

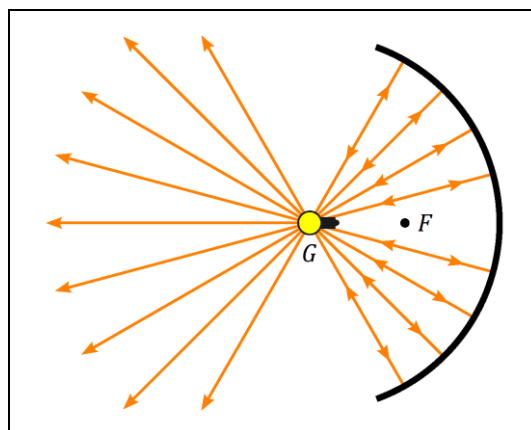
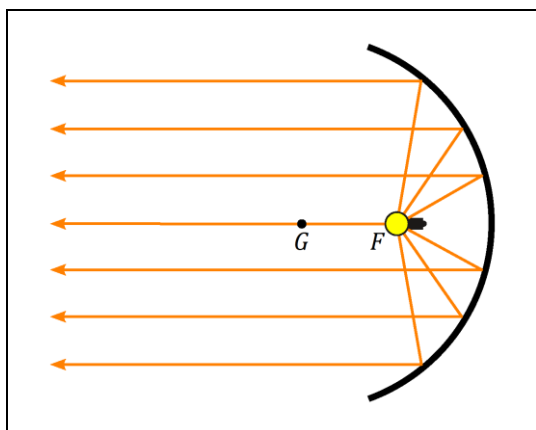
◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

## A gömbtükrök és lencsék gyakorlati alkalmazásai

### Homorú tükör

A homorú tükör a párhuzamos fénysugarakat a *fókuszpontban gyűjti össze*. A Nap sugarait homorú tükörrel összegyűjtve Görögországban minden olimpia előtt így gyűjtják meg az olimpiai lángot. A napkőhókban óriási homorú tükörrel szintén így hoznak létre magas hőmérsékletet.

A homorú tükör segítségével a különféle *fényforrások fényét párhuzamos nyalábbá lehet alakítani*. Ekkor a pontszerű fényforrást a tükör fókuszába helyezik. Ezt a megoldást alkalmazzák a járművek fényszóróiban, a különféle reflektorokban vagy a zseblámpákban.



A különféle *vetítőgépekben, projektorokban* elhelyezett homorú tükör görbületi középpontjában helyezkedik el az izzólámpa. Az izzószáלבól hátrafelé induló fénysugarak így a tükörben visszaverődnek, majd az izzószáלבánál találkozáva továbbhaladnak a film felé. Ezáltal a hátrafelé kiinduló sugarak is ugyanolyan irányú nyalábot alkotnak, mint a film felé induló fénysugarak. Emiatt a filmet erősebb fény világítja meg, ezért a vetített kép jobban látható.

A *fogorvosi tükrök* egyes fajtái szintén homorú tükrök. A tárgy itt a fókuszon belül helyezkedik el, így a fogorvos nagyított, egyenes állású képet lát a tükörben.



A *kozmetikai tükrök* egy része szintén homorú tükör. A tükröt használó személy arca a fókusztávolságon belül van, így a tükör egyenes állású, nagyított képet hoz létre róla.

### **Domború tükör**

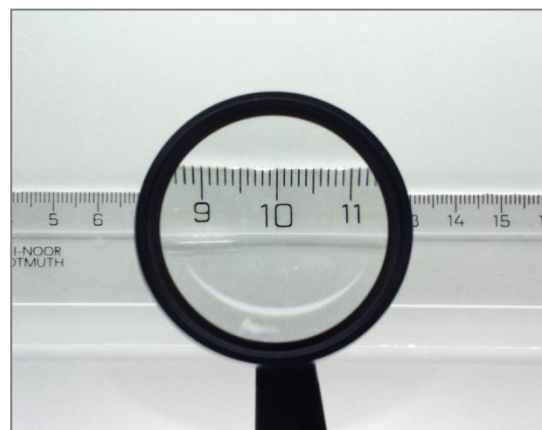
A domború tükör mindig kicsinyített, a tárggyal megegyező állású képet hoz létre. Ennek következtében *nagyobb térrész látható benne*, mint egy ugyanakkora méretű, ugyanott elhelyezett síktükörben. Emiatt a visszapillantó tükrök többsége domború tükör. A beláthatatlan útkereszteződéseknél ugyancsak domború tükrök segítik a járművezetőket.



### **Gyűjtőlencse**

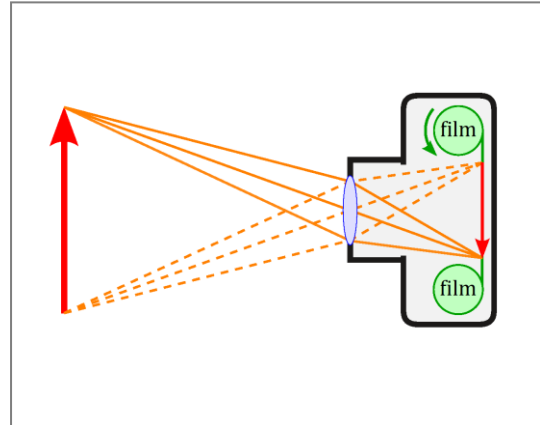
A gyűjtőlencse a fókusztávolságon belül elhelyezett tárgyról nagyított, a tárggyal megegyező állású képet hoz létre. Az apróbb tárgyak megfigyelésére *használt egyszerű nagyító* ezért üvegből vagy műanyagból készült domború lencse.

A *vetítőgép lencséje* szintén gyűjtőlencse. A tárgyat a vetítendő diakép vagy film képezi,



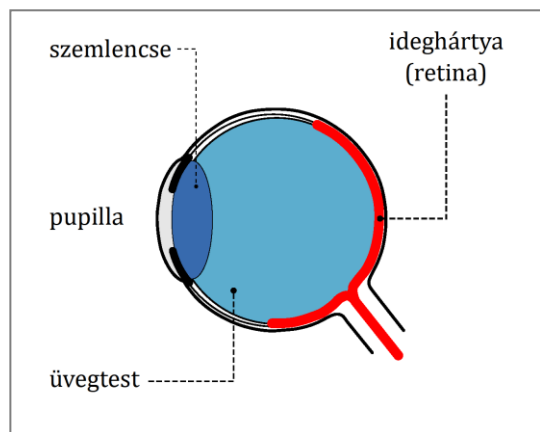
amely a fókusz és a kétszeres fókuszpont között helyezkedik el. A lencse így nagyított, valódi képet hoz létre róla a vetítőernyőn vagy vetítővászonon. Mivel valódi képnél a tárgy és a kép egymáshoz képest mindig fordított állású, ezért a filmet vagy diát fejjel lefelé kell a vetítőbe helyezni. A számítógépes projektor lencséje szintén gyűjtőlencse, a tárgy azonban itt egy elektronikusan előállított kép.

A fényképezőgép lencséje ugyancsak gyűjtőlencse. A tárgy a kétszeres fókuszon kívül van, így kicsinyített, valódi, fordított kép keletkezik. A lencsét úgy helyezik el, hogy a kép pontosan a filmen keletkezzen. A lencse és a film között egy zárszerkezet helyezkedik el, amely csak a fénykép elkészítésének idején engedi a fényt a filmre. Ugyancsak ilyen elven



működnek a filmfelvevők, a videokamerák és a digitális fényképezőgépek. Ez utóbbiakban azonban a képet elektronikus képfelvevő-csővel vagy képfeldolgozó integrált áramkörrel soronként, az egyes sorokat pedig pontonként elektromos jelekké alakítják.

Az emberi szemben található szemlencse is gyűjtőlencse. A szemlencse és a mögötte található üvegtest az ideghártyán (retinán) kicsinyített, fordított állású, valódi képet hoz létre. Az ideghártyában levő érzékelők (receptorok) a fényt ingerületté alakítják, amely a látóideg közvetítésével az agyba jut. Hasonló felépítésű a legtöbb gerinces állat szeme is.



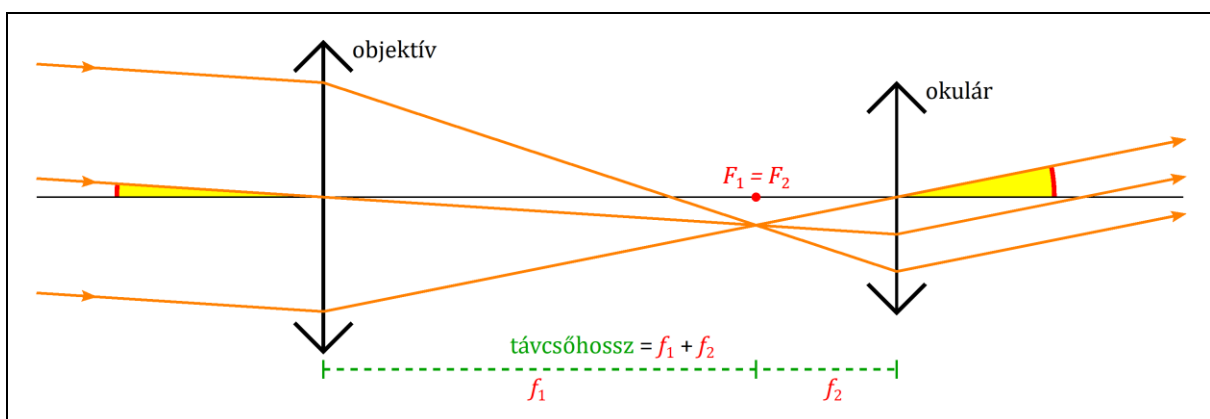
A gyűjtőlencsét szemüveglencseként is használják. Ha a szem fókusz távolsága a szükségesnél nagyobb, akkor az ilyen személy csak a távoli tárgyakat látja jól, mert a közeli tárgyak képe az ideghártya mögött jönne létre. A szem elé helyezett gyűjtőlencse miatt a fókusz távolság csökken, tehát a távollátás gyűjtőlencsével szüntethető meg.

## Szórólencse

A szórólencsét szintén szemüveglencseként használják. Ha a szem fókusz távolsága a szükségesnél kisebb, akkor az ilyen személy csak a közeli tárgyakat látja jól, mert távoli tárgyak képe az ideghártya előtt jön létre. A szem elé helyezett szórólencse miatt a fókusz távolság nő, tehát *a rövidlátás szórólencsével szüntethető meg.*

## Összetett optikai eszközök

A **Kepler-féle távcső** két gyűjtőlencséből áll. A tárgyhoz közelebbi lencse a *tárgylencse* (latin eredetű elnevezéssel *objektív*), a másik a *szemlencse* (latin eredetű kifejezéssel *okulár*). A tárgylencse fókusz távolsága nagyobb, mint a szemlencse fókusz távolsága. Mivel a távcsőnél a tárgy a kétszeres fókuszponton kívül van, a tárgylencse kicsinyített, fordított állású, valódi képet hoz létre. Ezt a képet a szemlencse, mint egyszerű nagyító felnagyítja. Az ilyen távcső azonban fordított állású képet ad, ezért földi használatnál a képet még meg kell fordítani.

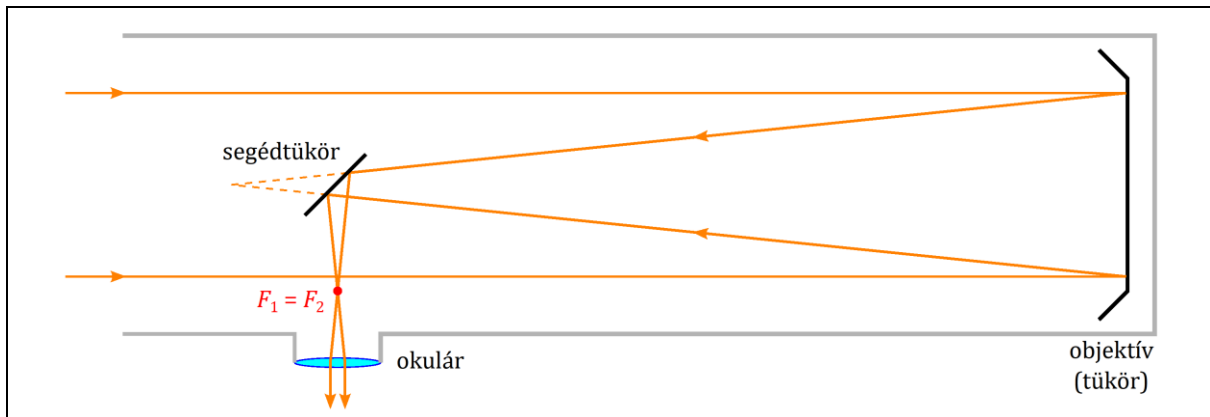


A rajz alapján látható, hogy a nagyon távoli tárgy valamely pontjából érkező, közel párhuzamos sugarak a szemlencséből újra párhuzamosan távoznak. Eközben a távcső a fénysugarak optikai tengellyel bezárt szögét jelentősen megnöveli, így a tárgy a távcsövön keresztül nagyobb szög alatt látszik, mint nélküle.

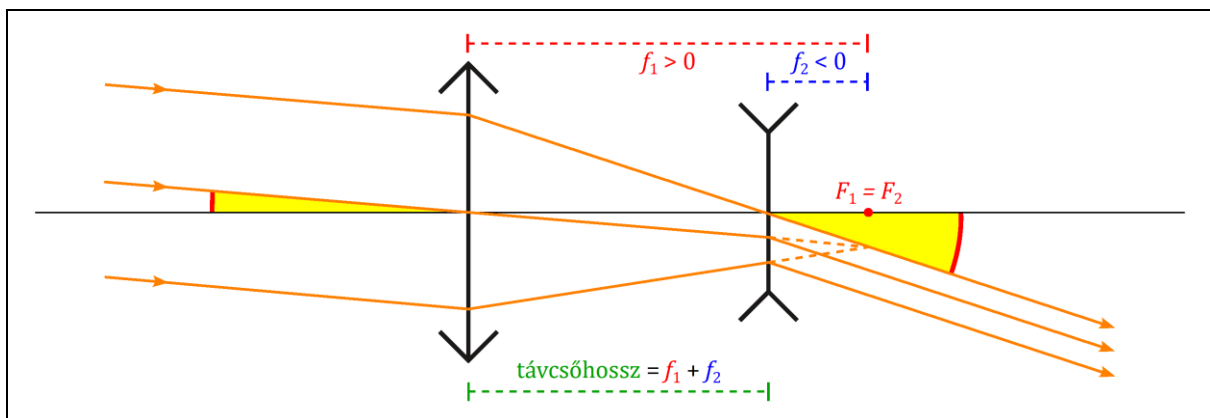
A Kepler-féle távcső hosszát a két lencse távolsága határozza meg. A fenti rajz alapján belátható, hogy ez megegyezik a két lencse fókusz távolságának összegével, így ezek a távcsövek viszonylag hosszúak.



A **Newton-féle távcső** hasonló elven működik, azonban itt a *tárgylencse helyett homorú tükört alkalmaznak*. A tükör által létrehozott kicsinyített, valódi képet egy  $45^\circ$ -os szögben elhelyezett kis segédtükörrel a szemlencse felé térítik el. A szemlencse itt is egy egyszerű nagyítóként használt gyűjtőlencse, amely a tükör által alkotott képet felnagyítja. Mivel az ilyen távcsöveket többnyire csak csillagászati célokra használják, a fordított kép nem zavaró.

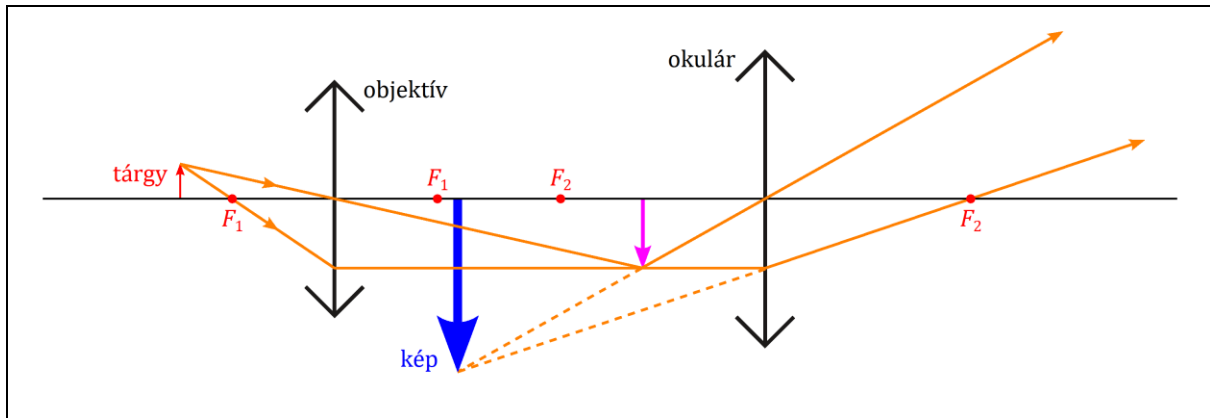


A **Galilei-féle távcső** objektívje gyűjtőlencse, *okulárja szórólencse*. A két lencse úgy helyezkedik el, hogy a tárgylencse fókuszpontja és a szemlencse szemhez közelebbi fókuszpontja egybeesik. A rajz alapján látható, hogy a fénysugarak optikai tengellyel bezárt szögét ez a távcső is jelentősen megnöveli, így a tárgy nagyobb szög alatt látszik, mint távcső nélkül.



Belátható, hogy a távcső hossza itt is megegyezik a fókusz távolságok összegével. (A szórólencse fókusz távolsága azonban negatív! Emiatt néhány helyen a távcsőhosszra az  $l = f_1 - f_2$  összefüggést szokás felírni, de ebben az  $f_1$  és  $f_2$  a fókusz távolság abszolút értékét jelöli.) E távcsőtípus előnye, hogy a tárggyal megegyező állású képet ad, és viszonylag kis méretű. Emiatt a színházi távcsövek többnyire Galilei-féle távcsövek.

A **mikroszkóp** két gyűjtőlencsét tartalmaz. A tárgyat a tárgylencse fókusza közelében, de a fókuszponton kívül helyezik el. Az objektív így nagyított, fordított állású, valódi képet hoz létre, amelyet az egyszerű nagyítóként használt szemlencse tovább nagyít.



## Kiegészítések

1. A mai fényképezőgépek objektívje általában több lencséből áll, de ez a lencserendszer is gyűjtőlencseként működik. A videokamerák, illetve a jobb fényképezőgépek zoom-optikáinál az egyes lencsék egymáshoz képest elmozdíthatók, így megváltozik a lencserendszer fókusz távolsága. A fókusz távolság növelése (TELE) nagyobb képet eredményez a filmen. A fókusz távolság csökkentésével (WIDE) viszont csökken a kép mérete, így a közeli nagy tárgyak (torony, nagy épületek) is elférnek a képen. (A képen látható fényképezőgép objektívjének fókusz távolsága például 18 mm és 55 mm között változtatható.)



2. A távcső görög eredetű elnevezése *teleszkóp*.

A tele- jelentése távol-, a -szkóp pedig a szkopein (=nézni) szóból származik. A



hajózásban használt hosszú, kihúzható csövű távcsövek (teleszkópok) alapján az egymásból kihúzható csövekből álló rendszert is teleszkópnak nevezik. (Pl. teleszkóppantenna, teleszkóprugó.)

3. A *mikroszkóp* szintén görög eredetű szó. A mikro- előtag jelentése kicsi-, apró-.

4. A *prizmás távcső* valójában egy Kepler-távcső, amelyben az objektív által létrehozott fordított állású képet képfordító prizmákkal fordítják vissza. Ezek a teljes visszaverődés alapján működő, egyenlő szárú derékszögű prizmák. (Az ilyen prizma működését [A teljes fényvisszaverődés](#) című fejezetben tárgyaltuk.) Az egyik prizma a



bal-jobb oldalakat, a másik a fent-lent irányokat cseréli fel. Az ilyen távcső onnan ismerhető fel, hogy az objektív és az okulár optikai tengelye nem esik egy egyenesbe, hanem párhuzamos egymással, továbbá a távcső viszonylag rövid.

Néhány Kepler-rendszerű *fegyvertávcsőben* a képet egy harmadik lencsével fordítják meg. Itt a képfordításra használt lencsét úgy helyezik el, hogy az objektív által létrehozott kép a képfordító lencse kétszeres fókuszpontjába kerüljön, így az a képet csak megfordítja, de méretén nem változtat. Az ilyen távcsöveknél az objektív és az okulár egy egyenesbe esik, és a távcső viszonylag hosszú.

5. Az első csillagászati távcsövet Hans *Lippershey* (1587–1619) holland optikus készítette 1609-ben. Ugyanebben az évben Galileo *Galilei* (1564–1642) olasz fizikus, aki hallott erről a találmányról, szintén épített ilyen távcsövet, egy gyűjtő- és egy szórólencséből. Galilei használta először a távcsövet csillagászati megfigyelésekhez. Távcsöve segítségével számos csillagászati felfedezést tett. (A Hold hegyei, a Jupiter holdjai stb.) Eredményeit az 1610-ben megjelent *Sidereus Nuncius* című művében ismertette. Johannes *Kepler* (1571–1630) német csillagász és fizikus 1611-ben, Isaac *Newton* (1643–1727) angol fizikus 1668-ban dolgozta ki távcsövét. Newton azért használt tükröt a tárgylencse helyett, mert korának kezdetleges lencségi a



fehér fényt színekre bontották. Emiatt az objektív fókusztávolsága a különféle színeknél eltér egymástól, így nem kapható éles kép a tárgyról. A fényvisszaverődést a fény színe nem befolyásolja, így színhibák a tükrös távcsőben nem lépnek fel.

6. Az amerikai *Hubble-űrtávcsövet* 1990.

április 24-én állították pályára a *Discovery űrrepülőgép* segítségével. Az űrtávcső tömege 11,5 tonna, hossza 12,8 m, a tükör átmérője 2,4 m. A berendezést két 33 m<sup>2</sup> felületű napelemtábla látja el energiával. A kapott képet digitális fényképként,



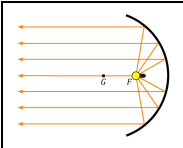
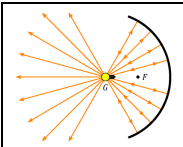




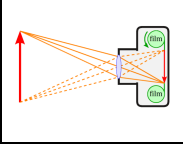
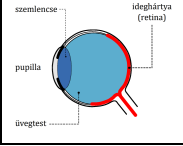
rádiójelekkel továbbítja a Földre. Az űrteleszkóp felbontóképessége kisebb mérete ellenére is sok esetben felülmúlja a földi távcsövékét, mert működését a légkör nem zavarja. A Hubble-űrtávcső a *Fizikakönyv* ezen fejezének írása idején (2022. október), 32 évnyi repülés után is működik.

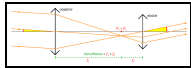


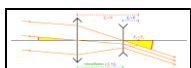





7. A Newton-féle távcsövek tükröit eredetileg fémből készítették, de a nagyobb távcsövek tükröi nagyon súlyosak voltak. A másik problémát az jelentette, hogy a fém felülete idővel oxidálódott, az oxidréteg lecsiszolása azonban megváltoztatta a tükör alakját is. 1859-ben Léon *Foucault* (1819–1868) francia fizikus javasolta, hogy a távcsőtükröt üvegből készítsék, és a felületét ezüsttel vonják be. Az üveg sűrűsége ugyanis lényegesen kisebb, mint az addig használt fémeké. A másik előny, hogy ha az ilyen tükör fényvisszaverő rétege oxidálódik, kémiai módszerrel leoldják, majd új réteget visznek fel, de nincs szükség új csiszolásra. Napjainkban ezüst helyett alumíniumot használnak tükröző réteggént. Az alumíniumot vákuumban történő elpárologtatással és *deszublímációval* viszik fel az üveg felületére. (Videók távcsőtükrök felújításáról: <https://www.youtube.com/watch?v=lkBgQaJVKjc> (*Hale Telescope*, USA) és <https://www.youtube.com/watch?v=h4FBKbNY258> (*ESO Very Large Telescope*, Chile), illetve az az üveg alumíniumréteggel történő bevonásról: <https://www.youtube.com/watch?v=nWKnGUuCL1w>.)

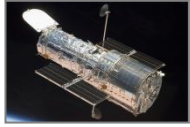
7. Az első (kétlencsés) *mikroszkópot* Zacharias *Jansen* (1580 körül–1632 körül) holland szemüveggészítő készítette 1595-ben.



## Képek jegyzéke

	<p><b>Rajz a leképezési törvény levezetéséhez (valódi kép)</b>          © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0645.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0645.svg</a></p>
	<p><b>Rajz a leképezési törvény levezetéséhez (valódi kép)</b>          © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0646.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0646.svg</a></p>
	<p><b>Fogorvosi tükör</b>          W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dental_mirror.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dental_mirror.jpg</a></p>
	<p><b>Kozmetikai tükör</b>          © <a href="http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0767.jpg">http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0767.jpg</a></p>
	<p><b>Közlekedési tükör (domború tükör)</b>          © <a href="http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1055.jpg">http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1055.jpg</a>  <i>Videó:</i>          © <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5bw4uYrmFkw">https://www.youtube.com/watch?v=5bw4uYrmFkw</a></p>
	<p><b>Egyszerű nagyító</b>          © <a href="http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0311.jpg">http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0311.jpg</a></p>
	<p><b>A fényképezőgép működési elve</b>          © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0647.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0647.svg</a></p>
	<p><b>Az emberi szem vázlatos rajza</b>          © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0648.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0648.svg</a></p>

	<p><b>A Kepler-féle távcső elvi rajza</b></p> <p>© <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0649.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0649.svg</a></p>
	<p><b>Csillagászati célokra használt Kepler-féle távcső</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Takahashi_TSA-102S_refractor.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Takahashi_TSA-102S_refractor.jpg</a></p>
	<p><b>A Newton-féle távcső elvi rajza</b></p> <p>© <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0650.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0650.svg</a></p>
	<p><b>A Galilei-féle távcső elvi rajza</b></p> <p>© <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0651.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0651.svg</a></p>
	<p><b>Fényképezőgép változtatható fókusztávolságú objektívvel</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EOS_650D.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EOS_650D.jpg</a></p>
	<p><b>Távcső (teleszkóp) kihúzható csővel</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luneta,_Instituto_Histórico_e_Geográfico_de_Vila_Velha_(0026_A_1).png">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luneta,_Instituto_Histórico_e_Geográfico_de_Vila_Velha_(0026_A_1).png</a></p>
	<p><b>Prizmás távcső</b></p> <p>© <a href="http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0312.jpg">http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0312.jpg</a></p>
	<p><b>Galilei két eredeti távcsöve (Firenze, Museo Galileo)</b></p> <p>W <a href="File:Galileo_galilei,_telescopi_del_1609-10_ca..JPG">File:Galileo_galilei,_telescopi_del_1609-10_ca..JPG</a></p>
	<p><b>Newton távcsövének másolata (Whipple Museum, Cambridge)</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NewtonsTelescopeReplica.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NewtonsTelescopeReplica.jpg</a></p>



## A Hubble-űrtávcső

**W** [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble\\_2009\\_close-up.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble_2009_close-up.jpg)

### *Jelmagyarázat:*

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W** A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.