

Geometriai optika

Balog Erika

Miért?

- endoszkópia, refraktometria
- fénymikroszkóp
- emberi szem optikája

Hogyan?

Fény terjedése

Geometriai optika:

ha: tárgy mérete $\gg \lambda$
fény sugár (fénynyaláb)

Hullámoptika:

ha: tárgy mérete $\sim \lambda$
hullám

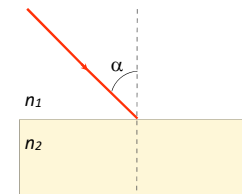
Geometriai optika

fény sugár (fénynyaláb):



$$c_{\text{vákuum}} = 2,9979 \times 10^8 \text{ m/s}$$

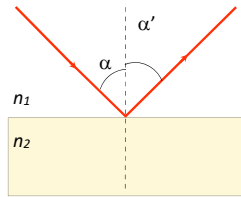
$$n_1 = \frac{c_{\text{vákuum}}}{c_1}$$



Fermat elv – legrövidebb idő elve:

a fény azt a pályát követi, melynek megtételéhez a legrövidebb időre van szükség

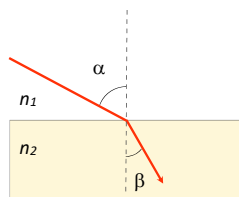
Fényvisszaverődés



- a beeső fénysugár, a beesési merőleges és a visszavert fénysugár egy síkban van.

$$\alpha = \alpha'$$

Fénytörés



$$n_2 > n_1$$

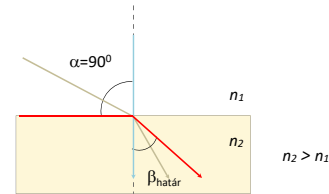
- a beeső fénysugár, a beesési merőleges és a megtört fénysugár egy síkban van.

$$\text{Snellius-Descartes törvény: } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Diszperzió: a törésmutató hullámhosszfüggő



Határszög – teljes visszaverődés (I)



Snellius-Descartes:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 \sin(90^\circ) = n_2 \sin \beta_h$$

$$\sin(90^\circ) = 1$$

$$n_1 = n_2 \sin \beta_h$$

$$n_2 \text{ ill. } \beta_h \text{ ismert} \rightarrow n_1$$

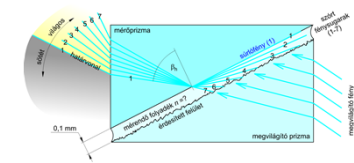
Alkalmazás: refraktometria

- híg oldat koncentrációjának meghatározására

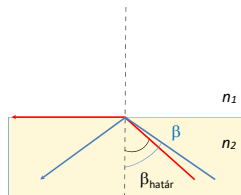
$$n_1 = n_0 + k \cdot c$$

Alkalmazás feltételei:

- híg oldat,
- a minta átlátszó
- a minta törésmutatója kisebb mint a mérőprizmáé.



Határszög – teljes visszaverődés (II)



$$n_2 > n_1$$

sugarak megfordíthatóságának elve

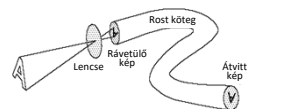
$$\text{ha: } \beta > \beta_h \rightarrow \text{teljes visszaverődés}$$

Alkalmazás: optikai fényvezetés

Optikai szál: egymódusú rost



Sokmódusú rost



- ha az optikai szálak geometriája megtartott, a köteg a képet hűen továbbítja.



Határszög – teljes visszaverődés (III)

Orvosi alkalmazás: endoszkópia

CÉLOK

1. Diagnosztika: lokális inspekció, biopszia, kontrasztanyag beadás
2. Terápia: sebészet, kauterizáció (vérzéscsillapítás), idegcentest eltávolítás

TÍPUSOK

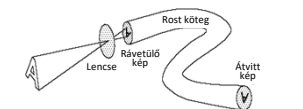
Arthroscopia (ízületek); **Bronchosocopia** (légutak); **Colonoscopia** (colon); **Colposocopia** (vagina és cervix); **Cystoscopia** (cysta, ureter, urethrán keresztül); **ERCP** (endoscopiás retrográd cholangio-pancreatographia, kontrasztanyag bejuttatása az epeutakba és a ductus pancreaticusba); **EGD** (Esophago-gastroduodenoscopia); **Laparoscopia** (abdominális szervek vizsgálata a hasfalon keresztül); **Laryngoscopia** (larynx); **Proctoscopia** (rectum, sigma); **Thoracosocopia** (pleura, mediastinum, pericardium a mellkasfalon keresztül).



Optikai szál: egymódusú rost



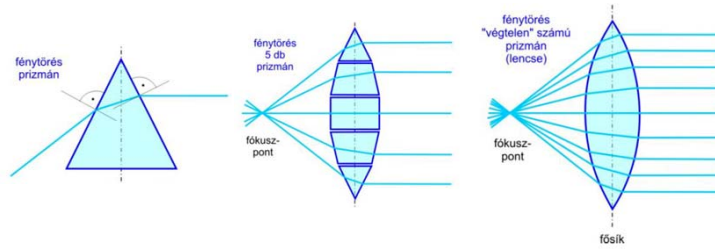
Sokmódusú rost



- ha az optikai szálak geometriája megtartott, a köteg a képet hűen továbbítja.

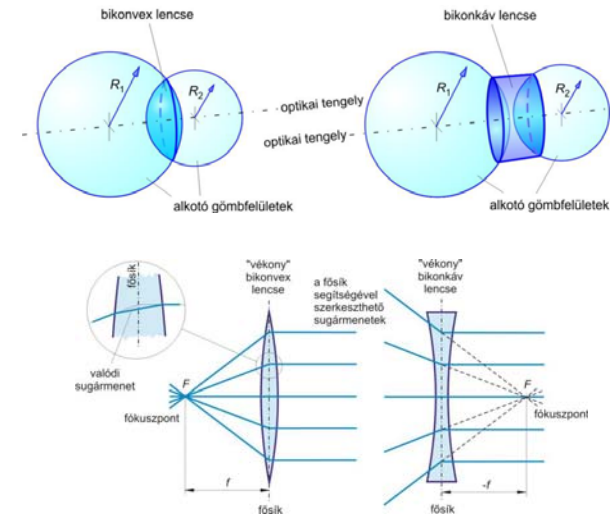


Optikai lencsék

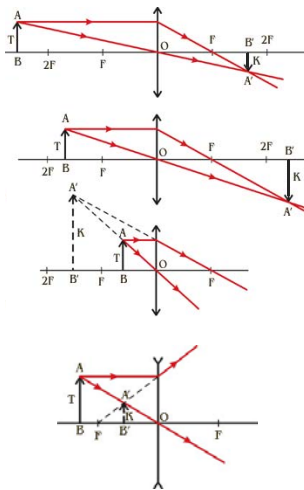


- ugyanúgy törik meg a fénysugarat mint pl. a prizmák. A Snellius-Descartes törvény ugyanúgy alkalmazható.

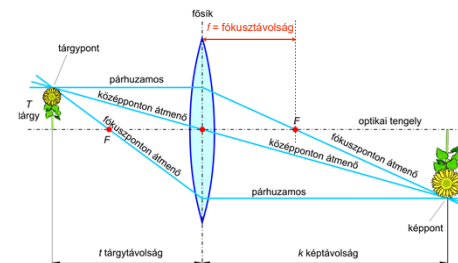
Optikai lencsék: gömbfelülettel határolt törőközegek



Optikai lencsék: leképezés – nevezetes sugármenetek



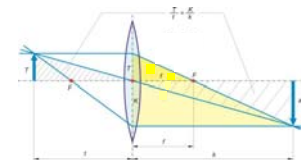
Optikai lencsék: leképezés – lencsetörvény



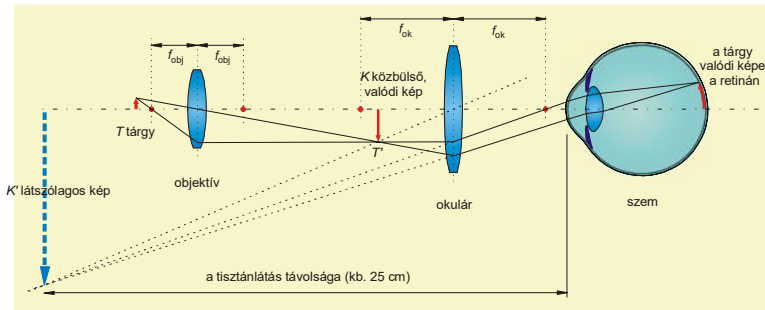
Lencsetörvény
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$$

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

D – törőkéesség (dioptria, m^{-1})
$$D = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$



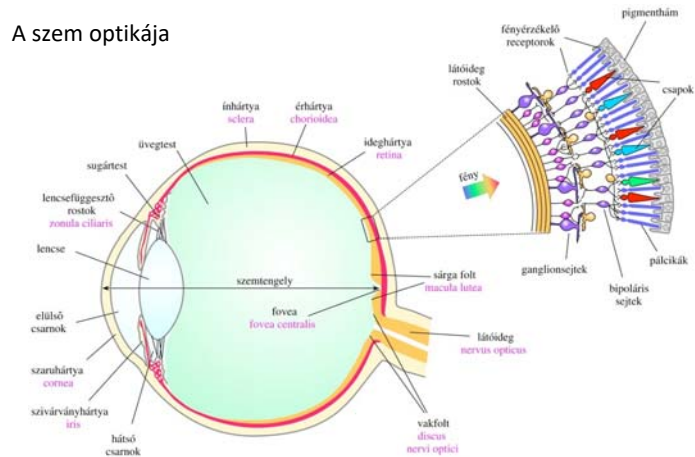
Mikroszkóp képalkotása



Mikroszkóp nagyítása:

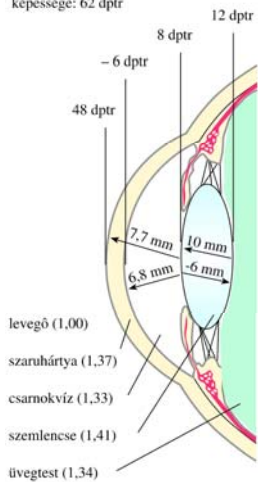
$$N_{\text{mkr}} = \frac{K'}{T} = \frac{N_{ok}}{\frac{K'}{T'}} \cdot \frac{N_{obj}}{T} = N_{ok} \cdot N_{obj}$$

A szem optikája



Az emberi szem horizontális metszeti szerkezete

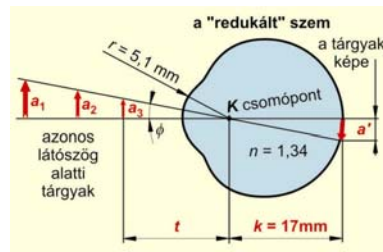
A szem teljes törőképessége: 62 dptr



Törőfelületek törőképessége (D):

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

$n - n'$: határoló törőközegek (levegő, a szem optikai közegei) törésmutatókülönbsége.
 R - törőfelület görbületi sugara.



A retinán kicsinyített, fordított állású valós kép keletkezik.

Akkomodáció: a szem törőképességének adaptálódása a tárgy távolságához.

$$D = \frac{1}{t} + \frac{n'}{k}$$

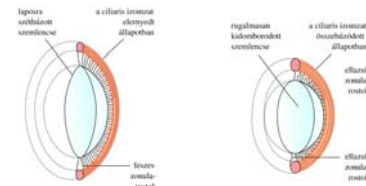
$$D = \frac{1 - n'}{R}$$

Távolra nézés:

t növekszik \rightarrow D csökken \rightarrow R növekszik

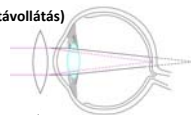
Közelre nézés:

t csökken \rightarrow D növekszik \rightarrow R csökken



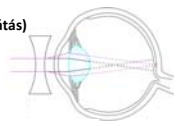
Léképezési hibák:

Hypermetropia (távollátás)



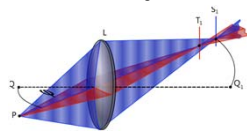
- megrövidült szemtengely.
- korrekció gyűjtőlencsével.

Myopia (közellátás)



- meghosszabbodott szemtengely.
- korrekció szórólencsével.

Astigmatismus: a fókustávolság a vízszintes- és függőleges síkokban különböző.

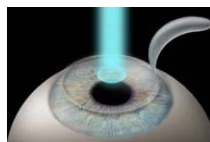


Korrekció cilindrikus (hengeres) lencsével.

Presbyopia:

- Az akkomodációs képesség csökken.
- Kor előrehaladtával fokozódik (>45 év).
- Közellátás romlik.

Refrakciós hiba végleges javítása:
LASIK (Laser Assisted In Situ Keratomileusis)



A szaruhártya lokális görbületi sugarát változtatjuk meg (lézersebészeti eljárással)

visszajelzés:



<http://report.semmelweis.hu/linkreport.php?qr=INVT4VBZHM63VF9>

PIN kód: L87