

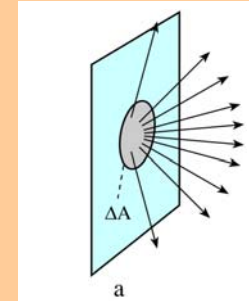
Az elektromágneses sugárzás kölcsönhatása az anyaggal

A fény kölcsönhatása az anyaggal 1.

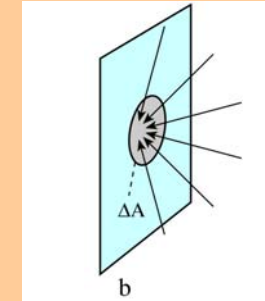
Radiometriai alapfogalmak

Kisugárzott felületi teljesítmény

Besugárzott felületi teljesítmény



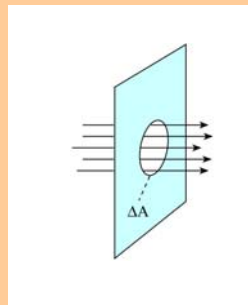
$$M = \frac{\Delta P}{\Delta A} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$



$$E_{be} = \frac{\Delta P}{\Delta A} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

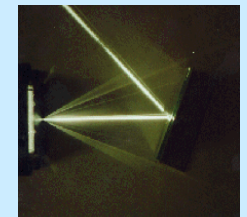
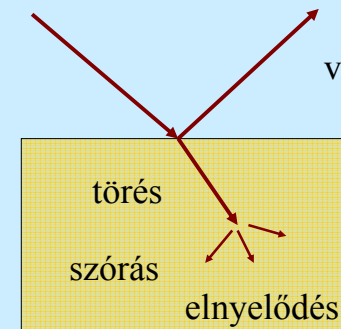
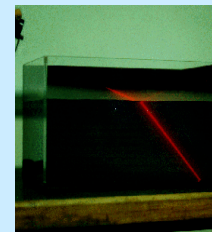
Radiometriai alapfogalmak

Energiaáram sűrűség v. intenzitás



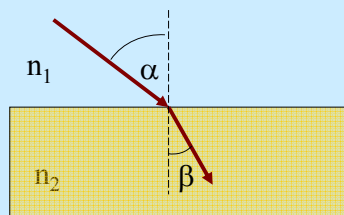
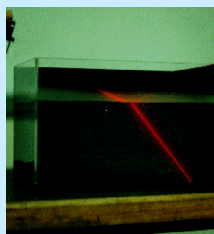
$$J_E = \frac{\Delta I_E}{\Delta A} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

A fény kölcsönhatása az anyaggal



Fénytörés

Ismétlés: Fermat-elv a legrövidebb időről



$$n_1 < n_2$$

$$\alpha > \beta$$

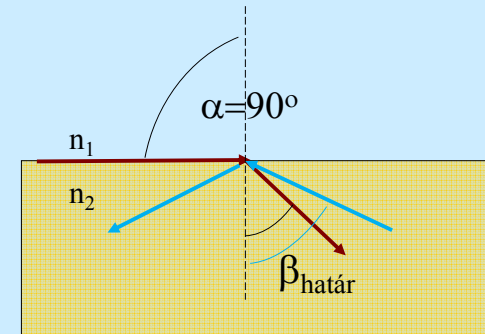
Snellius –Descartes törvény

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Fehér fény felbontása



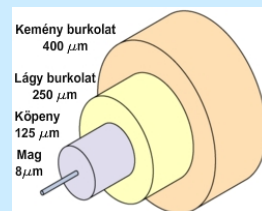
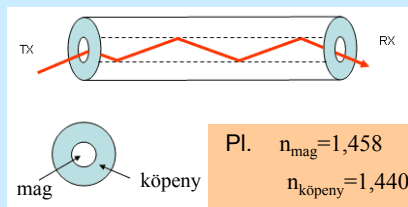
Határszög – teljes visszaverődés



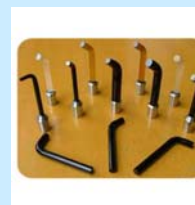
$$\beta > \beta_{\text{határ}}$$



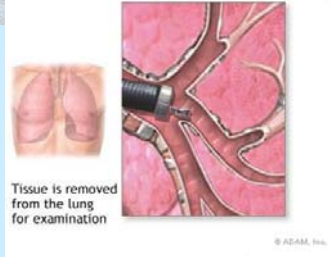
Optikai szál



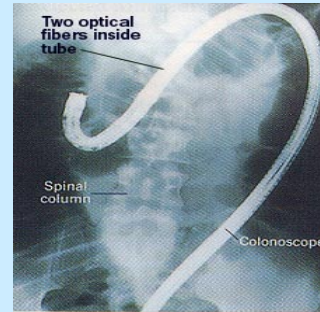
Példák a fogorvosi alkalmazásra



Példák az orvosi alkalmazásra



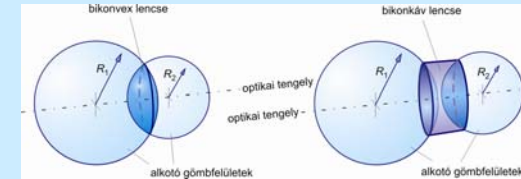
Bronchoszkópia



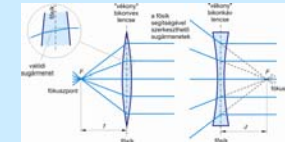
Colonoszkópia

Leképezés: egy pont leképezése során a pontból kiinduló fénysugarakat egy másik pontban gyűjtjük össze

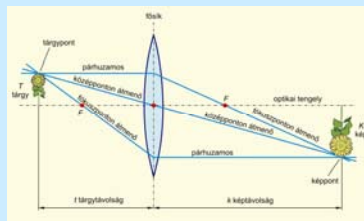
Vékony gömbi lencsék képalkotása – Geometriai optika



Optikai lencsék származtatása gömbfelületekből

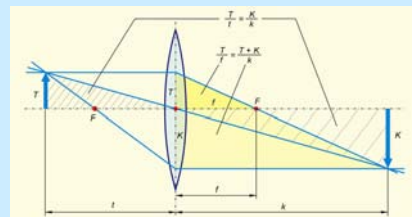


Vékony gömbi lencsék képalkotása



Kép szerkesztése a nevezetes sugarak segítségével

$$N = \frac{K}{T} = \frac{k}{t}$$

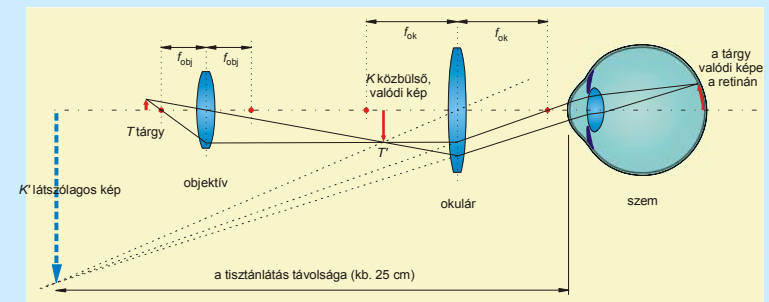


lencsetörvény

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

D – törőerősség (dioptria): a méterben kifejezett fókusz távolság reciproka

A mikroszkópi képalkotás - ahogy a geometriai optika látja



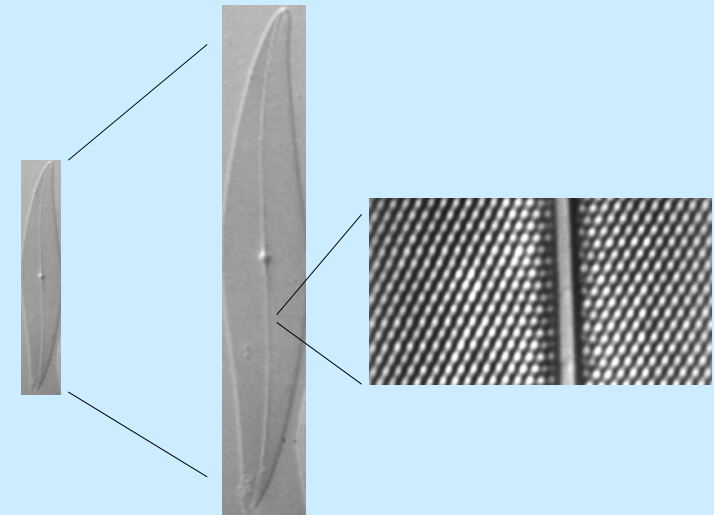
A keletkezett kép nagyított fordított állású látszólagos

$$N = N_1 * N_2$$

Nagyítás vs Feloldás



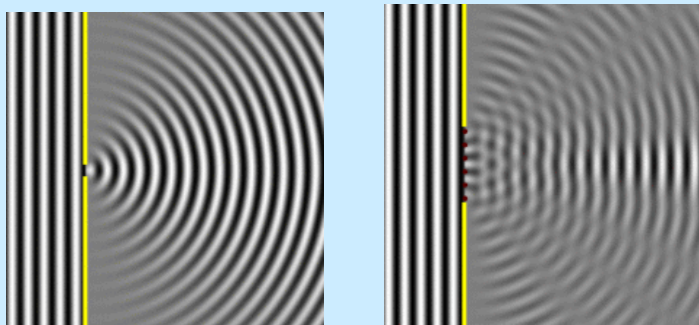
Nagyítás vs Feloldás



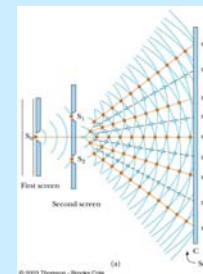
A mikroszkópi képalkotás hullámoptikai alapjai

Mi az oka a feloldóképesség határának?

Huygens-elv



Young kísérlet



Hol vannak a maximum helyek?

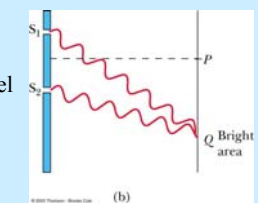
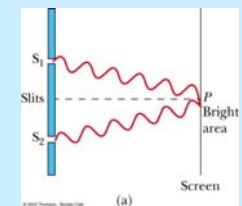
Pozitív interferencia

A rácspontoktól

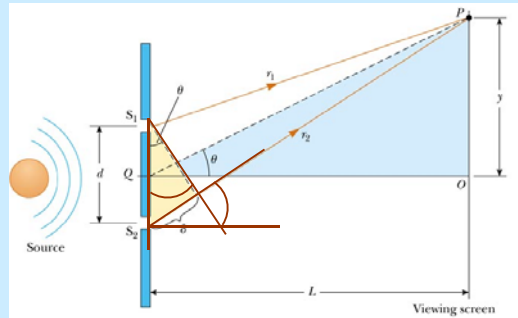
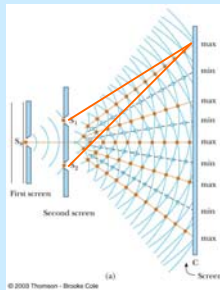
- azonos távolságra

vagy

- éppen λ -nyi útkülönbséggel



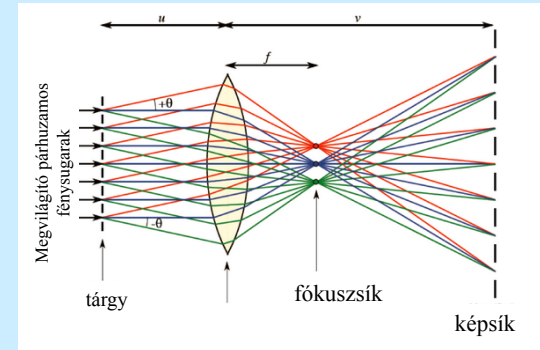
Young kísérlet



$$\delta = d \cdot \sin \Theta = k \cdot \lambda$$

$$d = \frac{\lambda}{n \sin \Theta}$$

Fényelhajlás a mikroszkópi tárgyon



$$d = 0,61 \frac{\lambda}{n \sin \Theta}$$

Feloldási határ ~ 200 nm

ABBE-ELV: Egy optikai rendszer csak azokat a tárgyrészleteket képes felbontani, amelyeken elhajlott sugarak közül **a direkt sugarakon kívül legalább az első rendben elhajlott sugarak is** részt vesznek a képalkotásban.

Feloldási határ csökkentése – rövidebb hullámhossz – λ anyaghullám?

Az elektronmikroszkóp

$$\lambda = h / mv$$

$$\lambda = \frac{1,2 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{U}} [\text{m}]$$

U : 10 – 100 kV

$\lambda \sim 200 \text{ pm}$

Feloldási határ

Fénymikroszkóp

Elektronmikroszkóp

$\lambda \sim 400 \text{ nm}$

$\lambda \sim 200 \text{ pm}$

$$d = 0,61 \frac{\lambda}{n \sin \Theta}$$

\implies

$$d = \lambda / NA$$

NA ~ 2

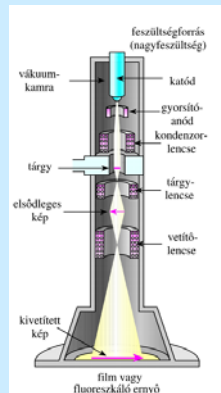
NA ~ 10^{-3}

Feloldási határ ~ **200 nm**

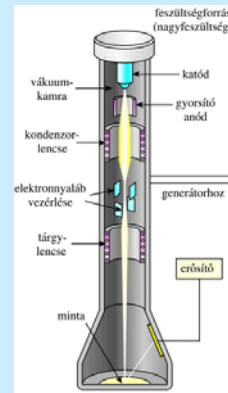
Feloldási határ ~ **0,2 - 0,5 nm**

Az elektronmikroszkóp felépítése

Transzmissziós elektronmikroszkóp
TEM



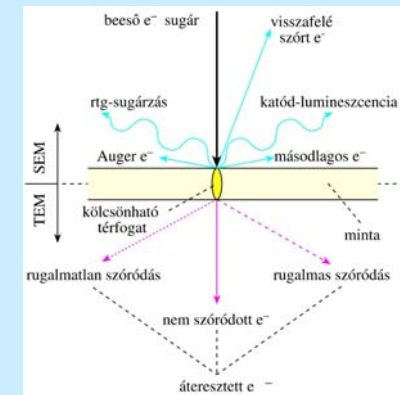
Pásztózó elektronmikroszkóp
SEM



Az elektronnyaláb kölcsönhatása

SEM

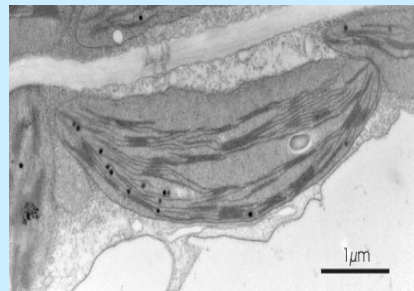
TEM



Fénymikroszkóp vs Elektronmikroszkóp

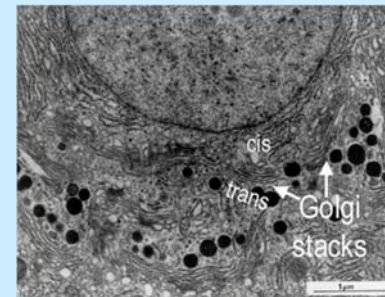


Spenót levél metszete
fénymikroszkópban

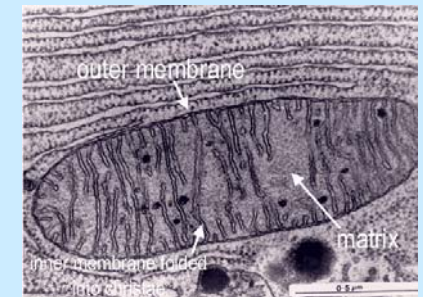


Színtestek spenót levél ultra-
vékony metszetének TEM
felvételén

TEM



An electron micrograph
showing golgi stacks



An electron micrograph
showing mitochondrion

SEM



Brush your teeth often because this is what the surface of a tooth with a form of plaque looks like.

SEM

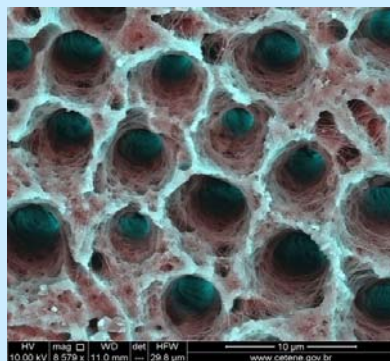


Scanning Electron Microscope image of bacteria in dental plaque magnified 30000 times !



Photograph © Mr. Steve Gschmeissner

SEM



Dentin is found in teeth and comprises tiny channels called dentinal tubules. This images shows those tubules.

Az emberi szem

D : törőkéesség (dpt)

n' : 1. közeg törésmutatója

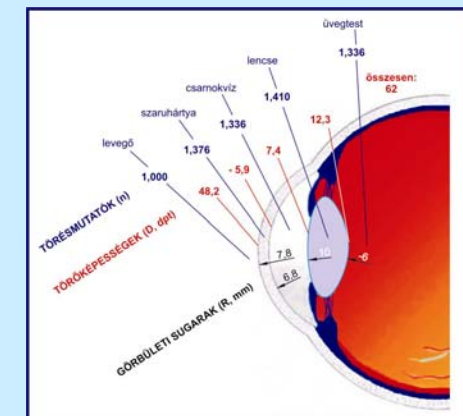
n : 2. közeg törésmutatója

R : görbületi sugár (m)

+ konvex

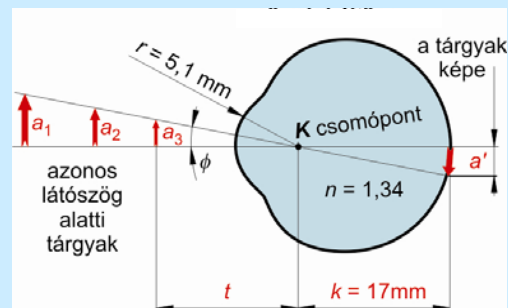
- konkáv

$$D = \frac{n - n'}{R}$$



Az emberi szem optikája

A redukált szem képkalkotása

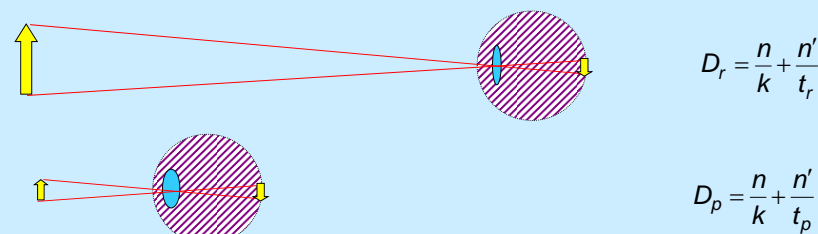


törőképesség: A szem egyes törőközegei törőképességének összege
mértékegysége a dioptria: 1 dpt = 1/m, $D_{\text{szem}} = 59 - 72$ dpt

A kép:

- valódi
- kicsinyített
- fordított állású

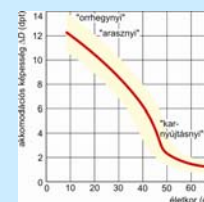
Akkomodációs képesség



$$D_r = \frac{n}{k} + \frac{n'}{t_r}$$

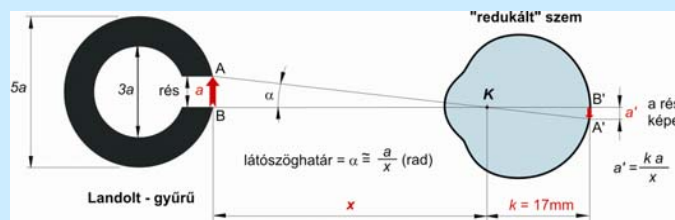
$$D_p = \frac{n}{k} + \frac{n'}{t_p}$$

akkomodációs képesség: a legnagyobb és legkisebb törőképesség különbsége



$$\Delta D = D_p - D_r = \frac{1}{t_p} - \frac{1}{t_r}$$

közelpont távolpont



látászöghatár (α):

Azt a legkisebb látászöveget, amelyenél két különálló A és B pontot éppen meg tudunk különböztetni egymástól

felbontóképesség vagy **látásélesség** (visus):

$$\text{látásélesség (visus)} = \frac{1(\text{'})}{\alpha(\text{'})} \cdot 100\%$$

normális 1'-es látászöghatár tényleges látászöghatár

A látásélesség korlátai

A látásélességet befolyásoló tényezők:

1. A törőfelületek geometriai hibái
2. Hullámoptikai jelenségek
3. A receptorok véges sűrűsége



Mi a feltétele az optikai szál magjában létrejövő teljes visszaverődésnek?

VI. 2.
2.1.
2.2.
X.5.