

Fogorvosi Anyagtan Fizikai Alapjai

4. előadás
Szerkezetvizsgálati módszerek
2019. október 3.
Agócs Gergely

Tankönyv fejezetei:
8

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

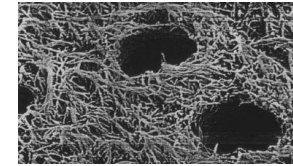
1

Mi a szerkezet?

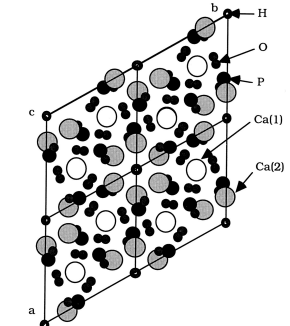
Egy összetett rendszer elemeinek **elhelyezkedése** és a köztük lévő **kapcsolat**.



Nagyírló vázlatos anatómiája



Dentin finomszerkezete

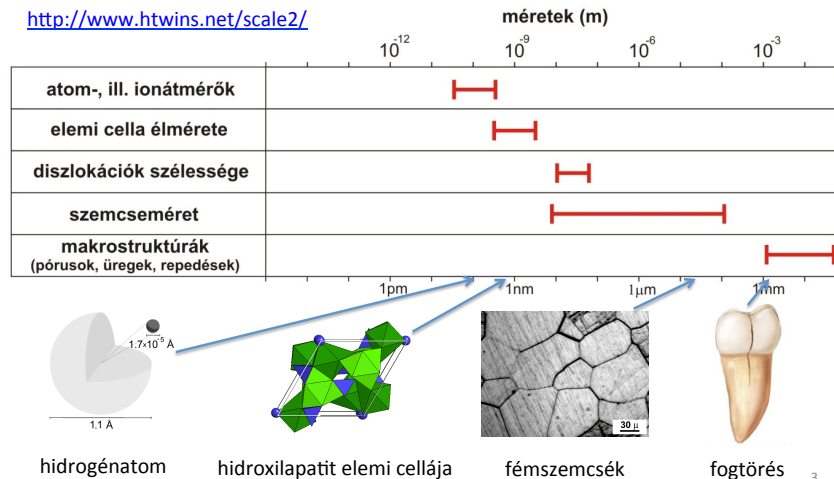


Hidroxilapatitkristály szerkezete

2

A szerkezetvizsgálatok mérettartománya

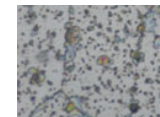
<http://www.htwins.net/scale2/>



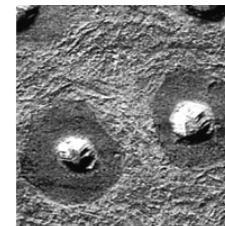
3

Mi a képalkotás lényege?

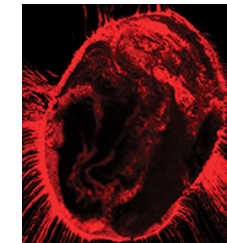
Az egyes képpontokhoz intenzitásértékeket rendelünk a tárgyponthoz
valamely tulajdonsága alapján.



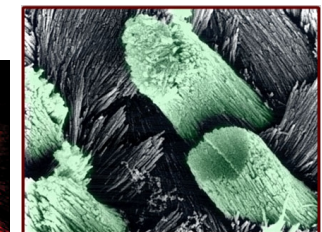
fém szemcseszerkezete
fémmikroszkópban



dentíncsatornák
atomerőmikroszkópban



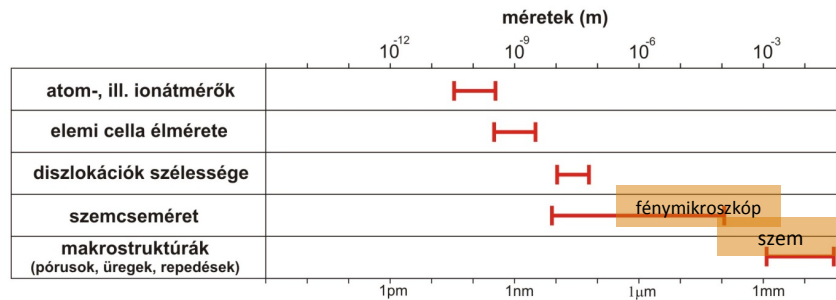
guttapercha gyökértömés
konfokális mikroszkópban



fogzománc apatitkristallitjai
elektronmikroszkópban

4

Szerkezeti elemek méretei



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

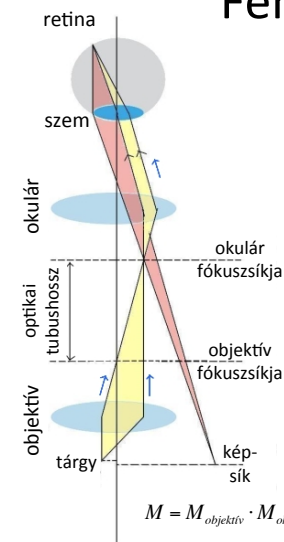
• **fénymikroszkóp** feloldási határ: ≈ 200 nm
 (I. Biofizika előadás és gyakorlat)

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

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

5

Fénymikroszkóp



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



Egyszerű fénymikroszkóp

6

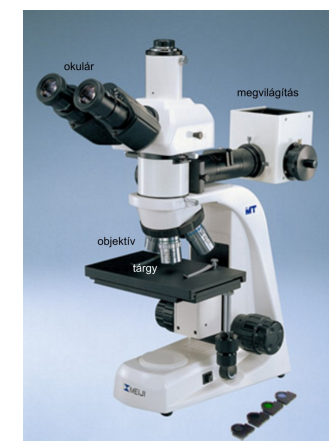
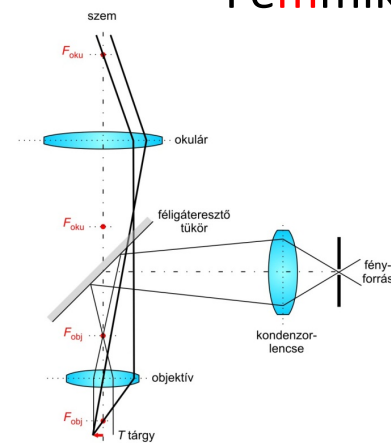
Fénymikroszkóp

Fejlesztési lehetőségek:
 kontraszt javítása felbontás javítása



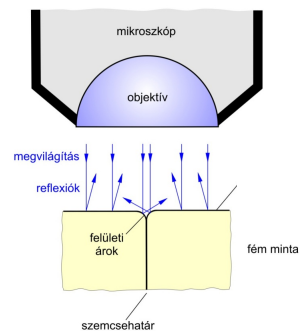
7

Fém mikroszkóp



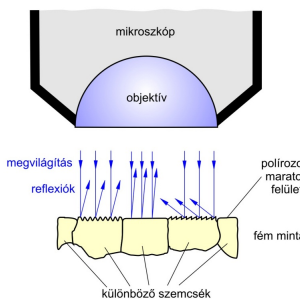
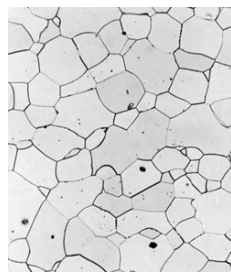
Álló fém mikroszkóp

8



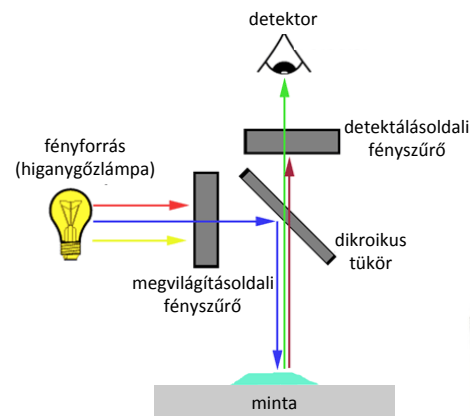
Előkészítés:

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



9

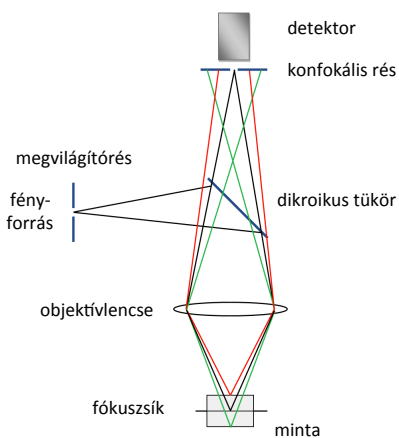
Epifluoreszcenciamikroszkóp



előny az egyszerű
fénymikroszkóphoz képest:

10

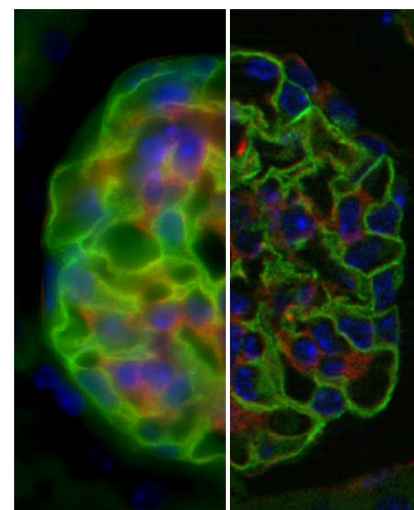
Konfokális mikroszkóp



előny az epifluoreszcencia-
mikroszkóphoz képest:

11

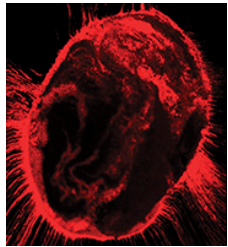
Epifluoreszcencia vs. konfokális



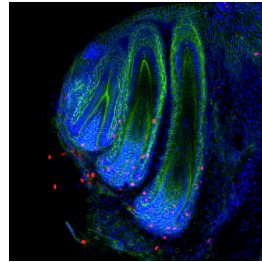
veseszelet

12

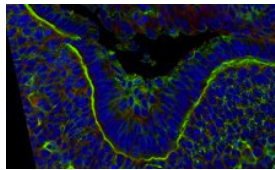
Konfokális mikroszkóp



gutta serena gyökértörmés



fogcsíra invaginációja



kigyó funkcionális és két "tartalék" foga

13

Elektronmikroszkóp

Alapja: elektronnyaláb mint anyaghullám

elméleti hipotézis –
de Broglie-hullámhossz
(1923):

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

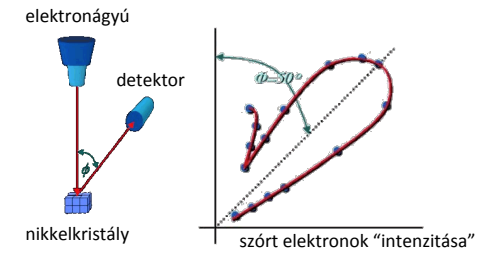
Planck-állandó
($h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)

az elektron
lendülete



Louis de Broglie
(1892-1987)
fizikus

kísérleti bizonyíték – elektrondiffrakció
(1927):

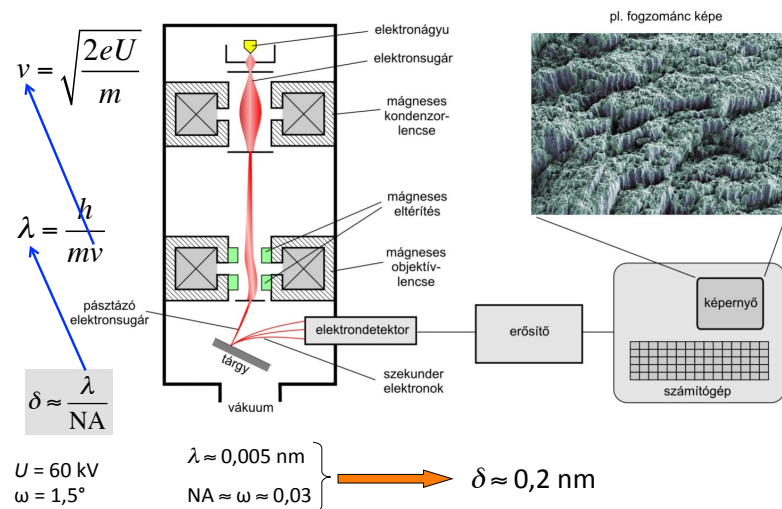


Clinton Davisson
(1881-1958)
Lester Germer
(1896-1971)
fizikusok

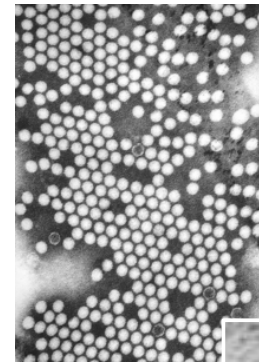
14

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

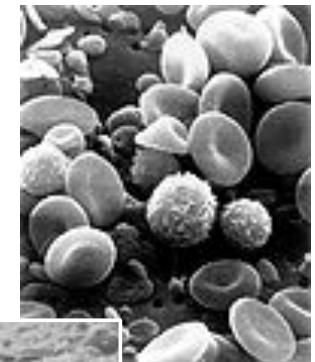
Pásztázó elektronmikroszkóp (scanning electron microscope – **SEM**)



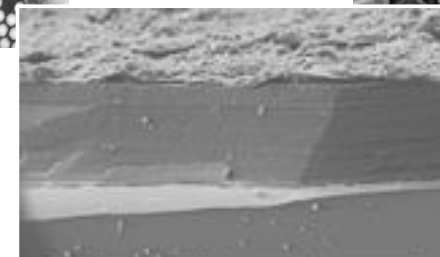
15



gyermekbénulás vírusok
(TEM)

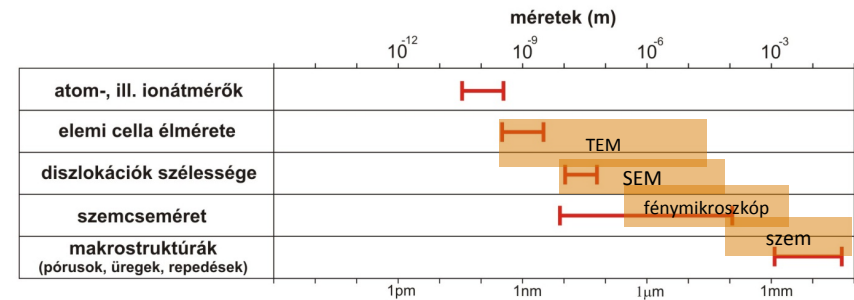
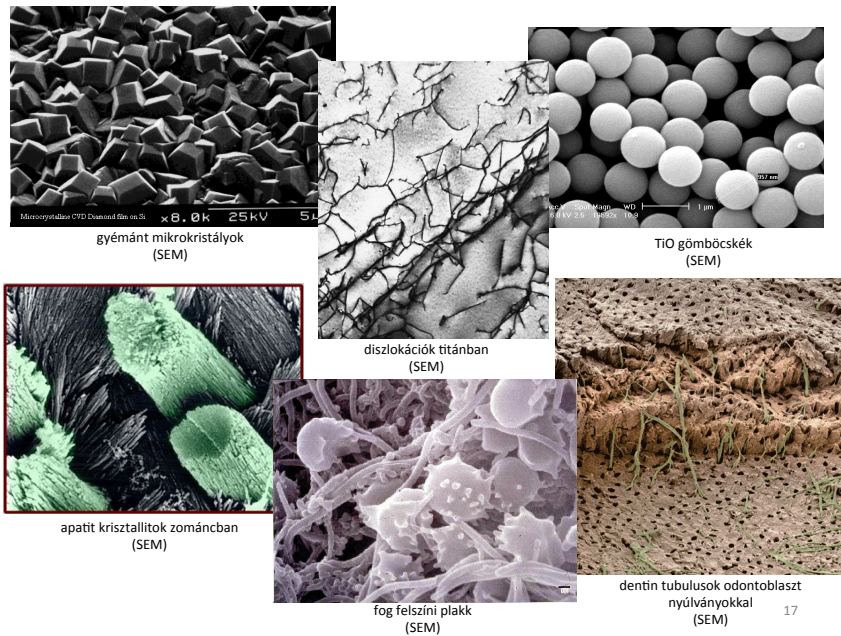


emberi vér
(SEM)



ókori üvegdarabon korróziós réteg
(SEM)

16

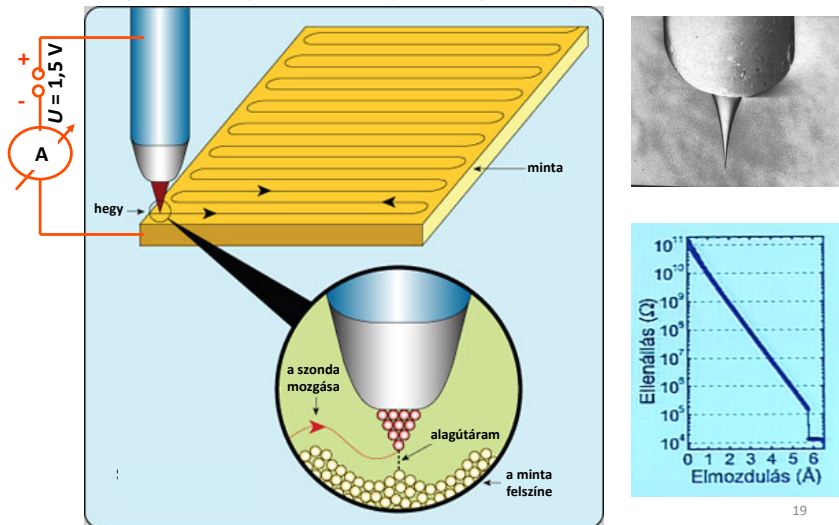


18

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

Pásztázó alagútmikroszkóp (scanning tunneling microscope – STM)

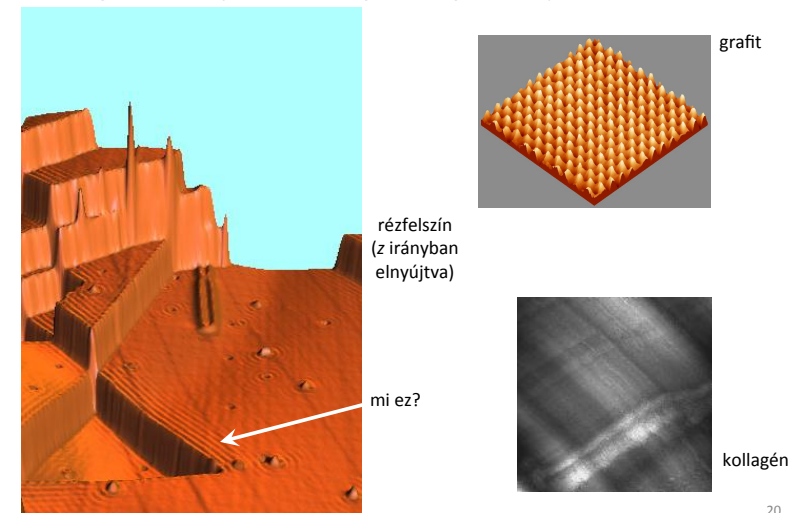


19

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

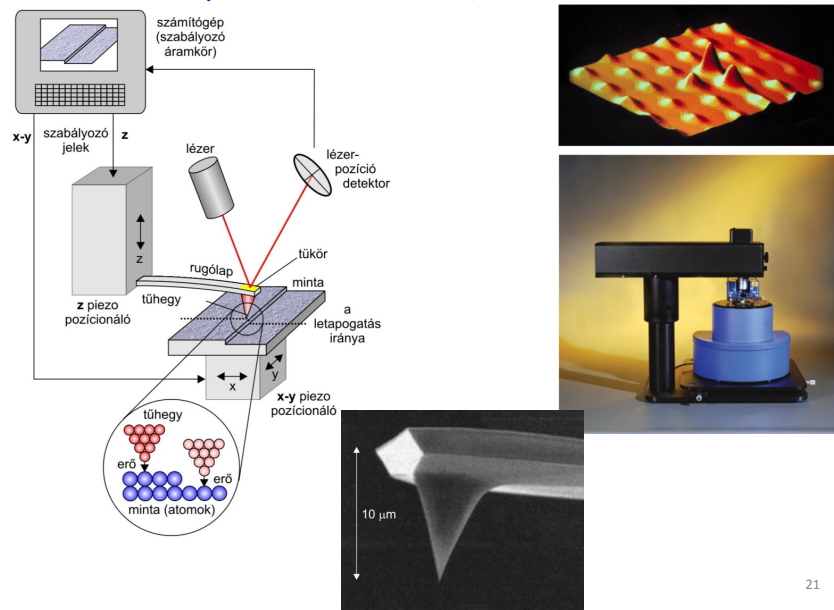
Pásztázó alagútmikroszkóp (scanning tunneling microscope – STM)



20

Atomerő-mikroszkóp

(atomic force microscope – AFM)



21

Kitérő: piezoelektromosság



pl.: kvarc

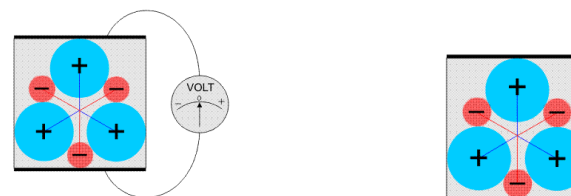
1889 P. Curie (piezin = gör összenyom)

piezoelektromos hatás:

deformáció \Rightarrow elektromos tér, feszültség

inverz piezoelektromos hatás:

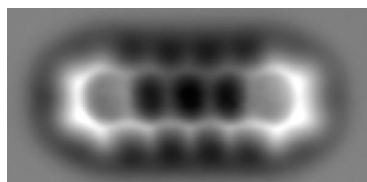
elektromos feszültség \Rightarrow deformáció



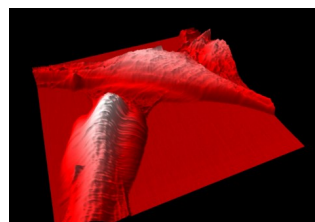
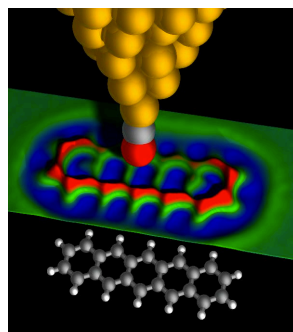
$$U = \delta \cdot \Delta x$$

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

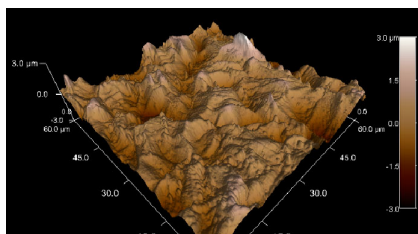
22



pentacén ($C_{22}H_{14}$) molekula

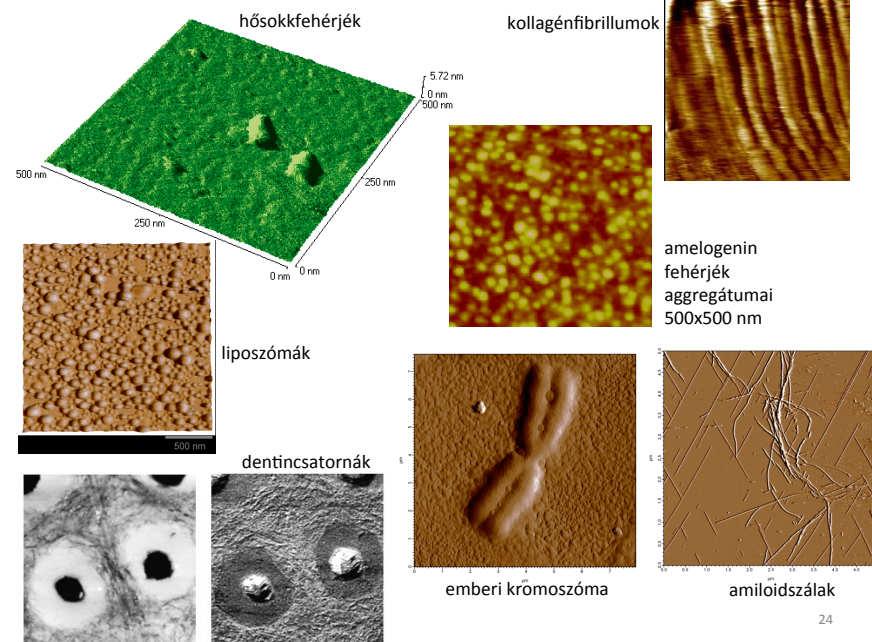


Ti felületen csontsejtek

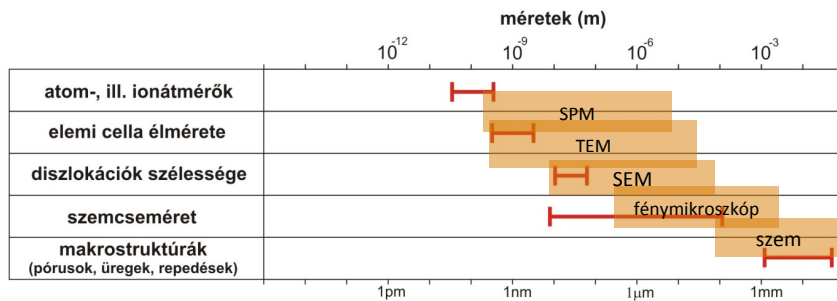


Ti érdesített felülete

23

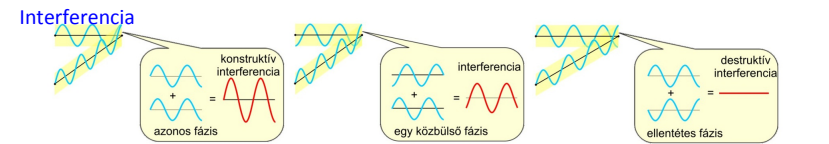


24

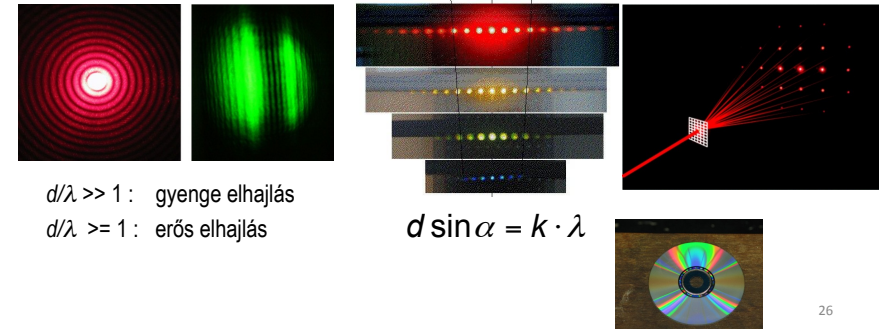


25

Interferencia és diffrakció (elhajlás)

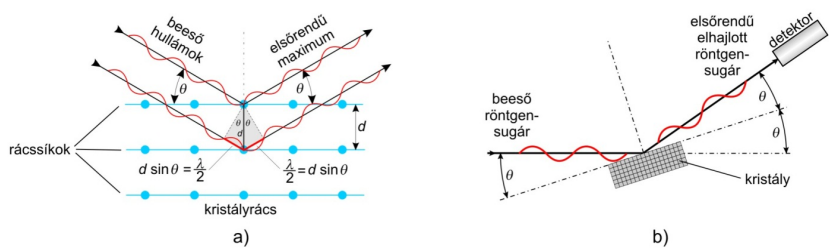


Diffrakció

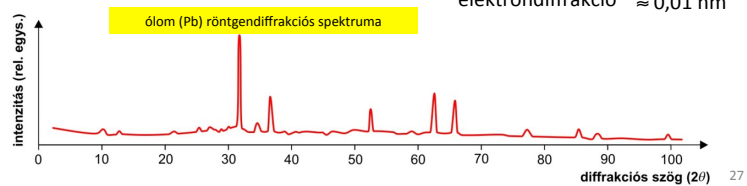


26

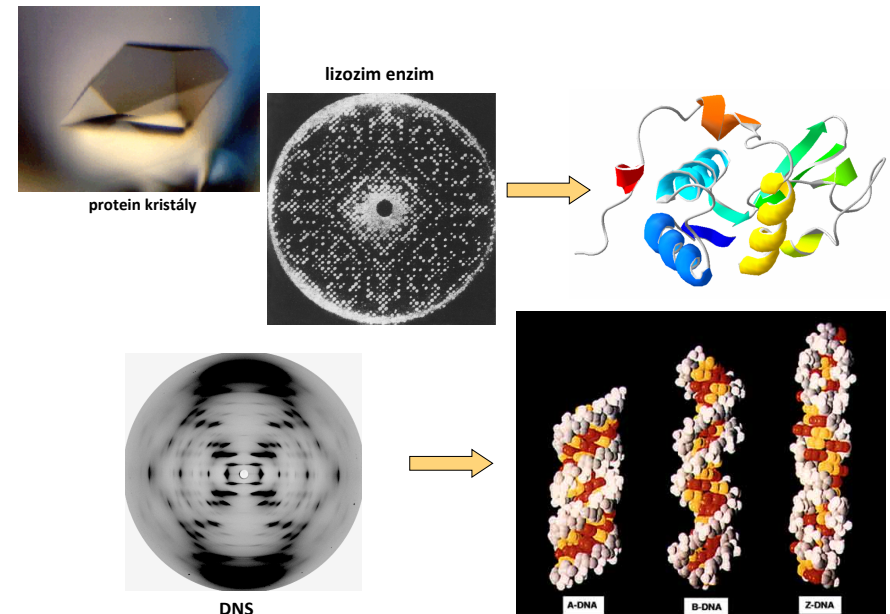
Diffrakciós módszerek



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

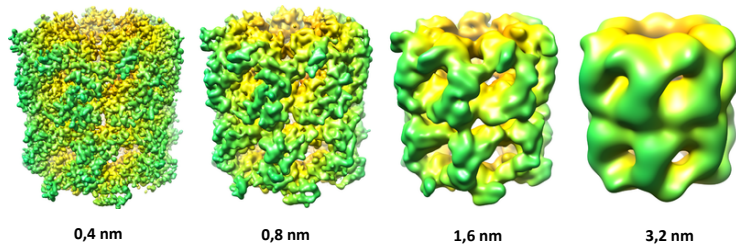


27

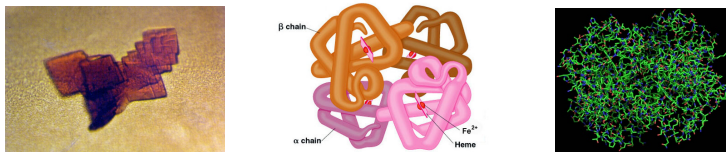


28

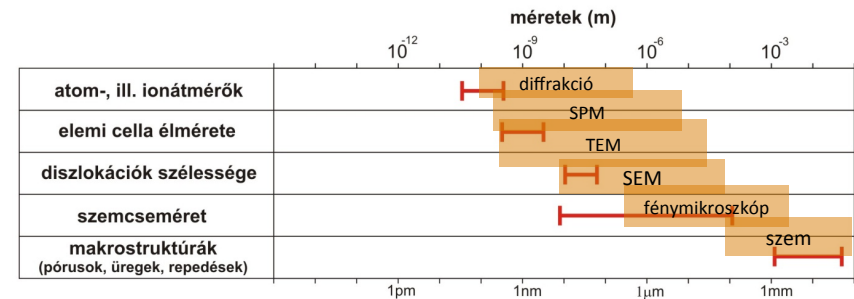
GroEL különböző felbontással:



Hemoglobin:



29



30

Ellenőrző kérdések

1. Miben tér el a fémmikroszkóp az egyszerű fénymikroszkóptól?
2. Körülbelül mekkora egy átlagos ember szemének feloldási határa?
3. Hogyan jön létre a konfokális mikroszkóp képe?
4. Mi a konfokális mikroszkóppal készült kép fő előnye az egyszerű fénymikroszkóphoz képest?
5. Hogyan kell a mintát előkészíteni fémmikroszkópos vizsgálatához?
6. Mit kell tenni egy fehérjével ahhoz, hogy röntgendiffrakcióval lehessen vizsgálni?
7. Mely képalkotó módszereknek van a legnagyobb felbontóképessége?
8. Mely képalkotó módszer nem diffrakciólimitált?

31