

Fogorvosi Anyagtan Fizikai Alapjai

4. előadás
Szerkezetvizsgálati módszerek
2018. október 4.
Agócs Gergely

Tankönyv fejezetei:
8

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

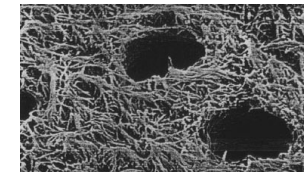
1

Mi a szerkezet?

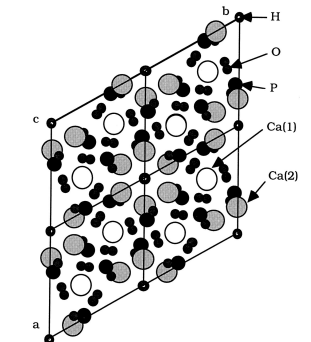
Egy összetett rendszer elemeinek **elhelyezkedése** és a köztük lévő **kapcsolat**.



Nagyírló vázlatos anatómiája



Dentin finomszerkezete

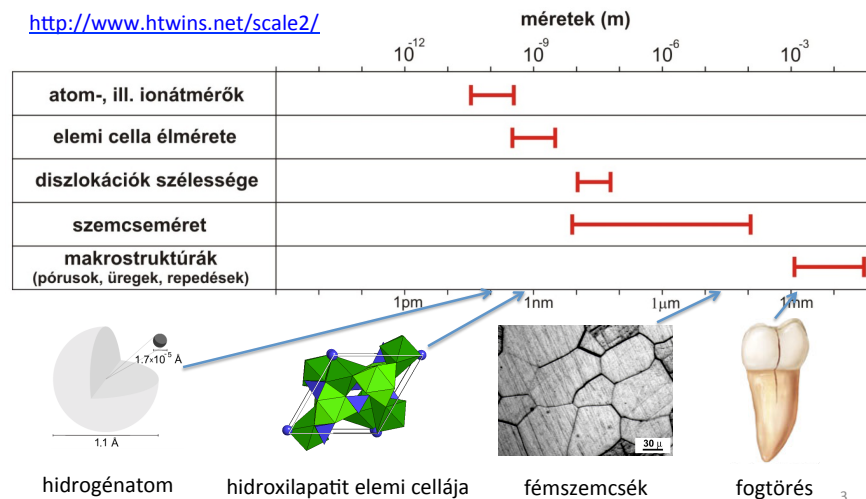


Hidroxilapatitkristály szerkezete

2

A szerkezetvizsgálatok mérettartománya

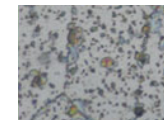
<http://www.htwins.net/scale2/>



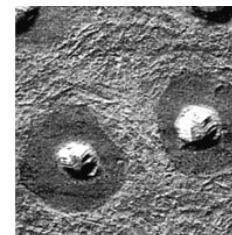
3

Mi a képalkotás lényege?

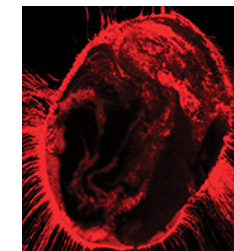
Az egyes képpontokhoz intenzitásértékeket rendelünk a tárgypontok
valamely tulajdonsága alapján.



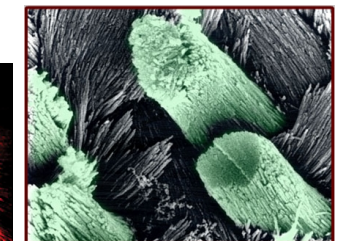
fém szemcseszerkezete
fémmikroszkópban



dentinszennyező
atomerőmikroszkópban



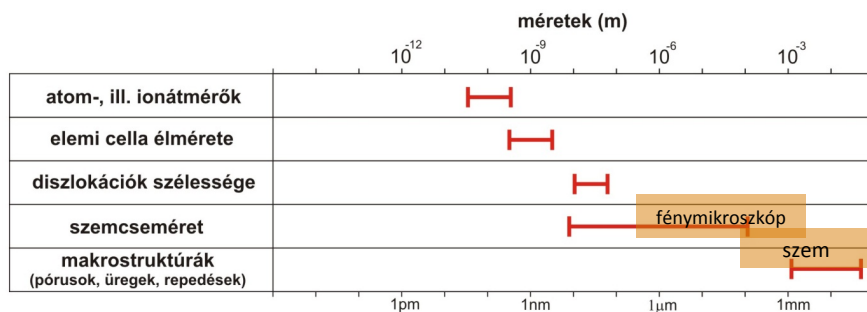
gutta-percha gyökértömés
konfokális mikroszkópban



fogzománc apatitkristallitjai
elektronmikroszkópban

4

Szerkezeti elemek méretei



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

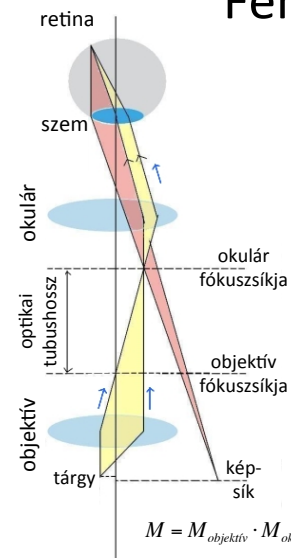
• **fénymikroszkóp** feloldási határ: ≈ 200 nm
(I. Biofizika előadás és gyakorlat)

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

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

5

Fénymikroszkóp



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



Egyszerű fénymikroszkóp

6

Fénymikroszkóp

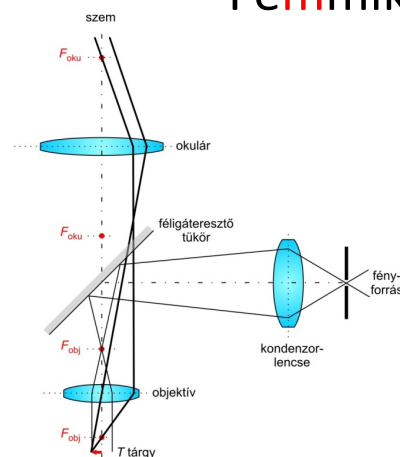
Fejlesztési lehetőségek:

kontraszt javítása felbontás javítása



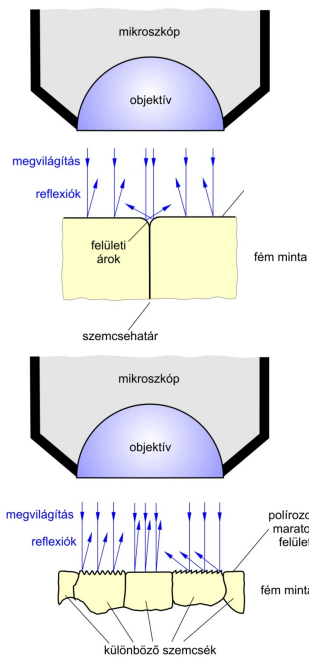
7

Fémikroszkóp



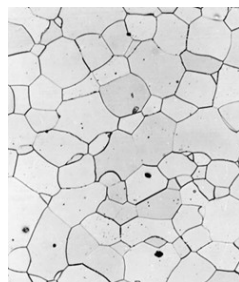
Álló fémikroszkóp

8



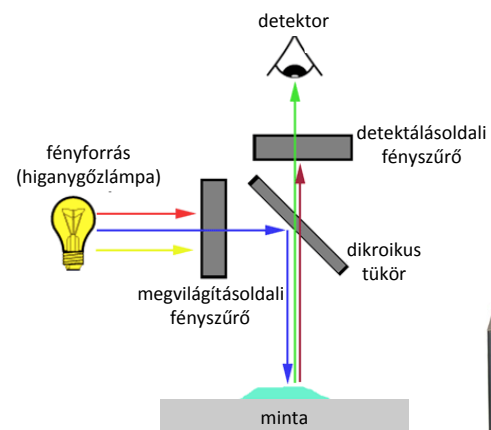
Előkészítés:

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



9

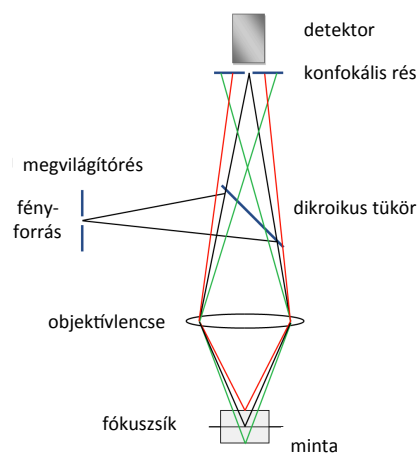
Epifluoreszcenciamikroszkóp



előny az egyszerű
fénymikroszkóphoz képest:

10

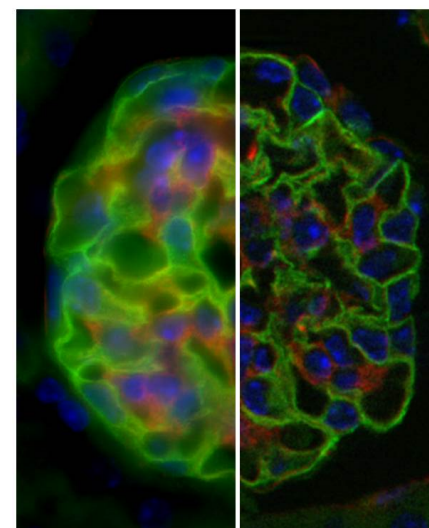
Konfokális mikroszkóp



előny az epifluoreszcencia-
mikroszkóphoz képest:

11

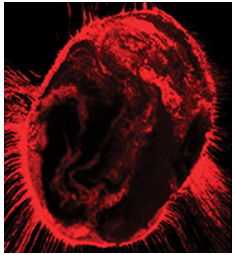
Epifluoreszcencia vs. konfokális



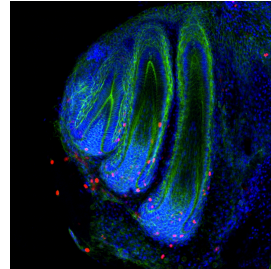
veseszelet

12

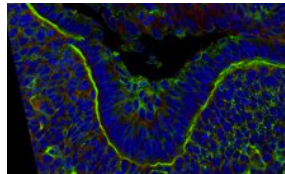
Konfokális mikroszkóp



gutta serena gyökértőmés



fogsíra invaginációja



kígyó funkcionális és két "tartalék" foga

13

Elektronmikroszkóp

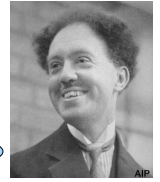
Alapja: elektronnyaláb mint anyaghullám

elméleti hipotézis –
de Broglie-hullámhossz
(1923):

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

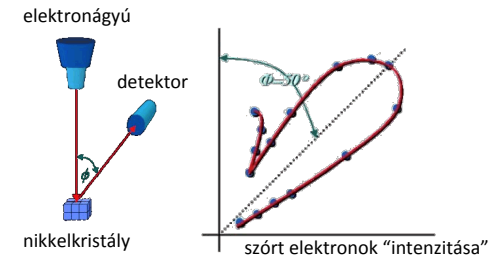
Planck-állandó
($h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$)

az elektron
lendülete



Louis de Broglie
(1892-1987)
fizikus

kísérleti bizonyíték – elektrondiffrakció
(1927):



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

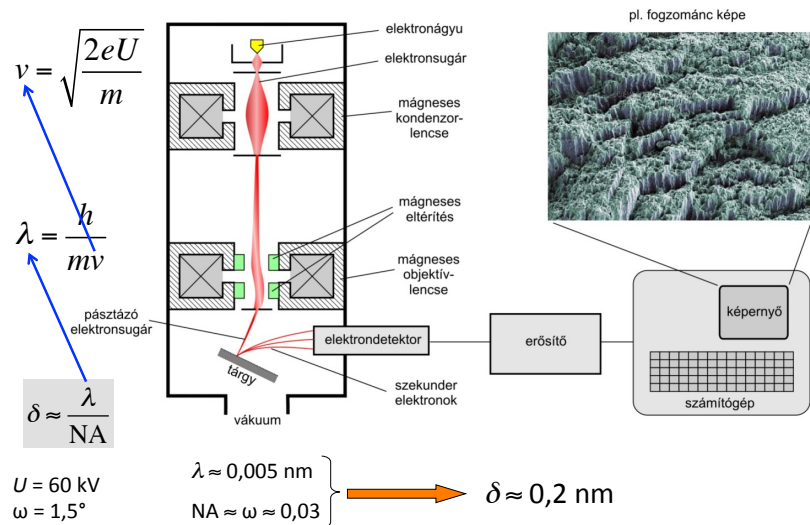
14

Transzmissziós elektronmikroszkóp

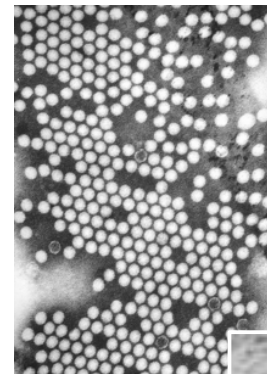
(transmission electron microscope – **TEM**)

Pásztázó elektronmikroszkóp

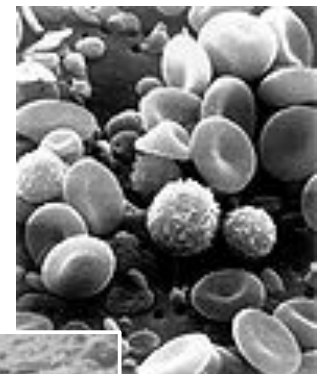
(scanning electron microscope – **SEM**)



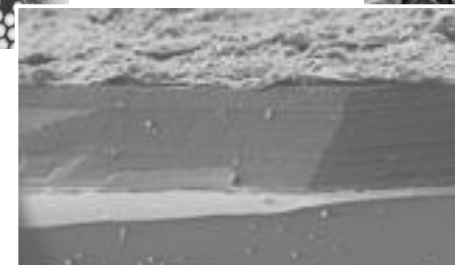
15



gyermekbénulás vírusok
(TEM)

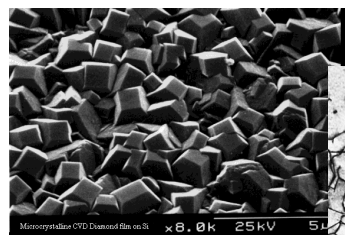


emberi vér
(SEM)

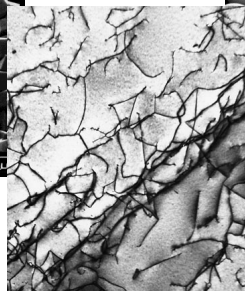


ókori üvegdarabon korróziós réteg
(SEM)

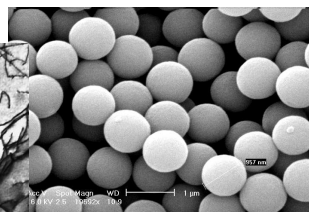
16



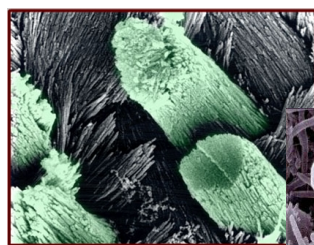
gyémánt mikrokristályok (SEM)



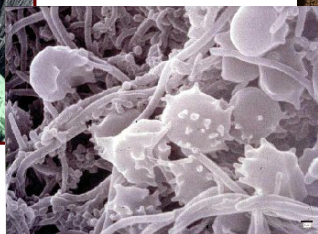
diszlokációk titánban (SEM)



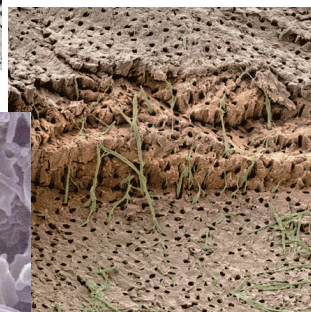
TiO gőmböcskék (SEM)



apatit kristallitok zománcban (SEM)

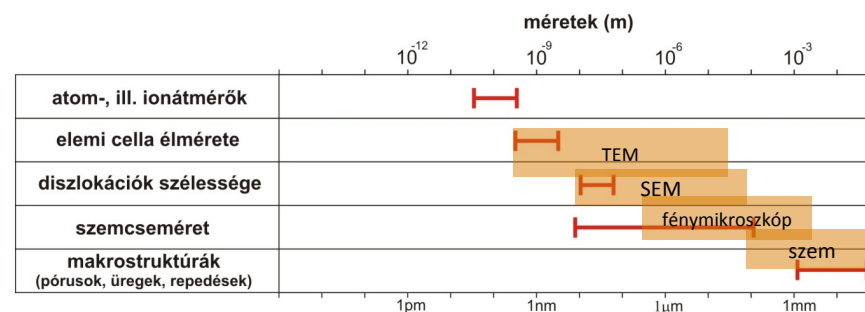


fog felszíni plakk (SEM)



dentin tubulusok odontoblaszt nyúlványokkal (SEM)

17



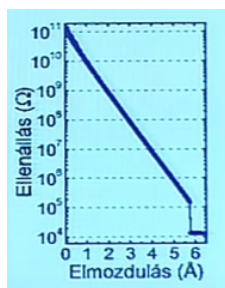
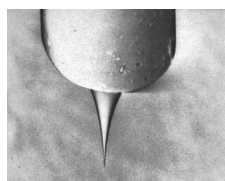
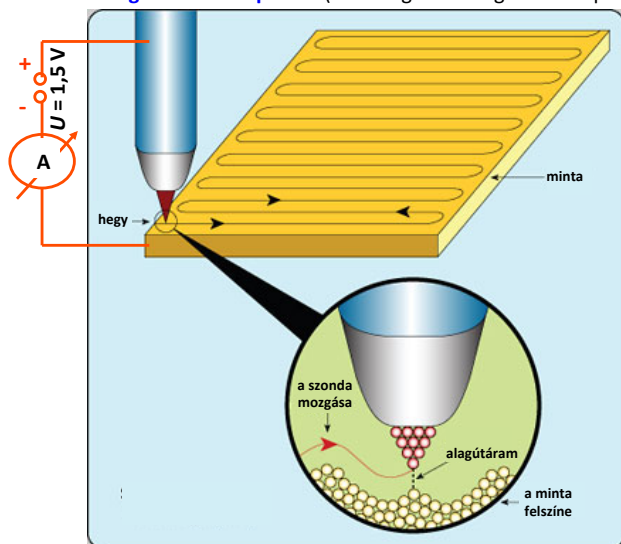
18

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

Pásztázó alagútmikroszkóp

(scanning tunneling microscope – STM)



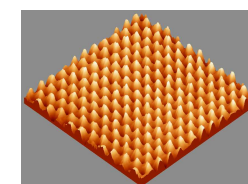
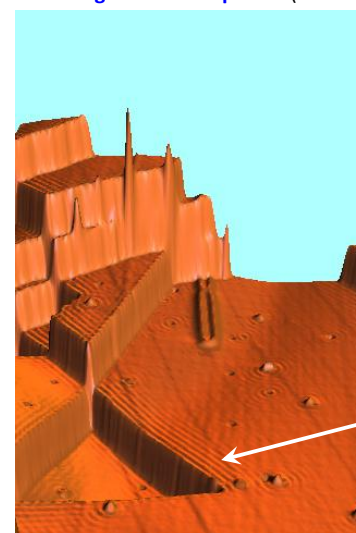
19

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

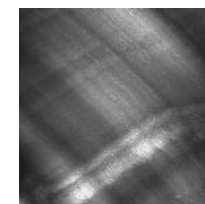
Pásztázó alagútmikroszkóp

(scanning tunneling microscope – STM)



grafit

rézfelszín (z irányban elnyújtva)

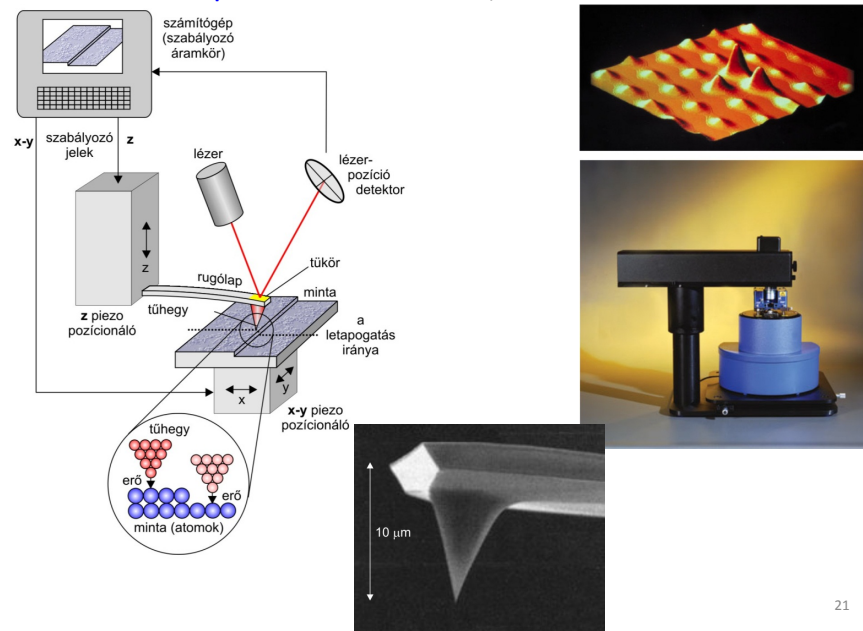


kollagén

20

Atomerő-mikroszkóp

(atomic force microscope – AFM)



21

Kitérő: piezoelektromosság



pl.: kvarc

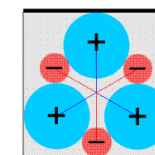
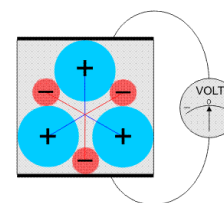
1889 P. Curie (piezein = gör összenyom)

piezoelektromos hatás:

deformáció \Rightarrow elektromos tér, feszültség

inverz piezoelektromos hatás:

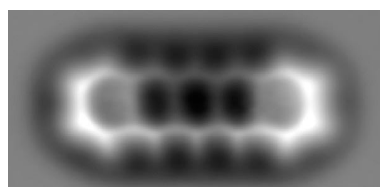
elektromos feszültség \Rightarrow deformáció



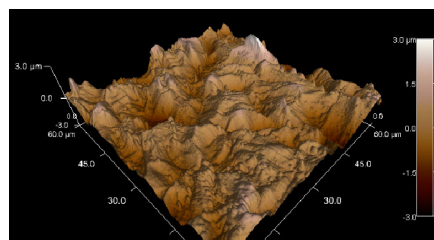
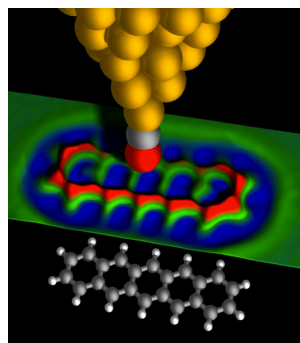
$$U = \delta \cdot \Delta x$$

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

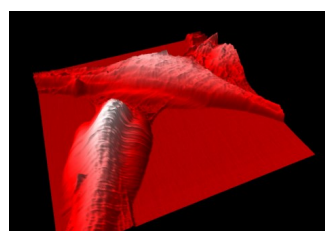
22



pentacén ($\text{C}_{22}\text{H}_{14}$) molekula

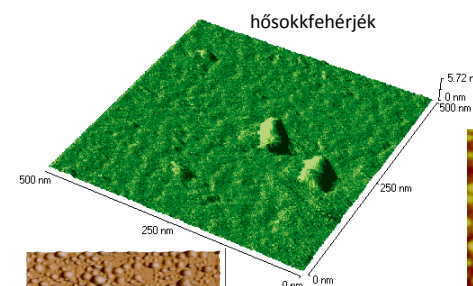


Ti érdesített felülete



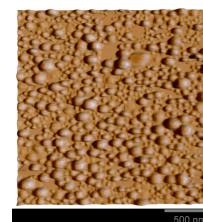
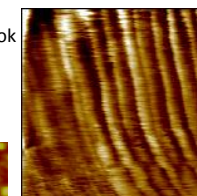
Ti felületen csontsejtek

23

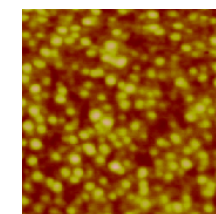


hőszokkfehérjék

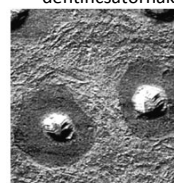
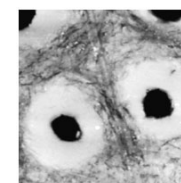
kollagénfibrillumok



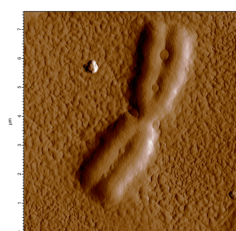
liposzómák



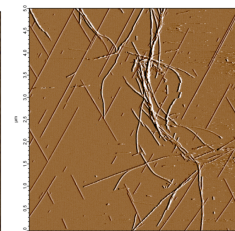
amelogenin
fehérjék
aggregátumai
500x500 nm



dentincsatornák

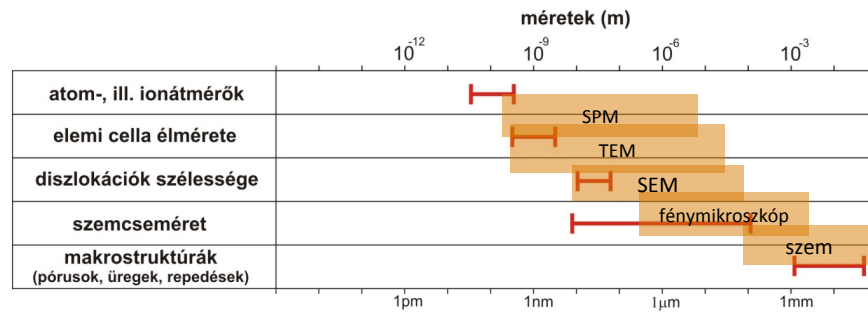


emberi krómoszóma



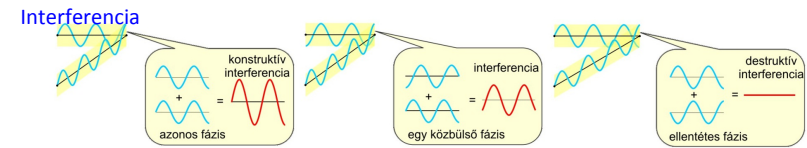
amiloidszálak

24

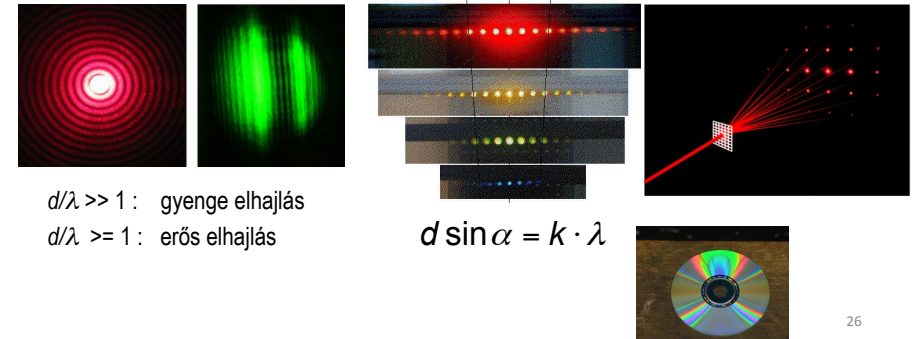


25

Interferencia és diffrakció (elhajlás)

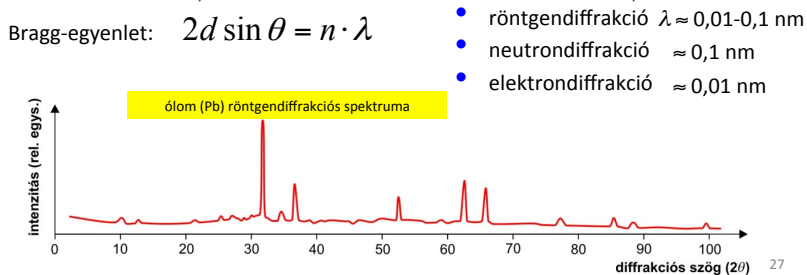
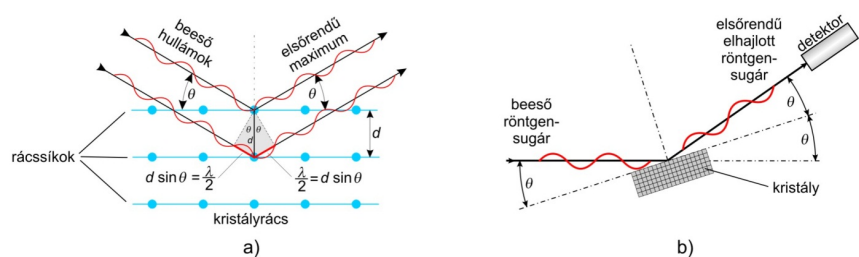


Diffrakció

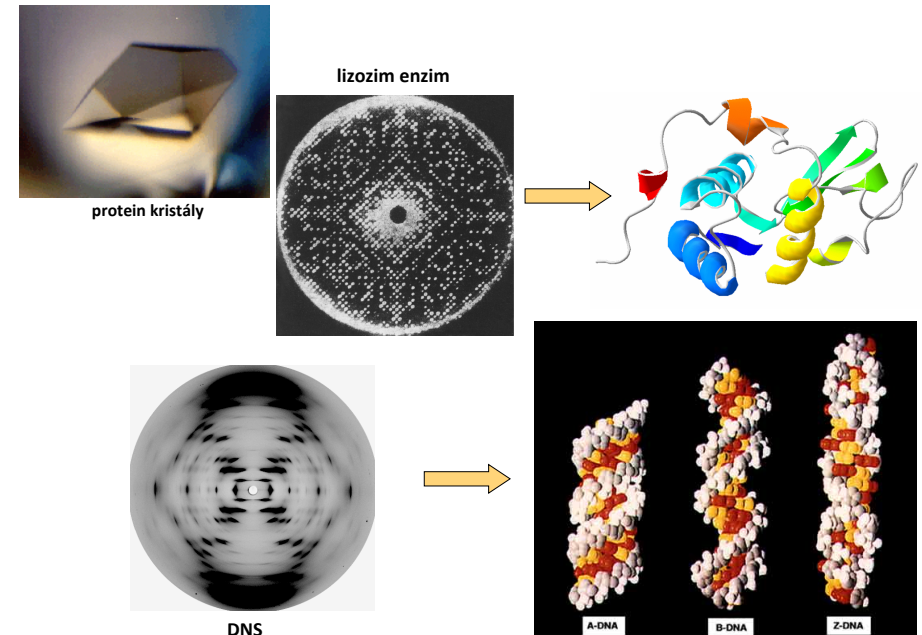


26

Diffrakciós módszerek

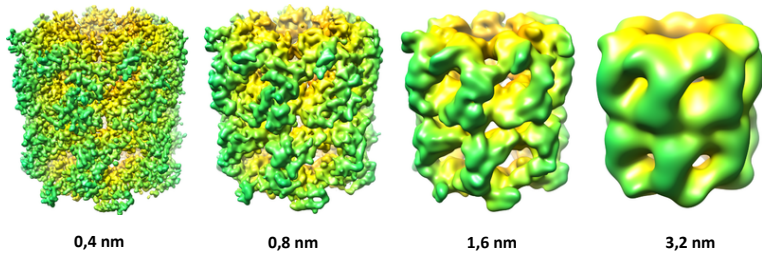


27

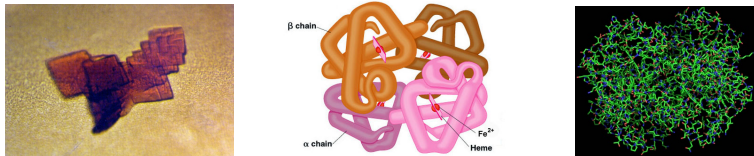


28

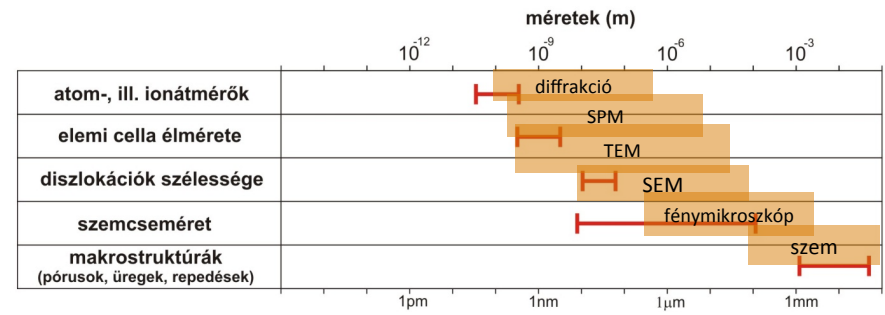
GroEL különböző felbontással:



Hemoglobin:



29



Következő előadáshoz:
9-11. tankönyvi fejezetek

30