

Fogorvosi Anyagtan Fizikai Alapjai

4. előadás
Szerkezetvizsgálati módszerek
2020. október 1.
Agócs Gergely

Tankönyv fejezetei:
8

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

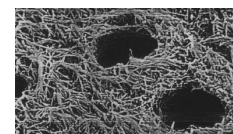
1

Mi a szerkezet?

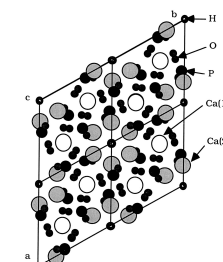
Egy összetett rendszer elemeinek **elhelyezkedése** és a köztük lévő **kapcsolat**.



Nagyórlő vázlatos anatómiája



Dentin finomszerkezete

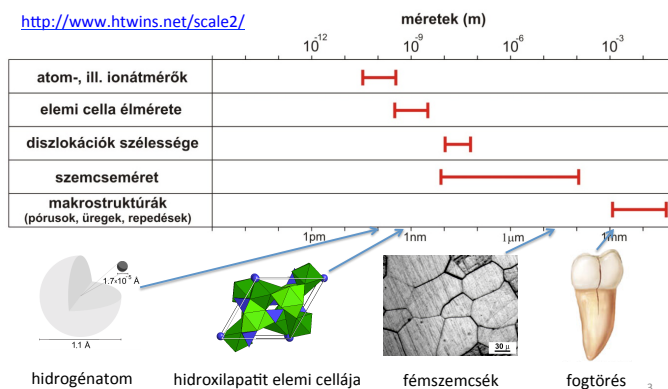


Hidroxilapatitkristály szerkezete

2

A szerkezetvizsgálatok mérettartománya

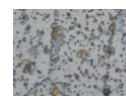
<http://www.htwins.net/scale2/>



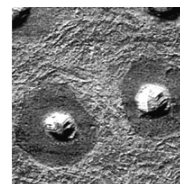
3

Mi a képalkotás lényege?

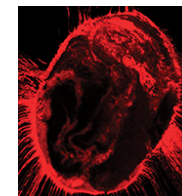
Az egyes képpontokhoz intenzitásértékeket rendelünk a tárgypontok
valamely tulajdonsága alapján.



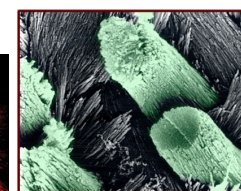
fém szemcseszerkezete
fém mikroszkópban



dentinsztruktúra
atommikroszkópban



guttapercha gyökértömés
konfokális mikroszkópban



fogzománc apatitkristallitjai
elektronmikroszkópban

4

Szerkezeti elemek méretei

	méret (m)
atom-, ill. ionátmérők	10^{-12} – 10^{-9}
elemi cella élmerete	10^{-9} – 10^{-6}
diszlokációk szélessége	10^{-9} – 10^{-6}
szemcseméret	10^{-6} – 10^{-3}
makrostruktúrák (pórusok, üregek, repedések)	10^{-6} – 10^{-3}

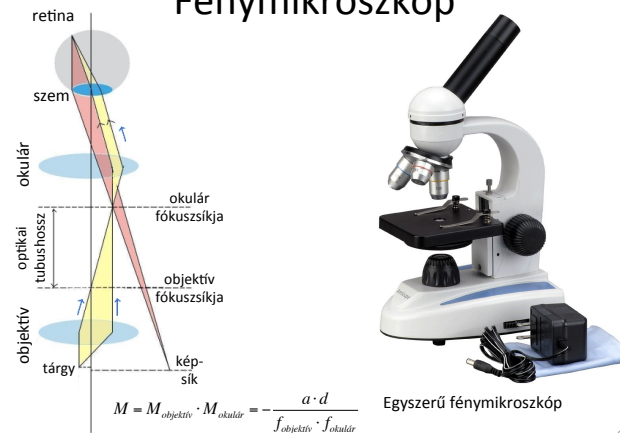
- **szem** feloldási határ: kb. 1 ívperc \Rightarrow 25 cm távolságból mekkora a felbontási határ?

- **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



6

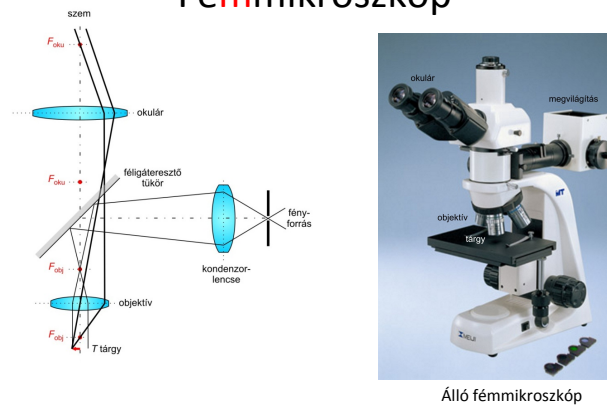
Fénymikroszkóp

Fejlesztési lehetőségek:
kontraszt javítása felbontás javítása

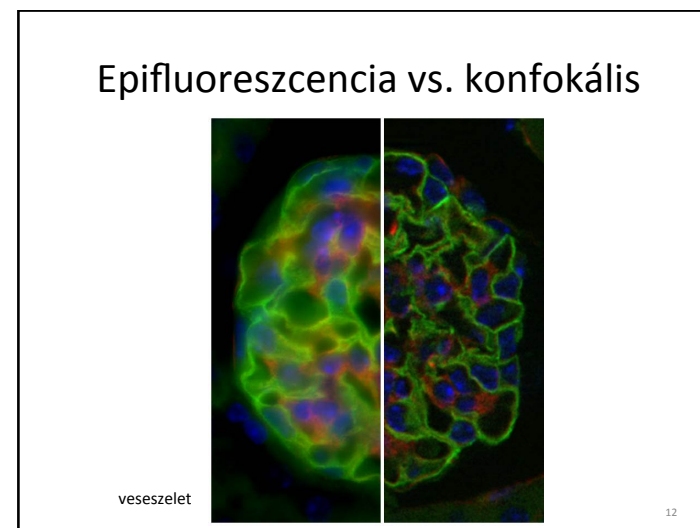
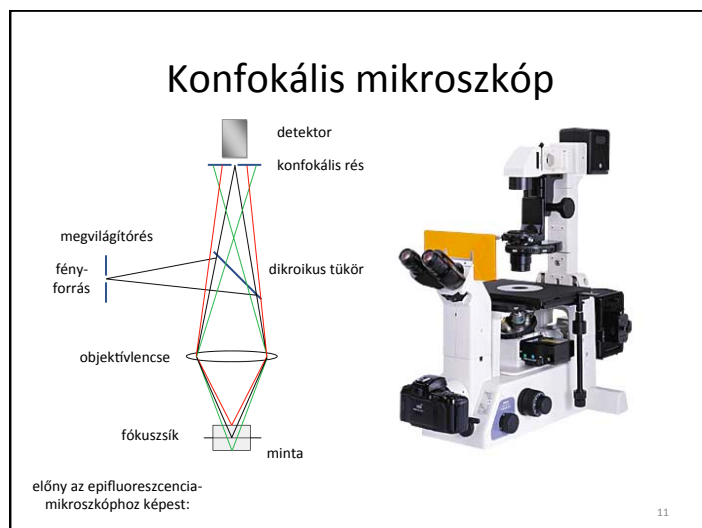
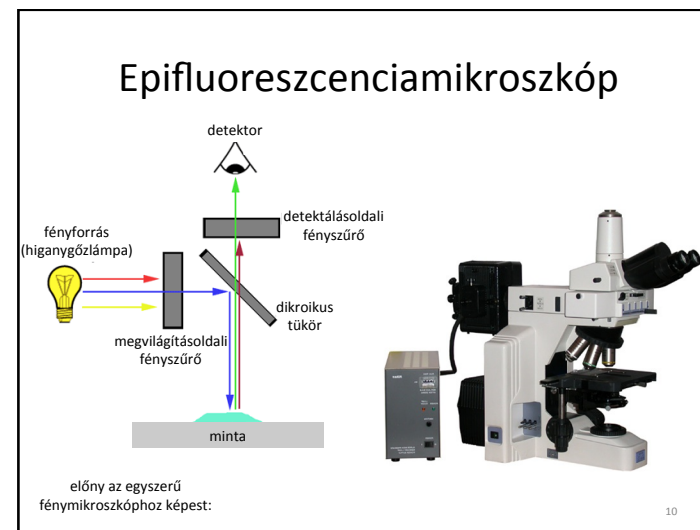
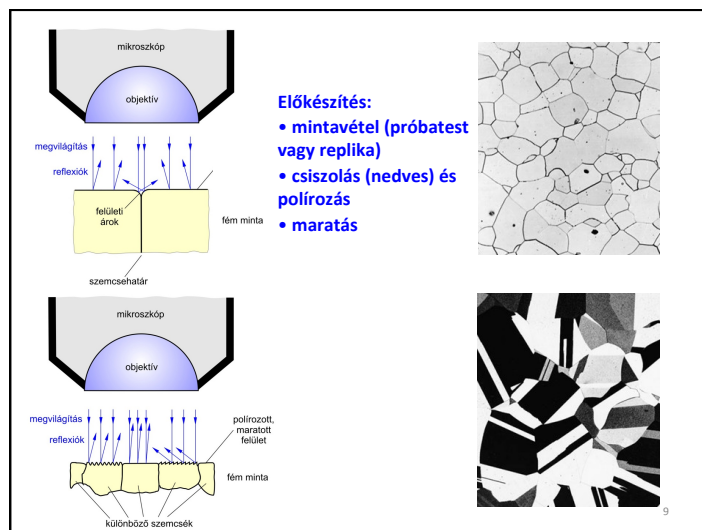


7

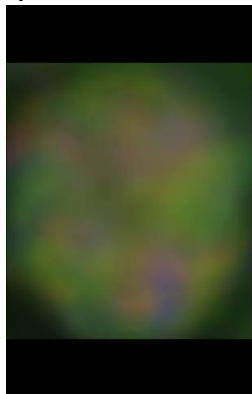
Fém-mikroszkóp



8

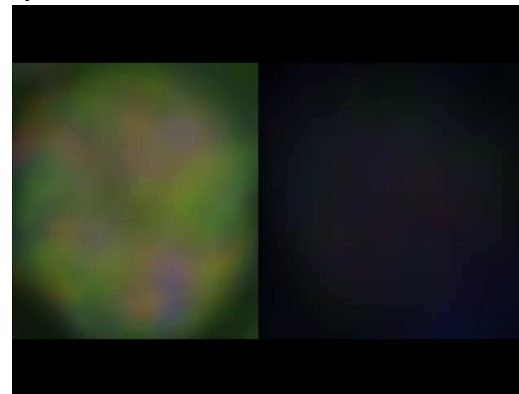


Epifluoreszcencia vs. konfokális



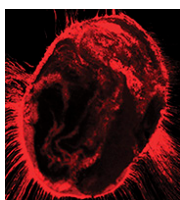
13

Epifluoreszcencia vs. konfokális

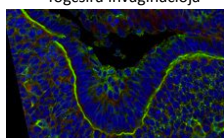


14

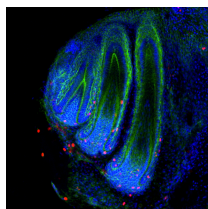
Konfokális mikroszkóp



guttapercha gyökértömés



fogcsíra invaginációja



kígyó funkcionális és két "tartalék" foga

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



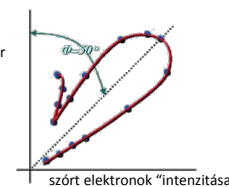
Louis de Broglie
(1892-1987)
fizikus

kísérleti bizonyíték – elektrondiffrakció
(1927):

elektronágyú

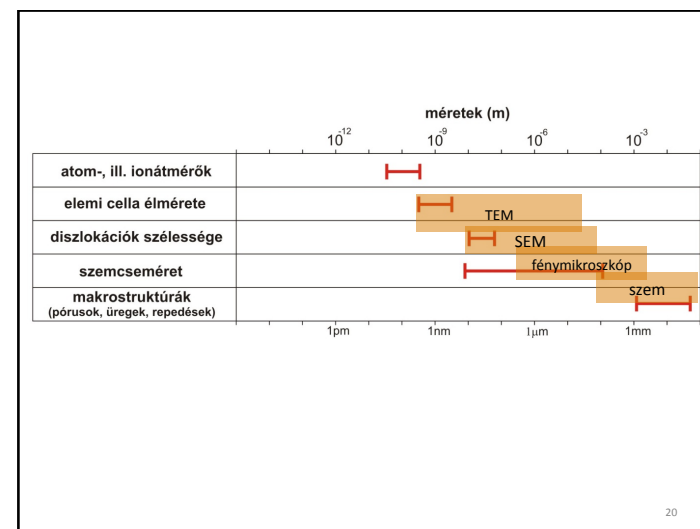
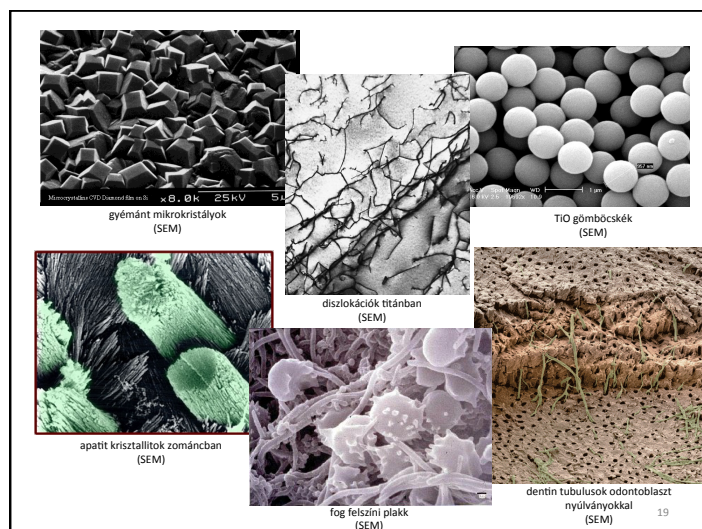
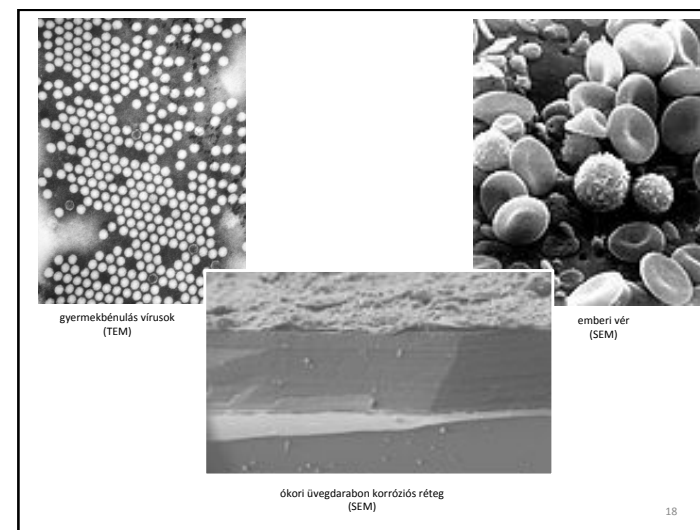
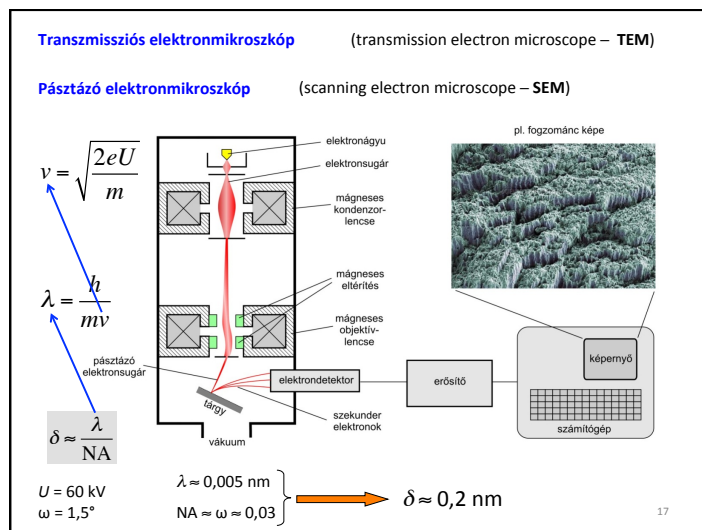
detektor

nikkelkristály



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

16



(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

Pásztázó alagútmikroszkóp (scanning tunneling microscope – STM)

hegy →

$U = 1.5 \text{ V}$

A

minta

a szonda mozgása

alagútáram

a minta felszíne

Ellenállás (Ω)

Elmozdulás (\AA)

21

(scanning probe microscopes – SPM)

Pásztázó tűszondás mikroszkópok

Pásztázó alagútmikroszkóp (scanning tunneling microscope – STM)

grafit

rézfelszín (z irányban elnyújtva)

mi ez?

kollagén

22

(atomic force microscope – AFM)

Atomierő-mikroszkóp

számítógép (szabályozó áramkör)

x-y szabályozó jelek

z

lézer

lézer-pozíció detektor

tűhegy

rugólap

minta

a letapogatás iránya

x-y piezo pozicionáló

z piezo pozicionáló

erő

minta (atomok)

10 μm

23

Kitérő: piezoelektromosság

1889 P. Curie (piezein = gör összenyom)

pl.: kvarc

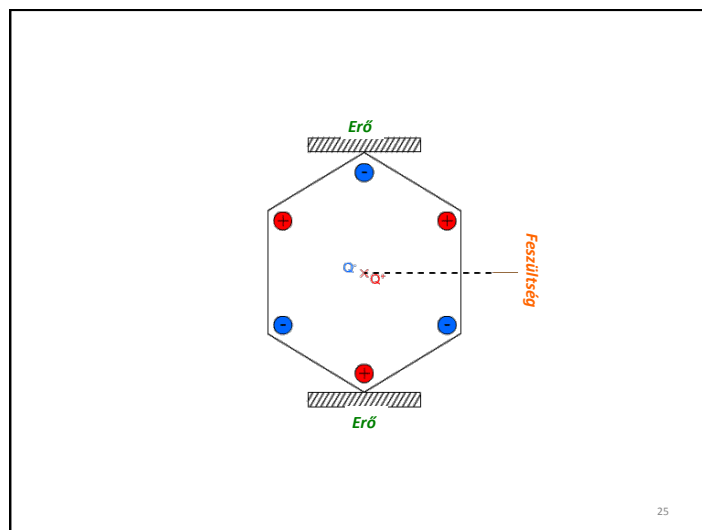
piezoelektromos hatás:
deformáció \Rightarrow elektromos tér, feszültség

inverz piezoelektromos hatás:
elektromos feszültség \Rightarrow deformáció

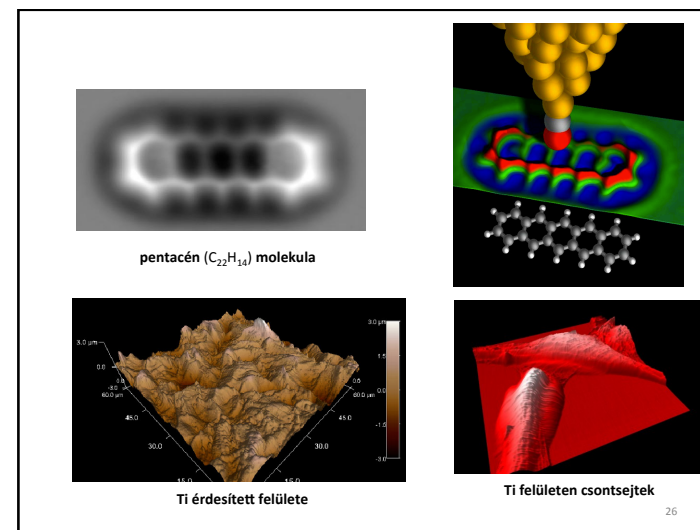
$$U = \delta \cdot \Delta x$$

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

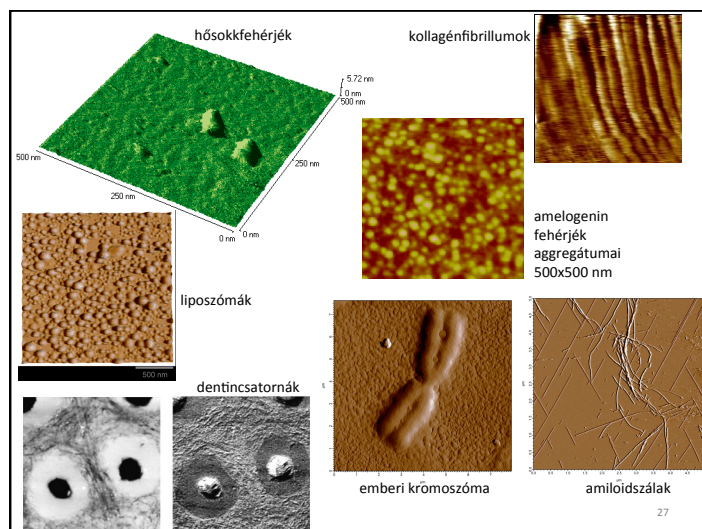
24



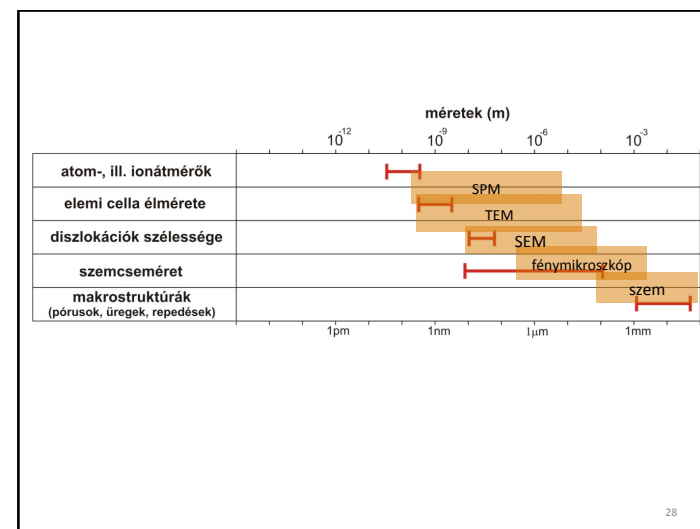
25



26



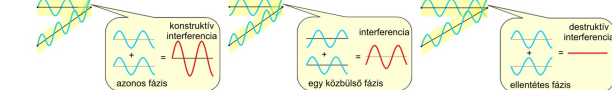
27



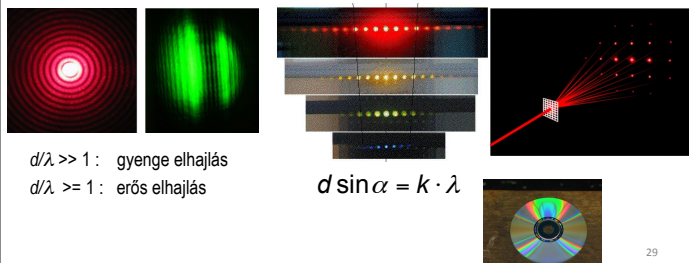
28

Interferencia és diffrakció (elhajlás)

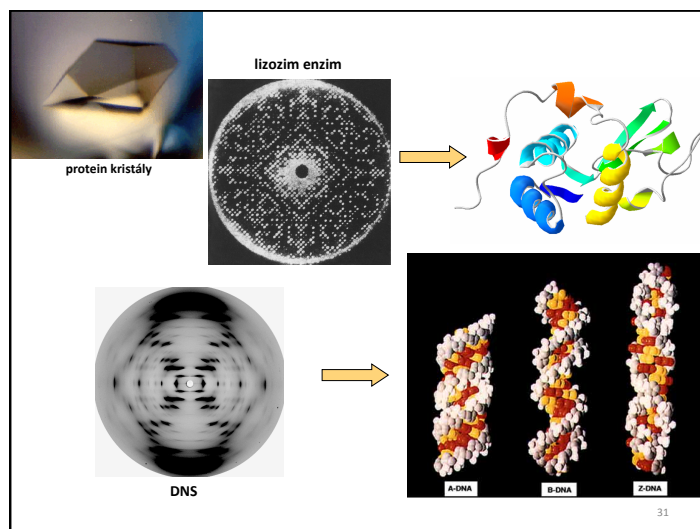
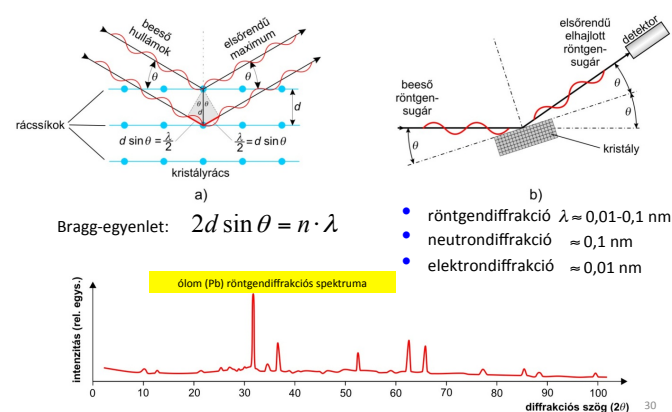
Interferencia



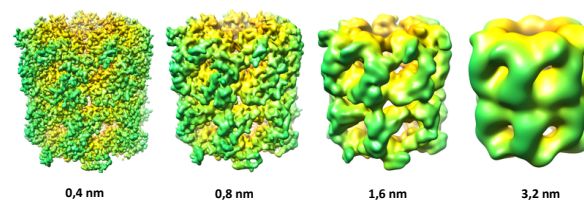
Diffrakció



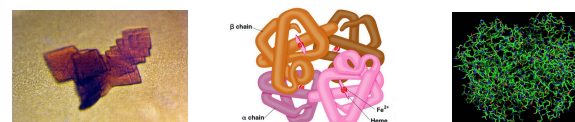
Diffrakciós módszerek

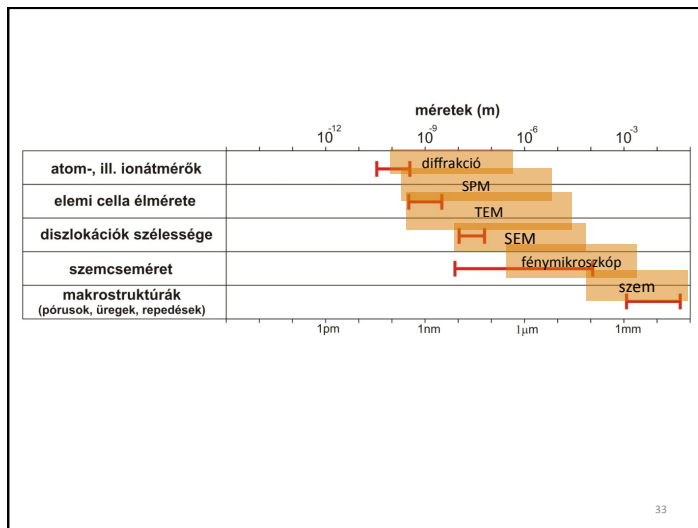


GroEL különböző felbontással:



Hemoglobin:





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 vizsgálathoz?
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?

34