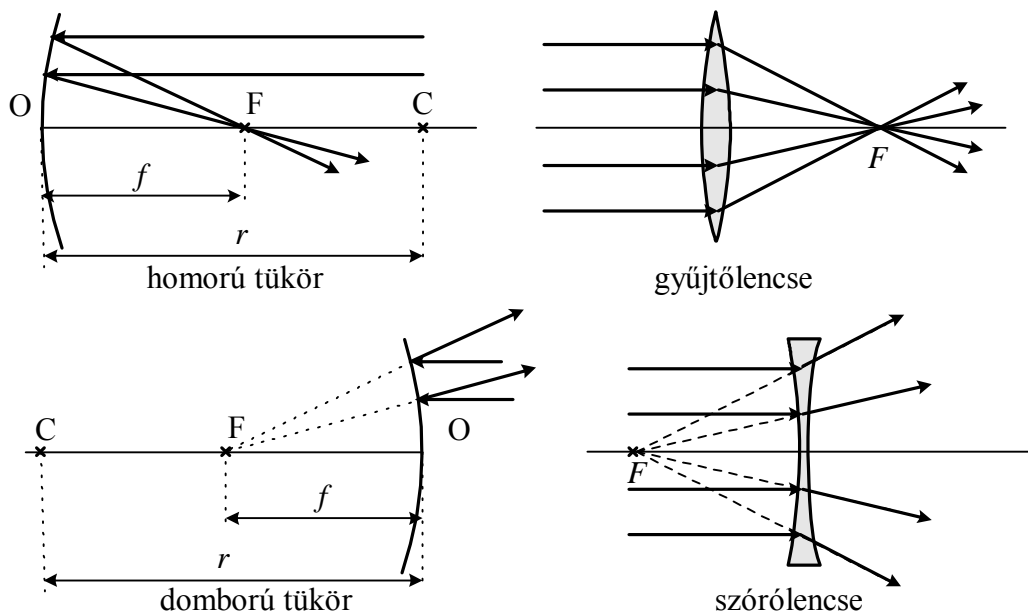


10. A fény visszaverődése és törése görbült határfelületeken, gömbtükrök és optikai lencse. Optikai leképezés kis nyílásszögű gömbtükrökkel, és vékony lencsékkel. A fő sugármenetek ismertetése. A nagyító, a mikroszkóp és a távcső működési elve.

A fény visszaverődése és törése görbült határfelületen, a gömbtükrök és az optikai lencse:
A görbült határfelületre párhuzamosan, összetartó vagy széttartó nyalábban beeső fénysugarak visszaverődés, illetve törés után létrejött nyalábjának alakját általában a határfelület (domború vagy homorú) alakja, valamint – fénytörés esetén – törésmutató együttesen szabják meg.

A **homorú gömbtükrök és a gyűjtőlencse a rávetített párhuzamos fénynyalábot összetartó, a domború gömbtükrök és a szórólencse széttartó nyalábbá teszi.** A kis nyílásszögű gömbtükrök, illetve a vékony lencse az optikai tengellyel párhuzamosan ráeső fénysugarakat úgy veri vissza, illetve töri meg, hogy a visszavert, illetve megtört fénysugarak vagy azok meghosszabbításai egy pontban, a **fókuszban** metszik egymást. A (kis nyílásszögű) gömbtükrök fókusztávolsága fele a görbületi sugárnak,

$$f = \frac{r}{2}.$$



A (vékony) lencse fókusztávolságára vonatkozó összefüggés, ahol n a törésmutató, r_1 illetve r_2 pedig a két görbületi sugár:

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

A lencsét a fókusztávolságon kívül a méterben kifejezett fókusztávolság reciprokjával, a **dioptriával** is szokás jellemezni:

$$D = \frac{1}{f}.$$

Jellegzetes fénysugarak, fő sugármenetek:

A kis nyílásszögű gömbtükrök és a vékony lencsék esetében az egyszerűen nyomon követhető és könnyen szerkeszthető jellegzetes fénysugarak:

Kis nyílásszögű gömbtükrök:

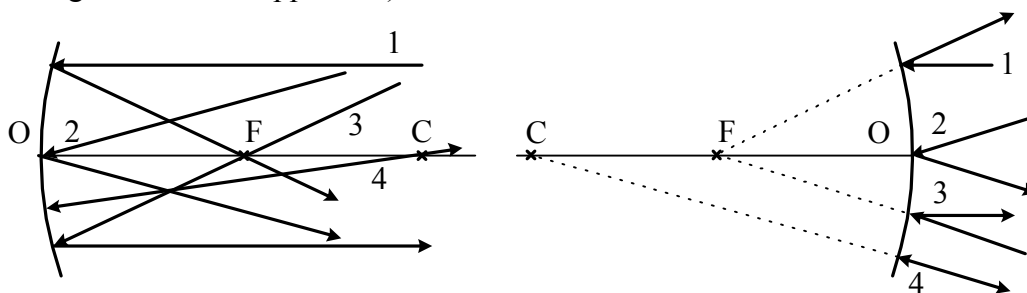
Az optikai tengellyel párhuzamos sugarak a fókuszponton haladnak át. (Domború tükörnél a sugaraknak a tükör mögötti meghosszabbításai mennek át a fókuszpon.)

Az optikai középpontba futó sugarak a visszaverődésük után ugyanakkora szöget zárnak be az optikai tengellyel, mint a beeséskor.

A fókuszponton áthaladó sugarak az optikai tengellyel párhuzamosan verődnek vissza.

(Domború tükörnél az olyan sugarak verődnek vissza az optikai tengellyel párhuzamosan, amelyek tükör mögötti meghosszabbításai átmennek a fókuszpon.)

A geometriai középpontban átmenő sugarak önmagukban verődnek vissza. (Domború tükörnél azok a sugarak verődnek önmagukban vissza, amelyeknek a tükör mögötti meghosszabbításai átmennek a geometriai középponton.)

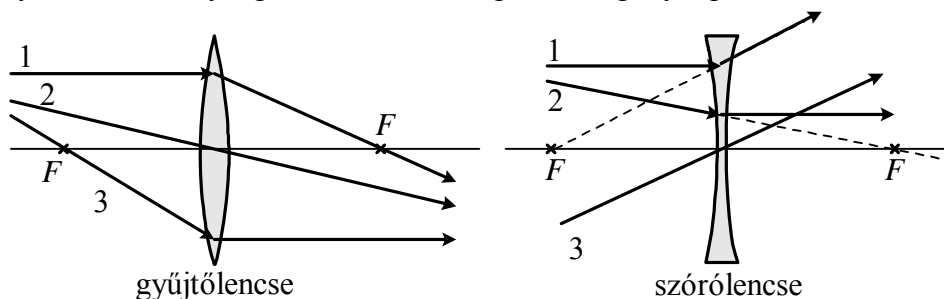


Vékony lencsék:

Az optikai tengellyel párhuzamosan beeső fénysugár a gyűjtőlencsén megtörve a fókuszpon halad át. Szórólencse esetén úgy halad tovább, mintha a lencse előtti fókuszponból indult volna.

Az optikai középpontba beeső fénysugár irányváltozás nélkül halad tovább.

A gyűjtőlencse esetén a fókuszponton át beeső fénysugár, szórólencse esetén a túloldali fókusz irányába beeső fénysugár, törés után az optikai tengellyel párhuzamosan halad.

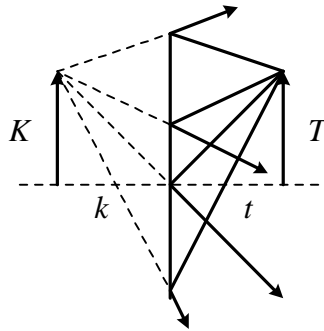


Az optikai leképezés egyszerűbb esetei:

Az optikailag különböző tulajdonságú közegek határoló felületei a fényvisszaverődés és fénytörés következtében a tárgyakat általában leképezik, róluk képet hoznak létre. A képalkotás gyakorlatilag fontos eseteiben közelítőleg pontszerű és alakhű leképezés jön létre. A képalkotás jelensége a geometriai optika módszereivel és a fény hullámelméletével egyaránt értelmezhető és mennyiségileg leírható. Legtöbbször elegendő az egyszerűbb geometriai optikai módszer alkalmazása.

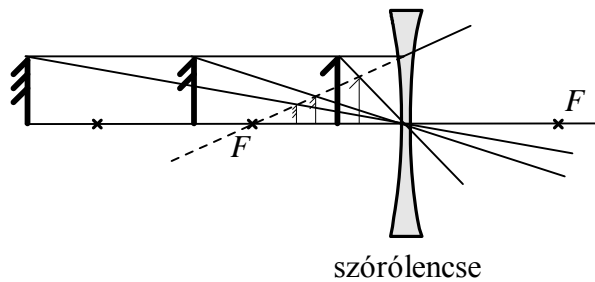
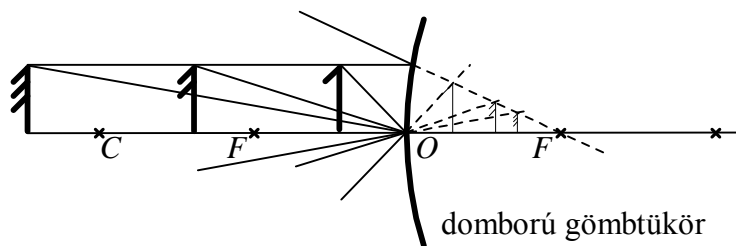
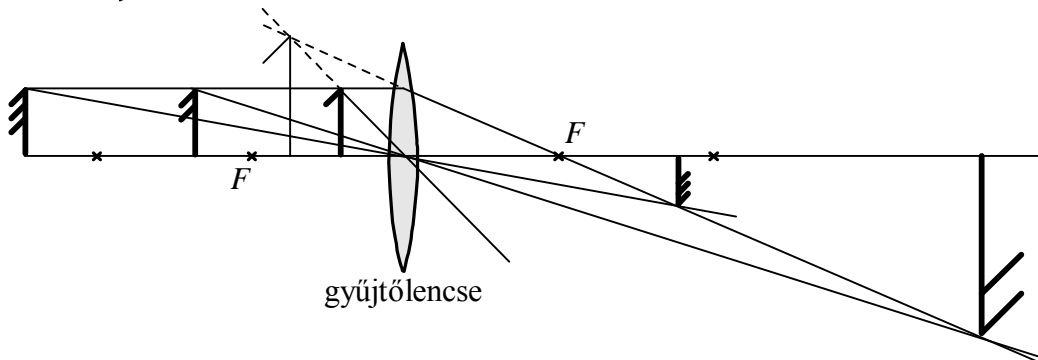
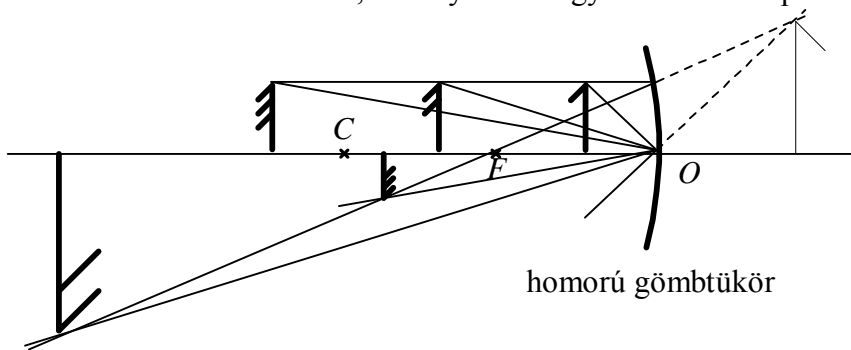
Optikai leképezés síktükörrel:

A síktükör tökéletesen pontszerű és torzításmentes leképezést biztosít. A létrejött virtuális, egyenes állású kép és a tárgy, a tükör síkjára szimmetrikus.



A kis nyílásszögű gömbtükrök és a vékony lencse képképződése:

A homorú gömbtükrök és a gyűjtőlencse a fókuszon kívül elhelyezett tárgyról valódi, a fókuszon belül levő tárgyról pedig virtuális képet ad. A valódi kép fordított, a virtuális kép egyenes állású. A geometriai középponton, illetve a „kétszeres fókuszon” kívül elhelyezett tárgy képe kicsinyített, az azon belül elhelyezett tárgy képe nagyított. A domború gömbtükrök és a szórólencse minden esetben virtuális, kicsinyített és egyenes állású képet alkot.



A kis nyílásszögű gömbtükör és a vékony lencse leképezési törvénye és nagyítása:

A kis nyílásszögű gömbtükörök és a vékony lencsék leképezési törvénye a leképező eszköztől mért tárgy- és képtávolság, valamint a fókusz távolság közötti összefüggést adja meg:

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

A nagyítás – a kép és tárgy méreteinek aránya – kifejezhető a kép- és tárgytávolság arányaival is.

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

Előjel konvenció:

- r , illetve f pozitív, ha a tükör homorú és negatív, ha a tükör domború
- t pozitív, ha a tükörhöz érkező sugarak széttartanak (valódi tárgy), negatív, ha összetartanak (látszólagos tárgy)
- k pozitív, ha a kép valódi, negatív, ha a kép látszólagos

Vékony lencsék esetén r negatív, ha a határoló gömbfelület kívülről nézve homorú és pozitív, ha a határoló gömbfelület kívülről nézve domború. Síkfelület esetén a görbületi sugár végtelen.

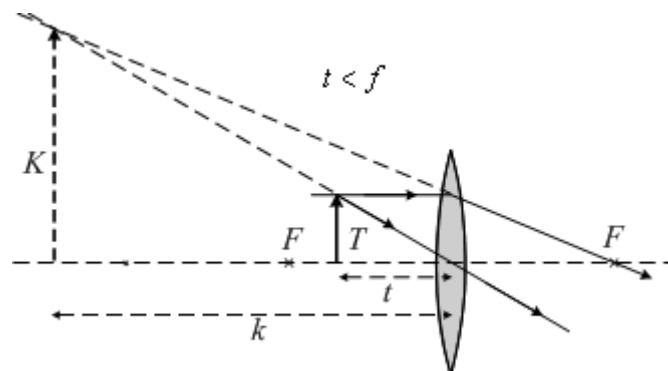
Az előbbi előjelszabályok miatt a gyűjtőlencsék fókusz távolsága pozitív, a szórólencsék fókusz távolsága negatív (üveglencse levegőkörnyezetben).

Lencserendszerek fókusz távolsága:

A vékony lencséből összeállított, nem túl vastag lencserendszer dioptriája és fókusz távolsága az egyes lencsék jellemzőiből könnyen számítható:

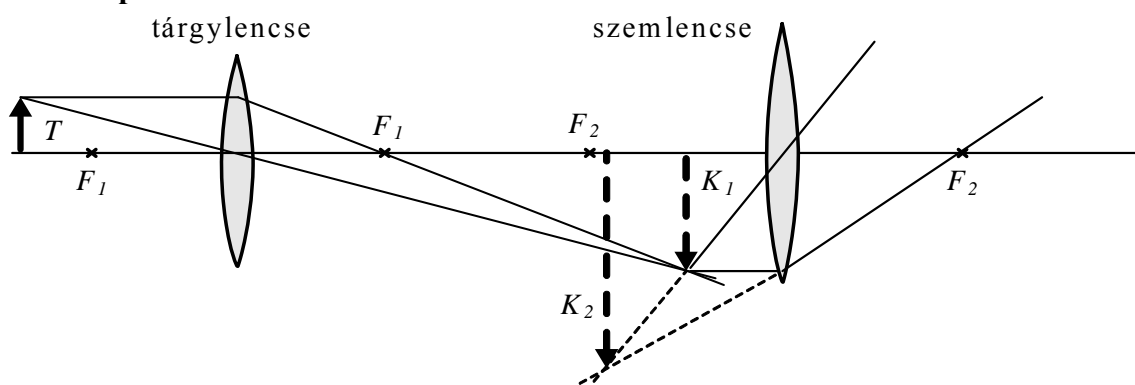
$$D = \sum D_i, \quad \frac{1}{f} = \sum \frac{1}{f_i}$$

Egyszerű nagyító:



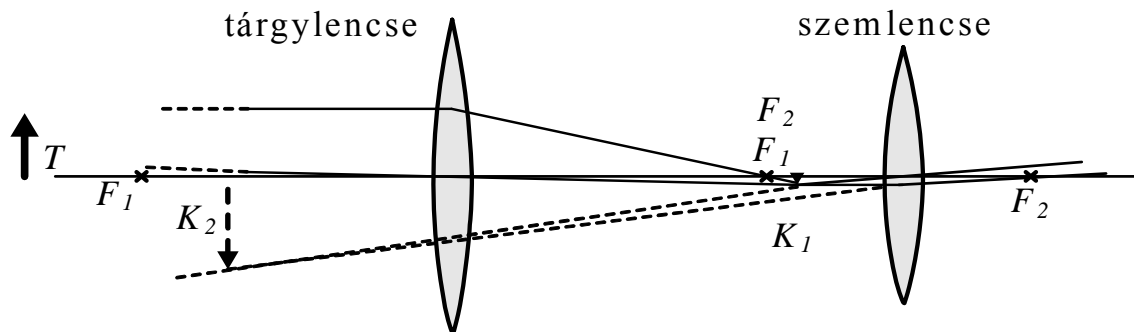
A gyűjtőlencse a fókuszpontján belül elhelyezkedő tárgyról látszólagos nagyított képet alkot.

Mikroszkóp:



A tárgylencse fordított állású valódi nagyított képet alkot a tárgyról, és ezt a képet nézzük a szemlencsével, mint egyszerű nagyítóval. Az eredmény fordított állású virtuális nagyított kép.

Távcső:



A tárgylencse fordított kicsinyített képet létesít az igen távoli tárgyról, a két lencse közös fókuszának közelében. A szemlencse egyszerű nagyítóként erről állít elő látszólagos képet (látószög nagyítás).

Leképezési hibák:

Sík törőfelületen (közelítőleg) pontszerű leképezés csak akkor lehetséges, ha a képképzést igen kis nyílásszögű sugárnyaláb hozza létre. A pontszerű leképezés általában csak közelítőleg valósul meg. Nagyobb nyílásszögű leképező nyaláb pontszerű tárgyról is kissé elmosódott képet állít elő. A színszórás, az optikai tengellyel nagy hajlásszögben beeső sugarak stb. a leképezést rontják, a képet életlenné, elmosódottá teszik, leképezési hibát okoznak. A különféle leképezési hibákat lencserendszerek, diafragmák, különleges felületkiképzések stb. alkalmazásával csökkentik.