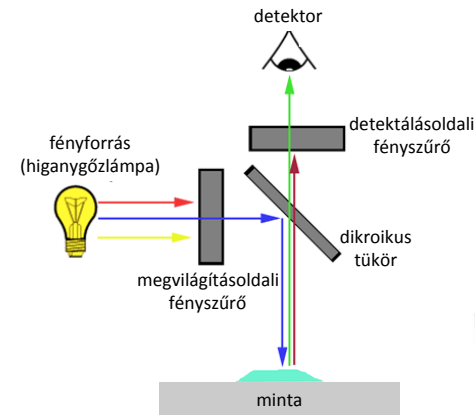
Előkészítés:

- mintavétel (próbatest vagy replika)
- csiszolás (nedves) és polírozás
- maratás



9

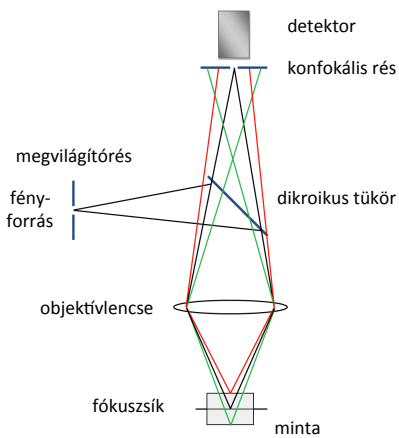
Epifluoreszcenciamikroszkóp



előny az egyszerű
fénymikroszkóphoz képest:

10

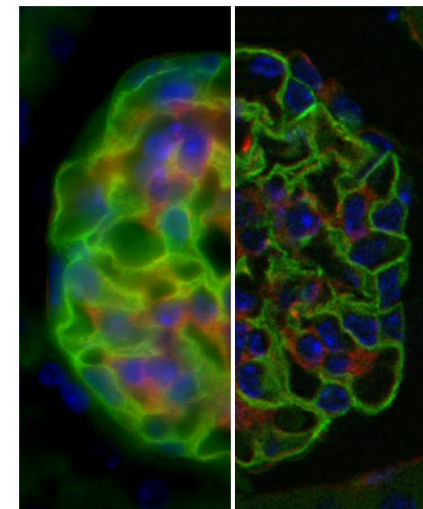
Konfokális mikroszkóp



előny az epifluoreszcencia-
mikroszkóphoz képest:

11

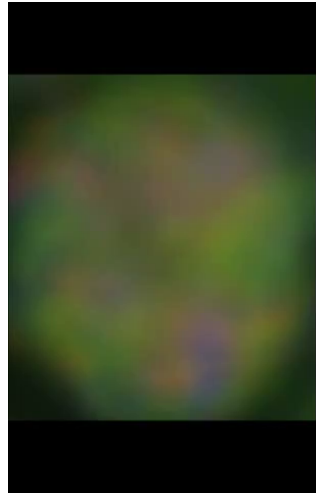
Epifluoreszcencia vs. konfokális



veseszelet

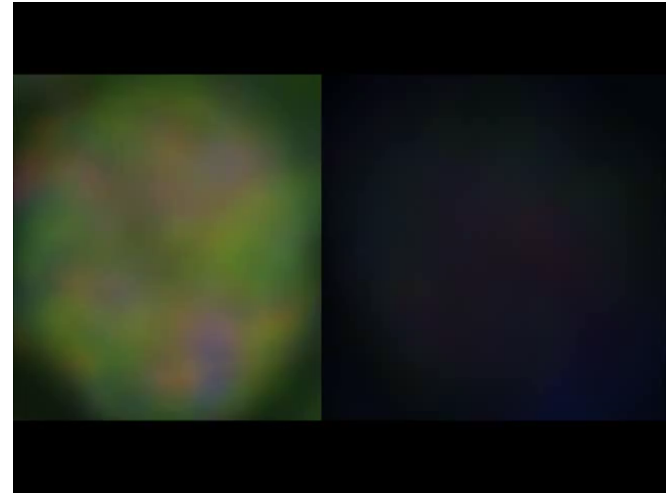
12

Epifluoreszcencia vs. konfokális



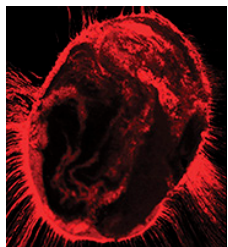
13

Epifluoreszcencia vs. konfokális

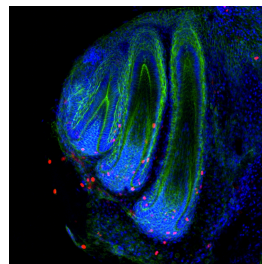


14

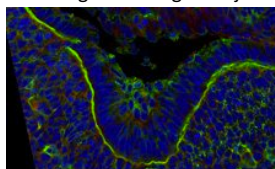
Konfokális mikroszkóp



guttapercha gyökértömés



kígyó funkcionális és két "tartalék" foga



fogcsíra invaginációja

15

Elektronmikroszkóp

Alapja: elektronnyaláb mint anyaghullám

elméleti hipotézis –
de Broglie-hullámhossz
(1923):

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

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

az elektron
lendülete.



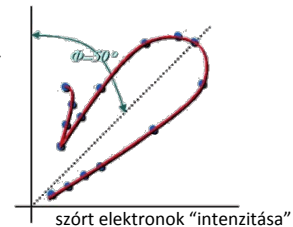
Louis de Broglie
(1892-1987)
fizikus

kísérleti bizonyíték – elektrondiffrakció
(1927):

elektronágyú

detektor

nikkelkristály

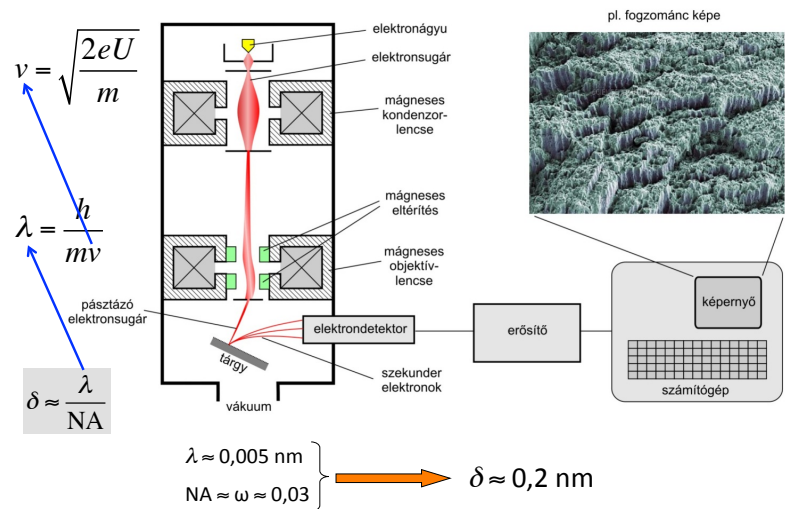


Clinton Davisson
(1881-1958)
Lester Germer
(1896-1971)
fizikusok

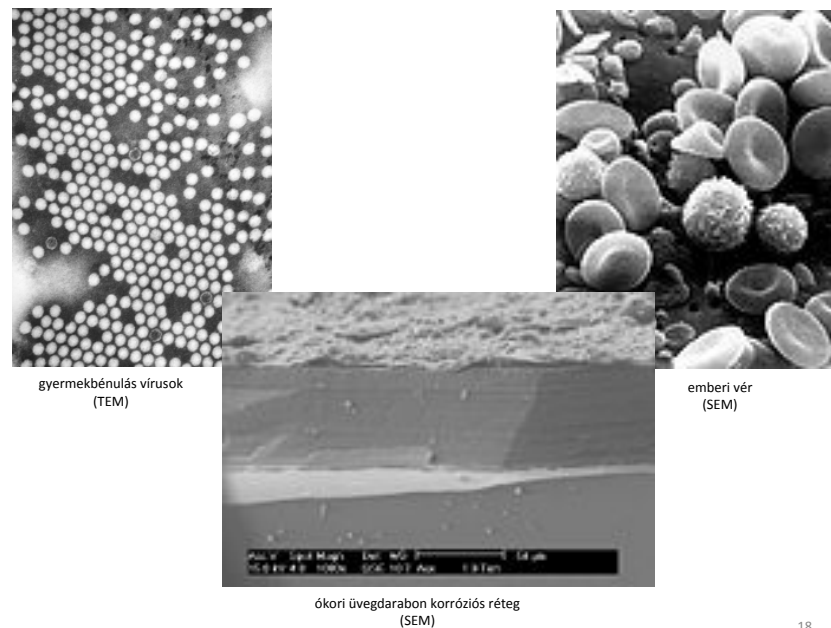
16

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

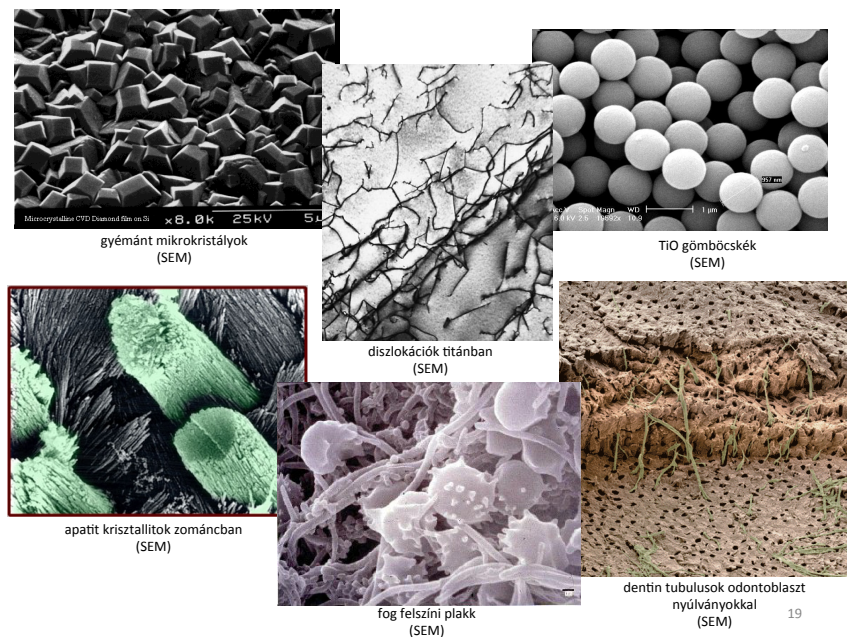
Pásztázó elektronmikroszkóp (scanning electron microscope – **SEM**)



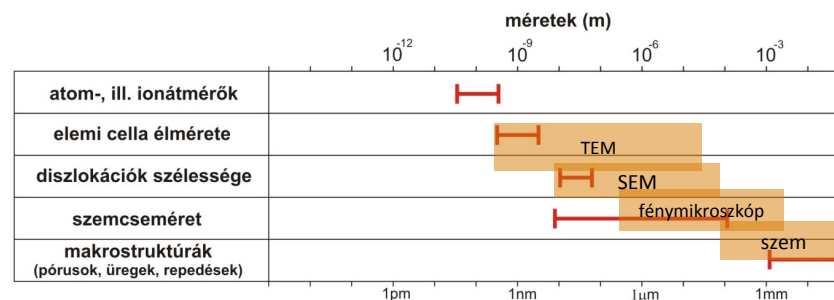
17



18



19



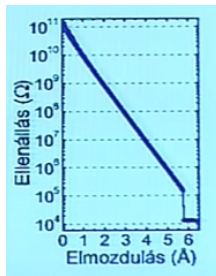
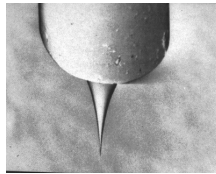
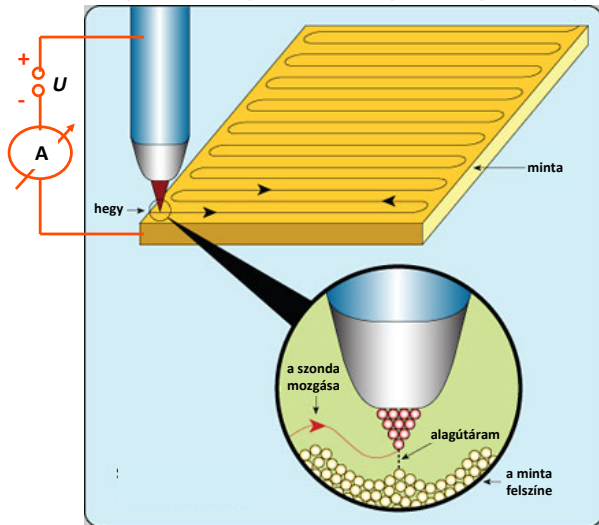
20

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

Pásztázó alagútmikroszkóp

(scanning tunneling microscope – STM)



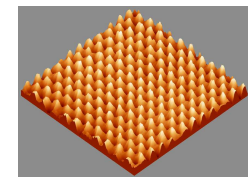
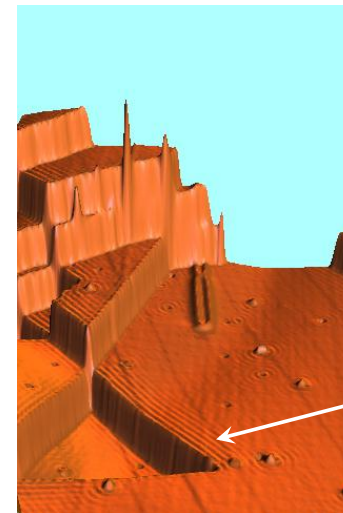
21

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

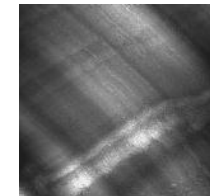
Pásztázó alagútmikroszkóp

(scanning tunneling microscope – STM)



grafit

rézfelszín
(z irányban
túlnagyítva)

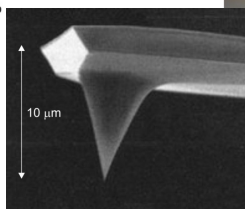
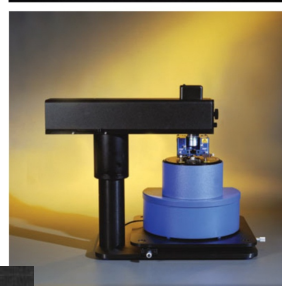
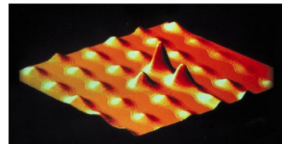
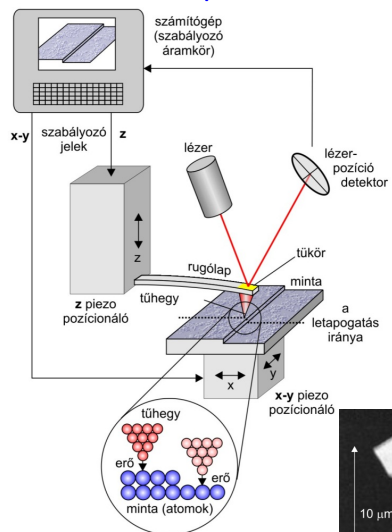


kollagén

22

Atomerő-mikroszkóp

(atomic force microscope – AFM)



23

Kitérő: piezoelektromosság

1889 P. Curie (piezein = gör összenyom)

pl.: kvarc

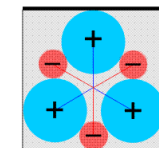
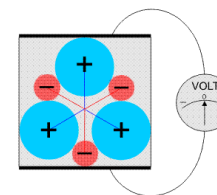


piezoelektromos hatás:

deformáció \Rightarrow elektromos tér, feszültség

inverz piezoelektromos hatás:

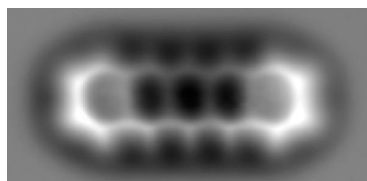
elektromos feszültség \Rightarrow deformáció



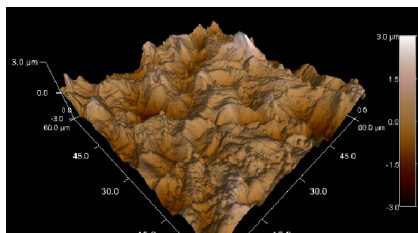
$$U = \delta \cdot \Delta x$$

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

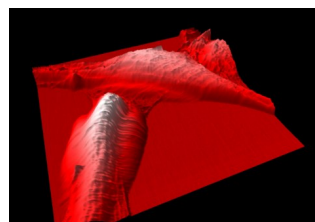
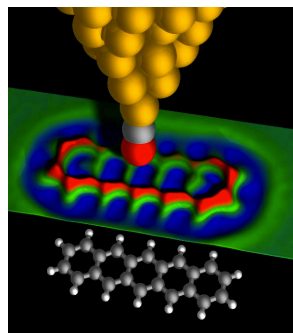
24



pentacén ($C_{22}H_{14}$) molekula

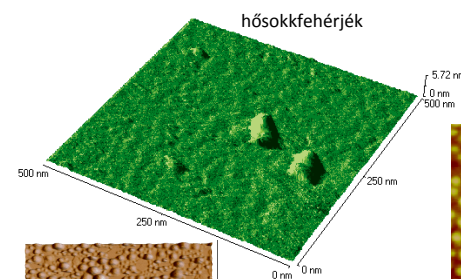


Ti érdesített felülete

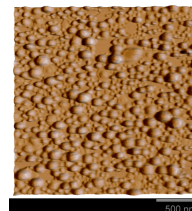


Ti felületen csontsejtek

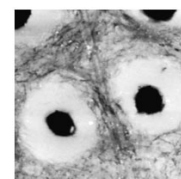
25



hőssokkfehérjék



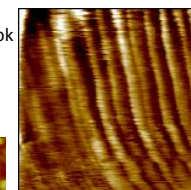
liposzómák



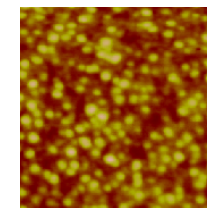
dentincsatornák



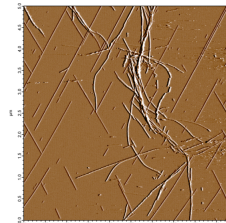
emberi krómoszóma



kollagénfibrillumok

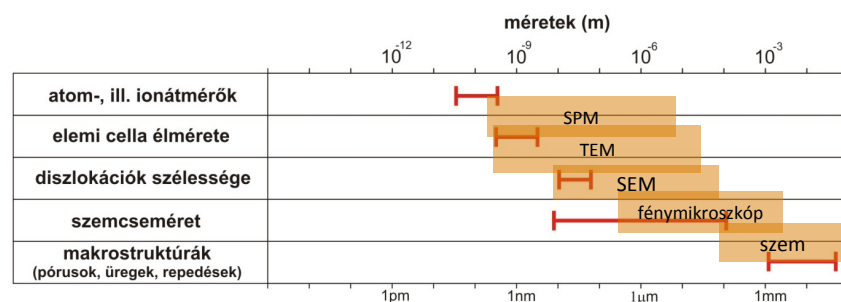


amelogenin
fehérjék
aggregátumai
500x500 nm



amiloidszálak

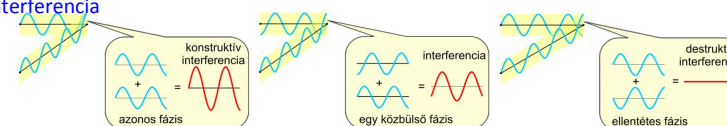
26



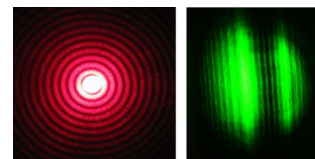
27

Interferencia és diffrakció (elhajlás)

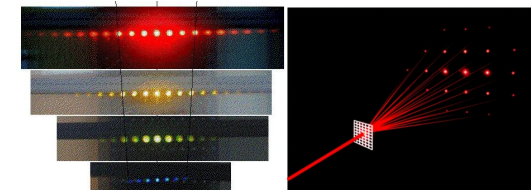
Interferencia



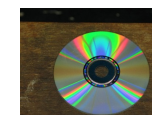
Diffrakció



$d/\lambda \gg 1$: gyenge elhajlás
 $d/\lambda \approx 1$: erős elhajlás

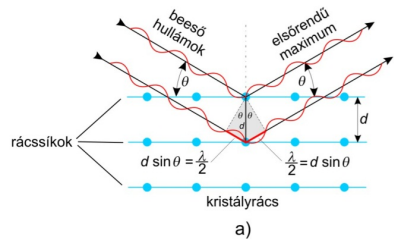


$$d \sin \alpha = k \cdot \lambda$$

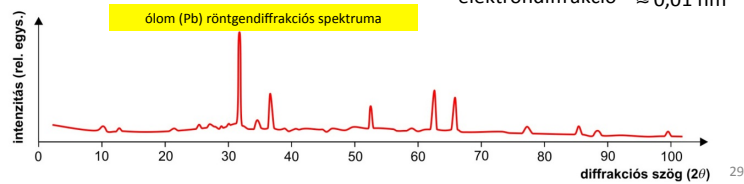


28

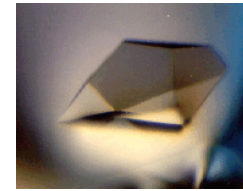
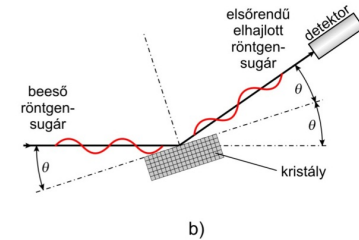
Diffrakciós módszerek



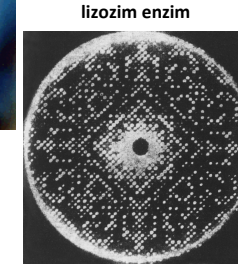
Bragg-egyenlet: $2d \sin \theta = n \cdot \lambda$



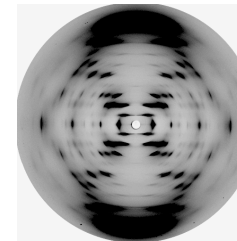
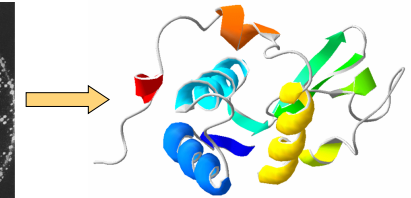
- röntgendiffrakció $\lambda \approx 0,01-0,1$ nm
- neutrondiffrakció $\approx 0,1$ nm
- elektrondiffrakció $\approx 0,01$ nm



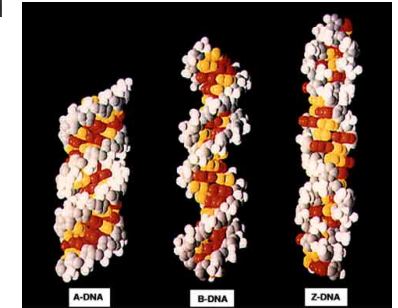
protein kristály



lizozim enzim

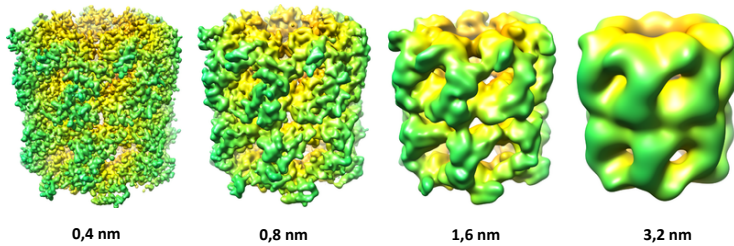


DNS

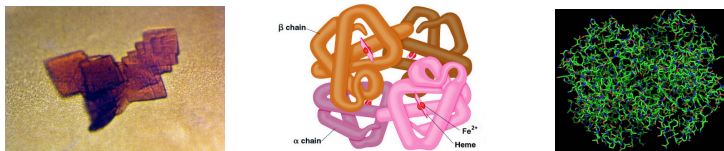


30

GroEL különböző felbontással:



Hemoglobin:



31

	méret (m)
	10^{12} 10^9 10^6 10^3
atom-, ill. ionátmérők	diffrakció
elemi cella élmérete	SPM
diszlokációk szélessége	TEM
szemcseméret	SEM
makrostruktúrák (pórusok, üregek, repedések)	fénymikroszkóp
	szem
	1pm 1nm 1μm 1mm

Következő előadáshoz:
9-11. tankönyvi fejezetek

32