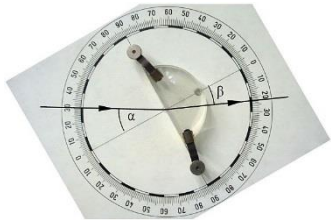


FÉNYTAN

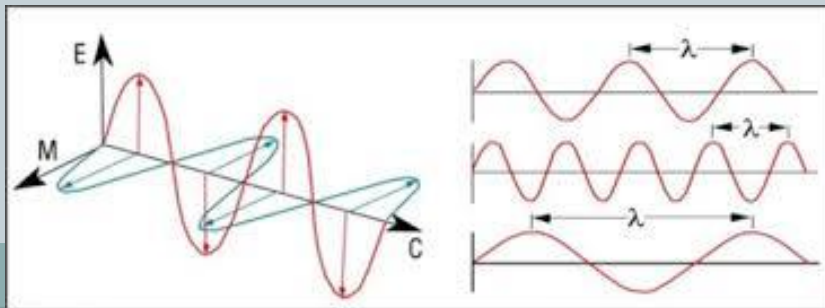
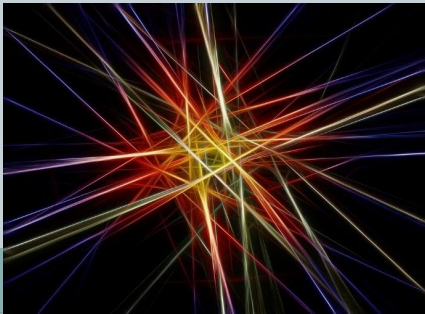


A fénytán (optika) a fényjelenségekkel és a fény terjedési törvényeivel foglalkozik.

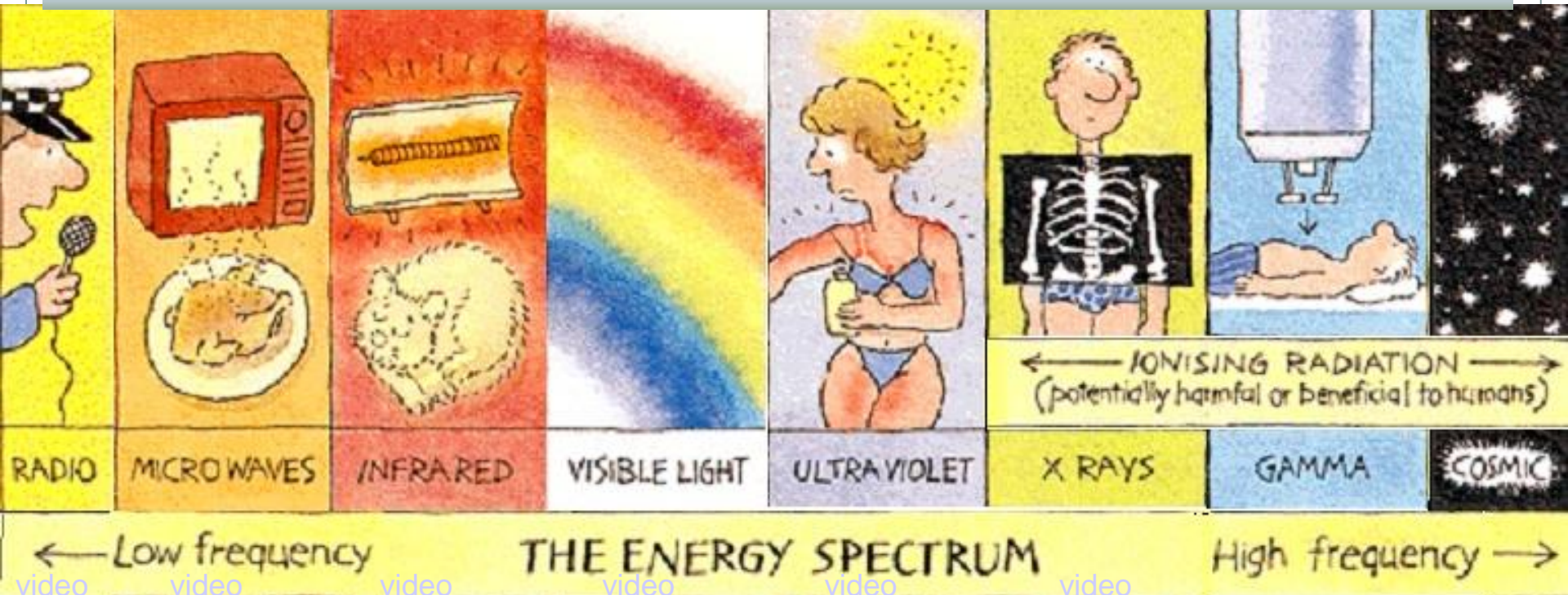


A geometriai optika egyszerű modell, amely a fény terjedését a fényforrásból minden irányba kilépő **fénysugarakkal szemlélteti.**

Fizikai optika (hullámoptika) fény hullám illetve részecske természetével foglalkozik.



A fény elektromágneses hullám



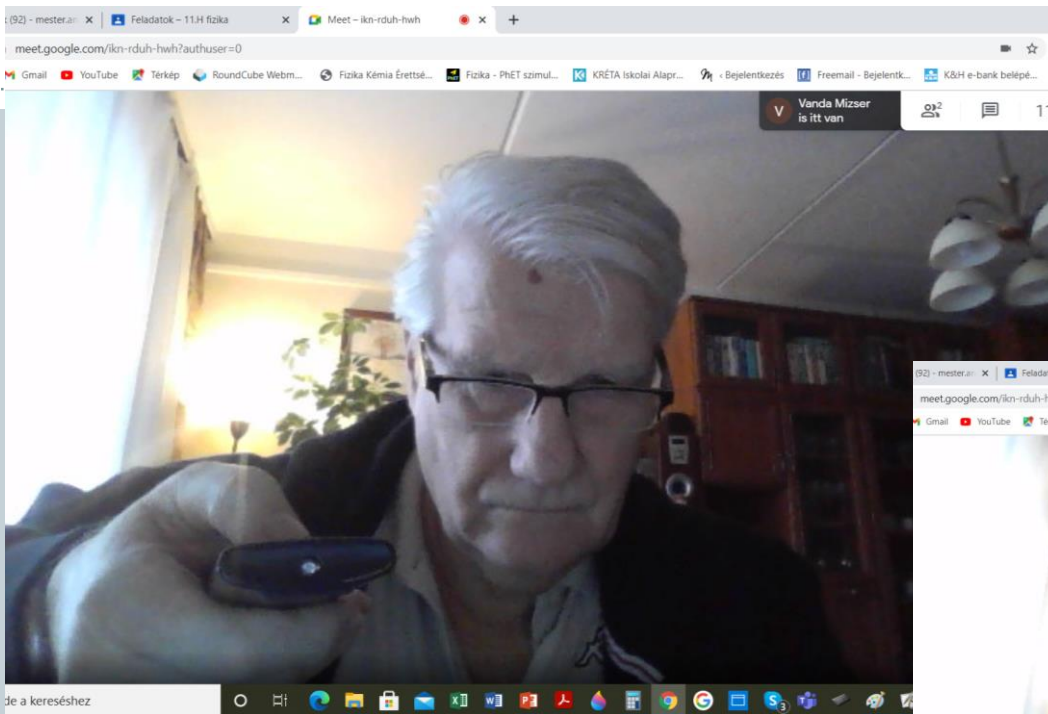
Elektromágneses hullámok spektruma

A röntgensugarak láthatatlan elektromágneses hullámok. A hullámhosszuk sokkal rövidebb mint a látható fényé.

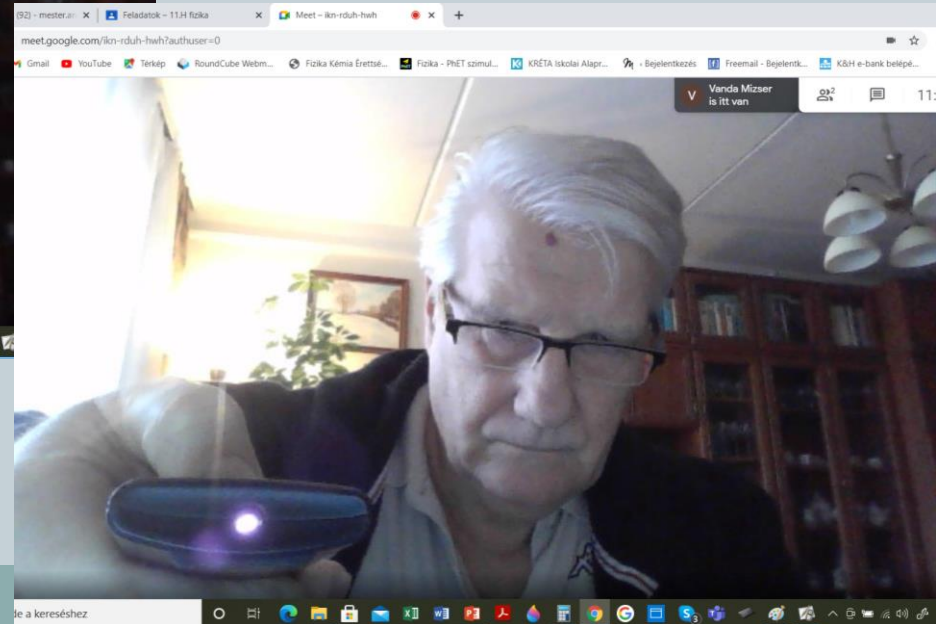
Látható fény: $3,7 \cdot 10^{14} \dots 8,1 \cdot 10^{14}$ Hz

Röntgensugarak: $8,1 \cdot 10^{15} \dots 5 \cdot 10^{19}$ Hz

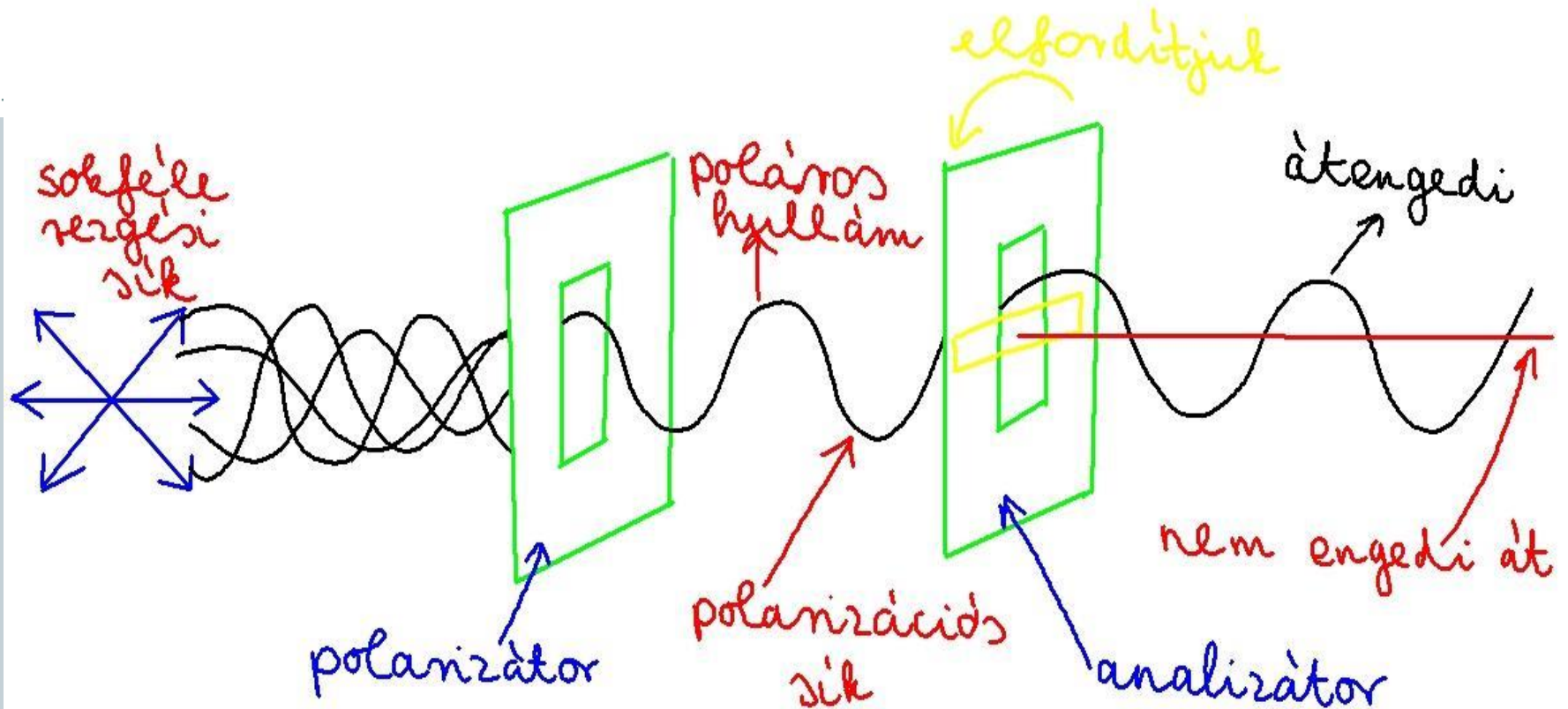
A videokamera és a telefon kamerája segítségével láthatóvá tehetők az infravörös sugarak



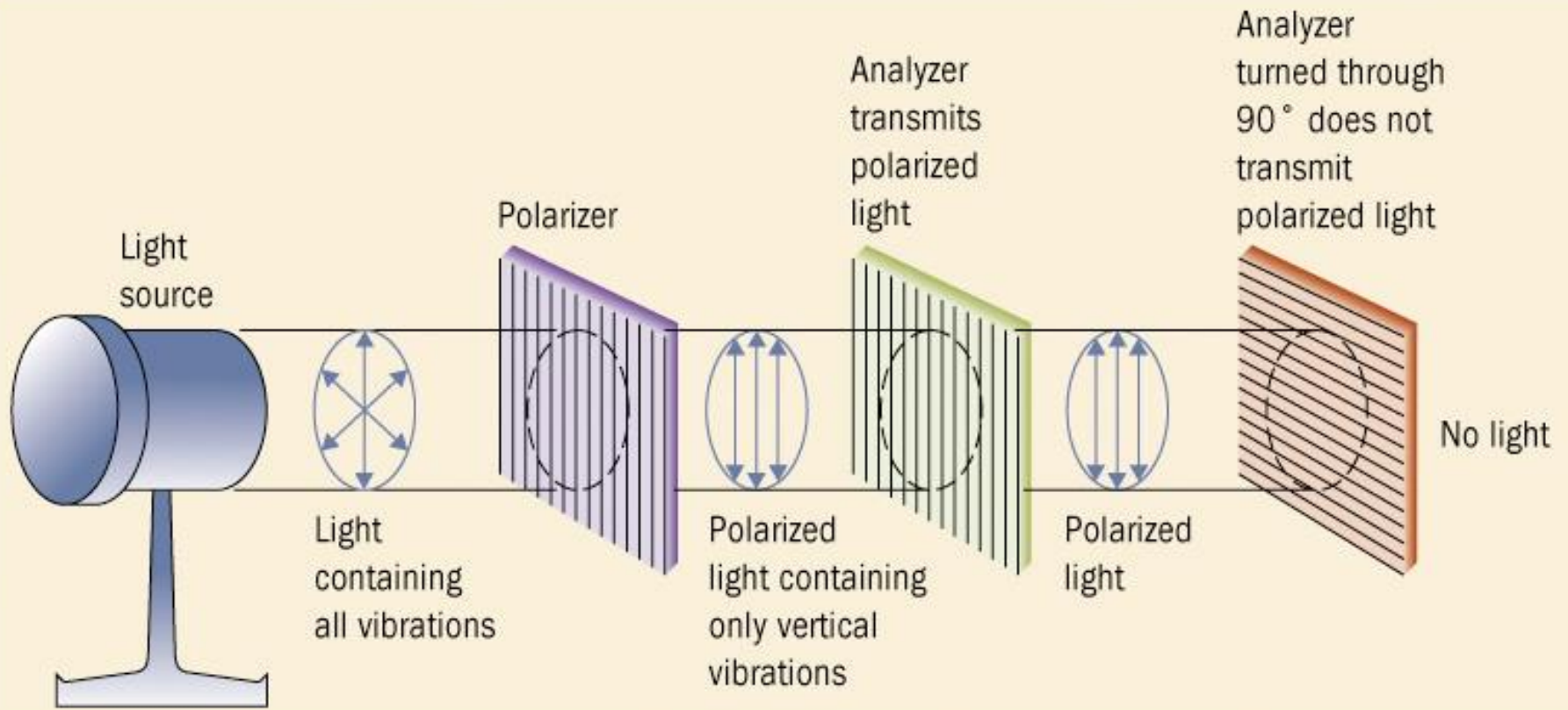
Távirányító infravörös sugarainak megjelenítése.



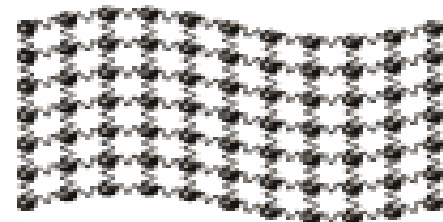
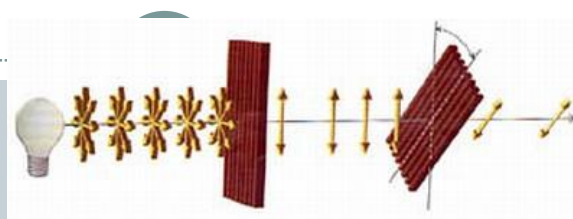
Hullámok polarizációja



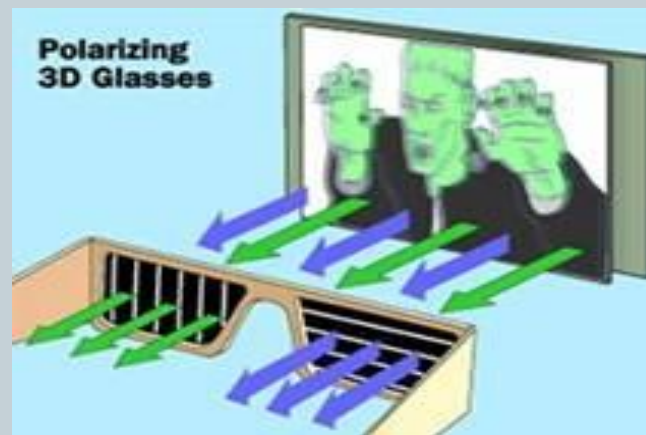
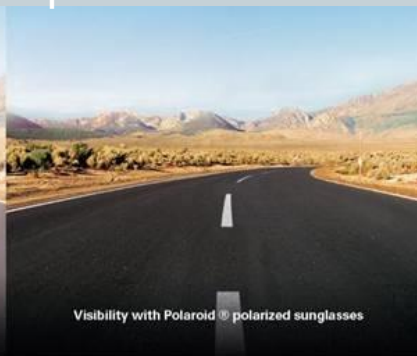
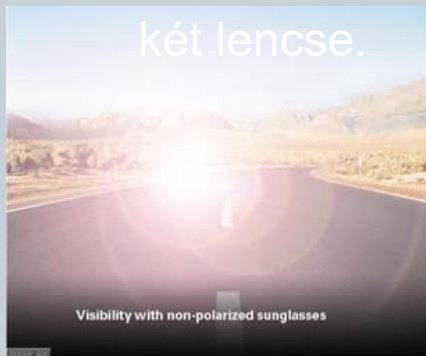
A fény transzverzális hullám. Fény polarizáció



Polárszűrős szemüveg, napszemüveg



Azonos módon polarizál a két lencse.



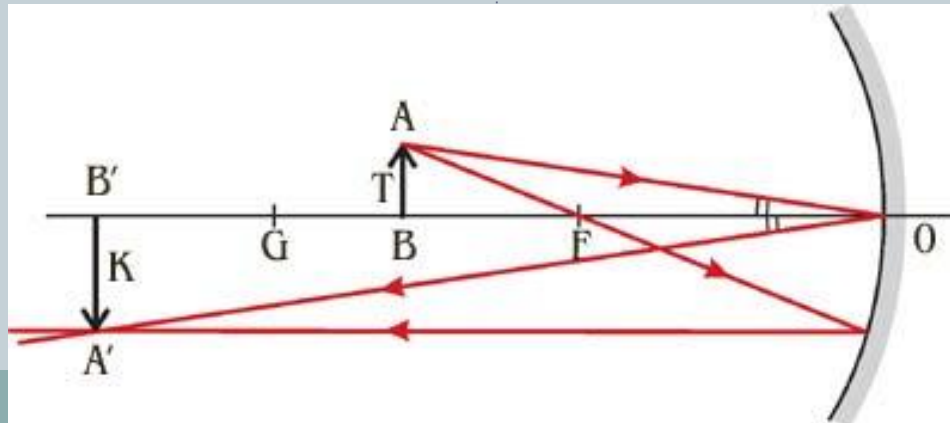
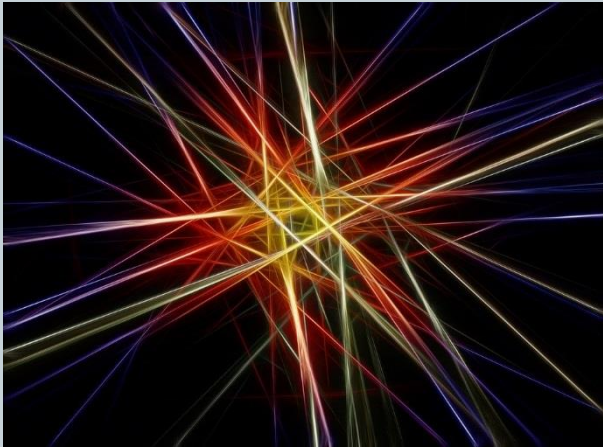
A fény terjedése



- A fény a levegőben (és az egyenletes sűrűségű anyagokban) **egyenes vonalban terjed.**
- A fény **transzverzális elektromágneses hullám.** Polarizálható.
- Terjedési sebessége vákuumban $c=3 \cdot 10^8$ m/s. *Ez olyan nagy sebesség, hogy a fény egy másodperc alatt hét és félszer kerülné meg a Földet.*
- **Optikailag sűrűbbnek** nevezzük két közeg közül azt a közeget, amelyben a fény **lassabban terjed.**
- Ha a test nem átlátszó, mögé nem jut fény, így **árnyék keletkezik.**
- **Egy tárgyat akkor látunk, ha az általa kibocsátott vagy a róla visszavert fény a szemünkbe jut.**

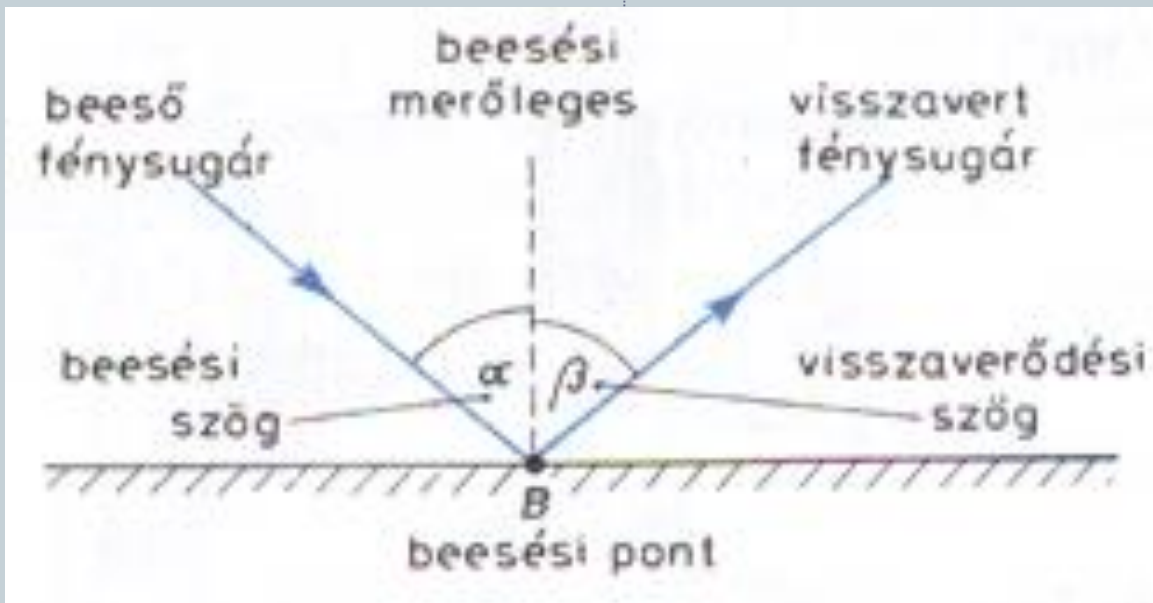
Geometriai optika

A **geometriai optika** egyszerű modell, amely a fény terjedését a fényforrásból minden irányba kilépő **fénysugarakkal** írja le.



Fényvisszaverődés törvénye

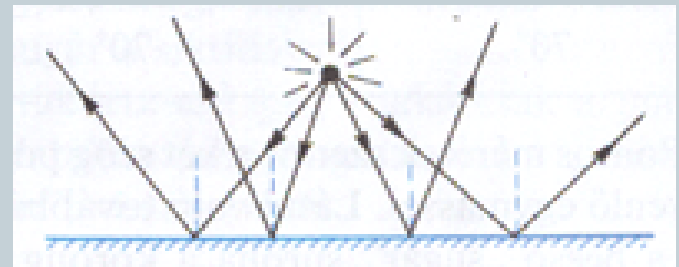
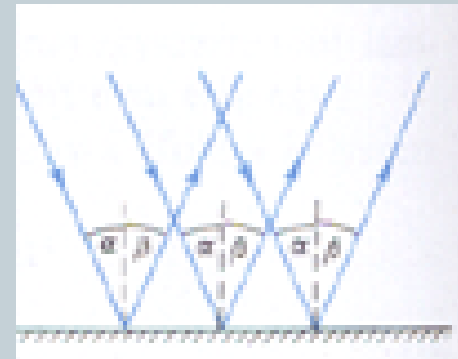
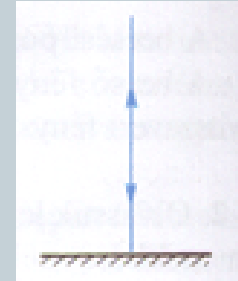
- A mérések, megfigyelések alapján kimondhatjuk a fényvisszaverődés törvényét:
 - a.) A visszaverődési szög mindig ugyanakkora, mint a beesési szög.
 - b.) A beeső sugár, a beesési merőleges és a visszavert sugár egy síkban van.



Síktükör



- A tükört merőlegesen érő fénysugár **önmagában verődik vissza.**
- A síktükörre párhuzamosan eső fénysugarak a **visszaverődés után is párhuzamosak**
- A síktükörre eső széttartó fénysugarak a visszaverődés után is **széttartóak maradnak.**

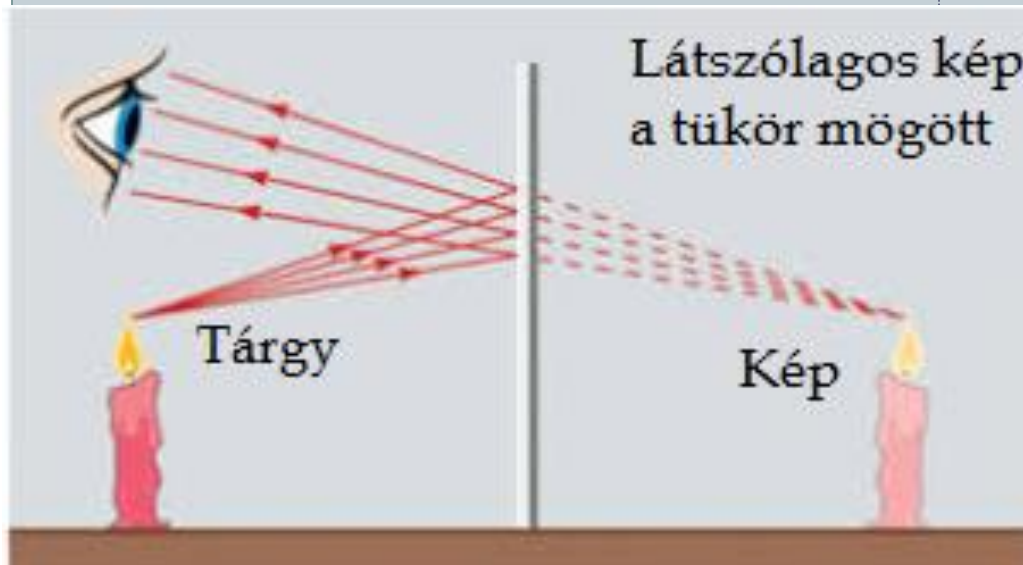


Síktükör



A megfigyelések alapján a síktükör által létrehozott kép:

- **látszólagos (virtuális)** (a tükörképet a tükör mögött látjuk, ahova nem jut fény, mert a tükör visszaveri, így ernyőn nem fogható).
- **egyenes állású** (a tárgyjal megegyező állású),
- **kép nagysága (K) megegyezik a tárgy nagyságával (T), $K = T$** (a tárgyjal egyenlő nagyságú),
- **kép távolsága(k) megegyezik a tárgy távolsággal(t), $k = t$** (ugyanolyan messze van a tükörtől, mint a tárgy).



Gömbtükrök

Domború tükör



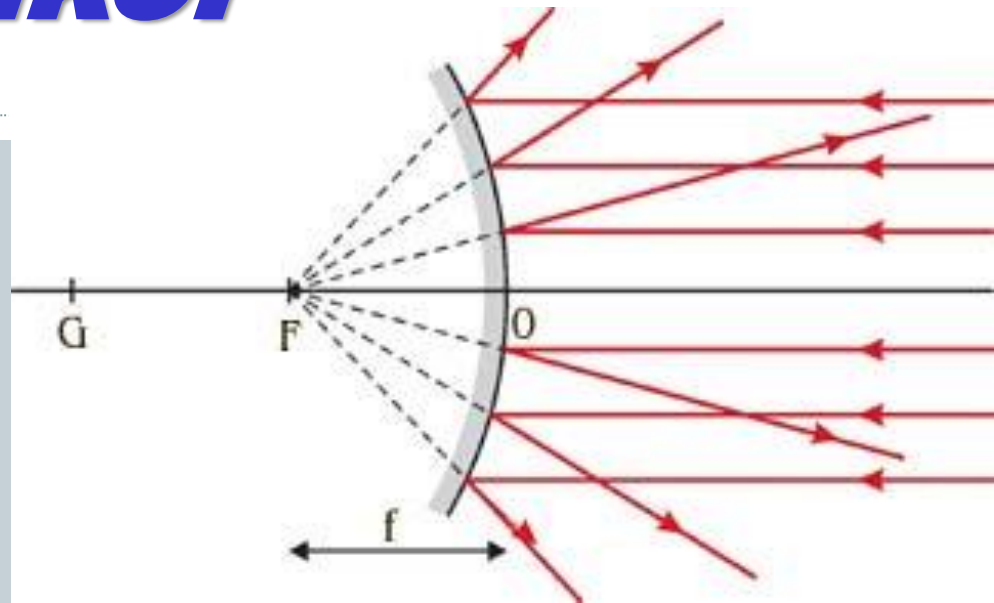
Homorú tükör



A close-up photograph of a car's side-view mirror. The mirror is black and has a warning message printed on it. The reflection in the mirror shows a road with a white car in the distance, with mountains in the background. The sky is a pale blue, suggesting dusk or dawn. The mirror is slightly curved, and the reflection is distorted. The warning message is written in a bold, sans-serif font.

OBJECTS IN MIRROR ARE CLOSER
THAN THEY APPEAR

Domború tükör

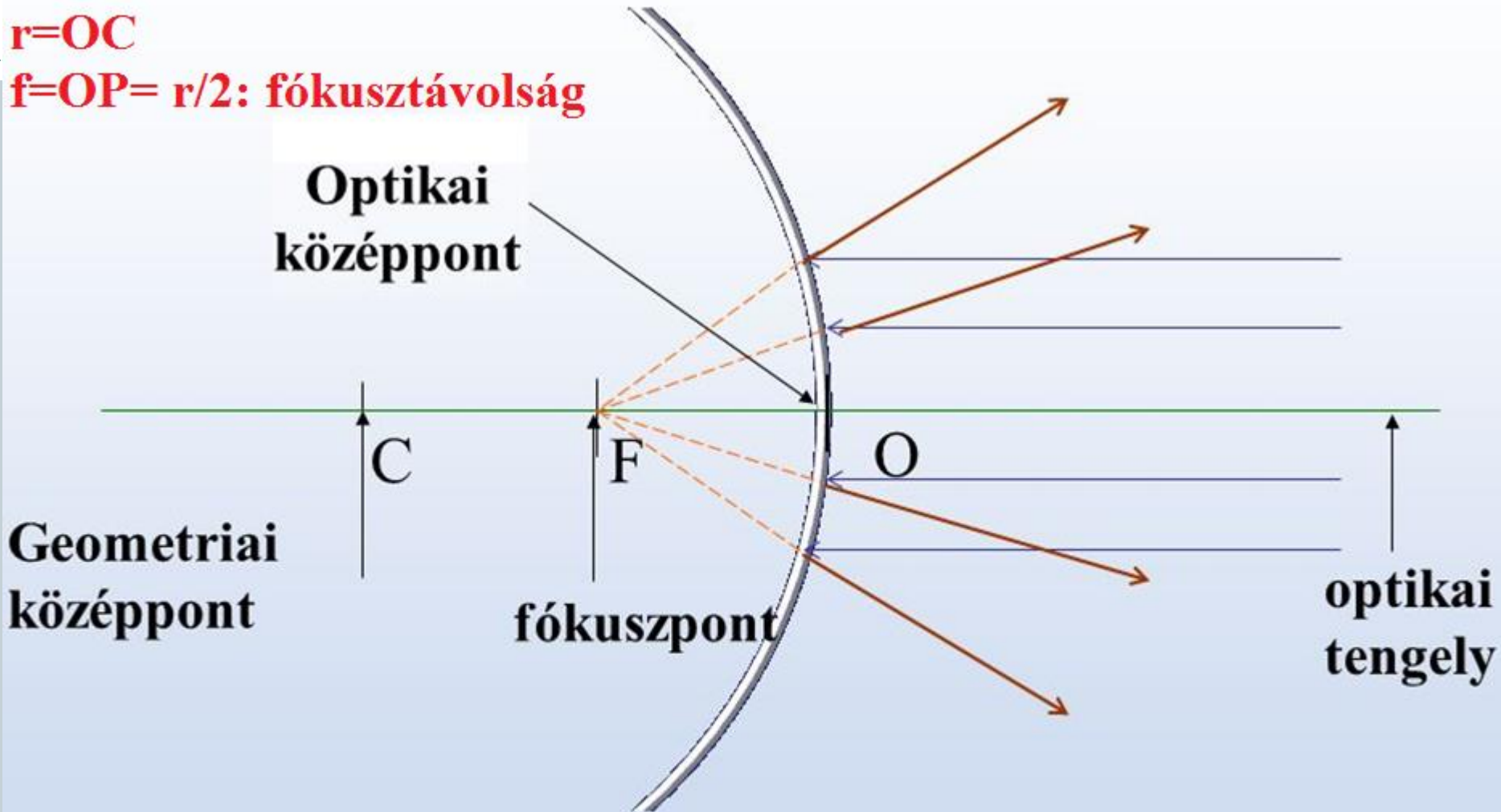


- Ha a visszavert sugarakat meghosszabbítjuk a tükör mögött, azok egy pontban metszik egymást. A fénytani tengellyel párhuzamosan beeső sugarak a domború tükörről visszaverődve **úgy haladnak, mintha egy tükör mögötti pontból indulnának ki.**
- Domború tükörnél a visszavert sugarak **csak látszólag indulnak ki a fókuszpontból**, ezért ezt látszólagos gyújtópontnak nevezzük.

Domború tükör (alapfogalmak)

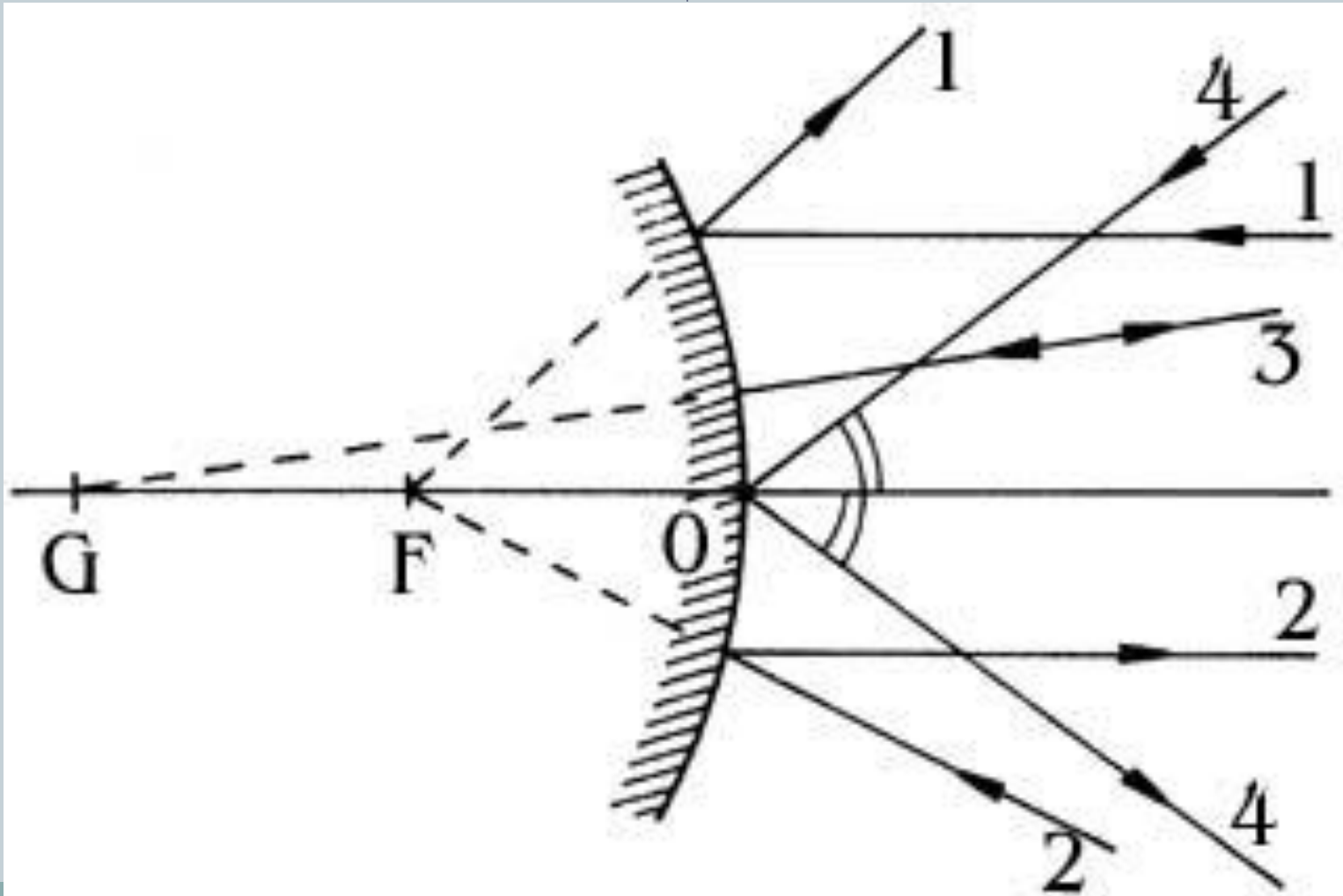
$$r=OC$$

$$f=OP= r/2: \text{fókusz távolság}$$

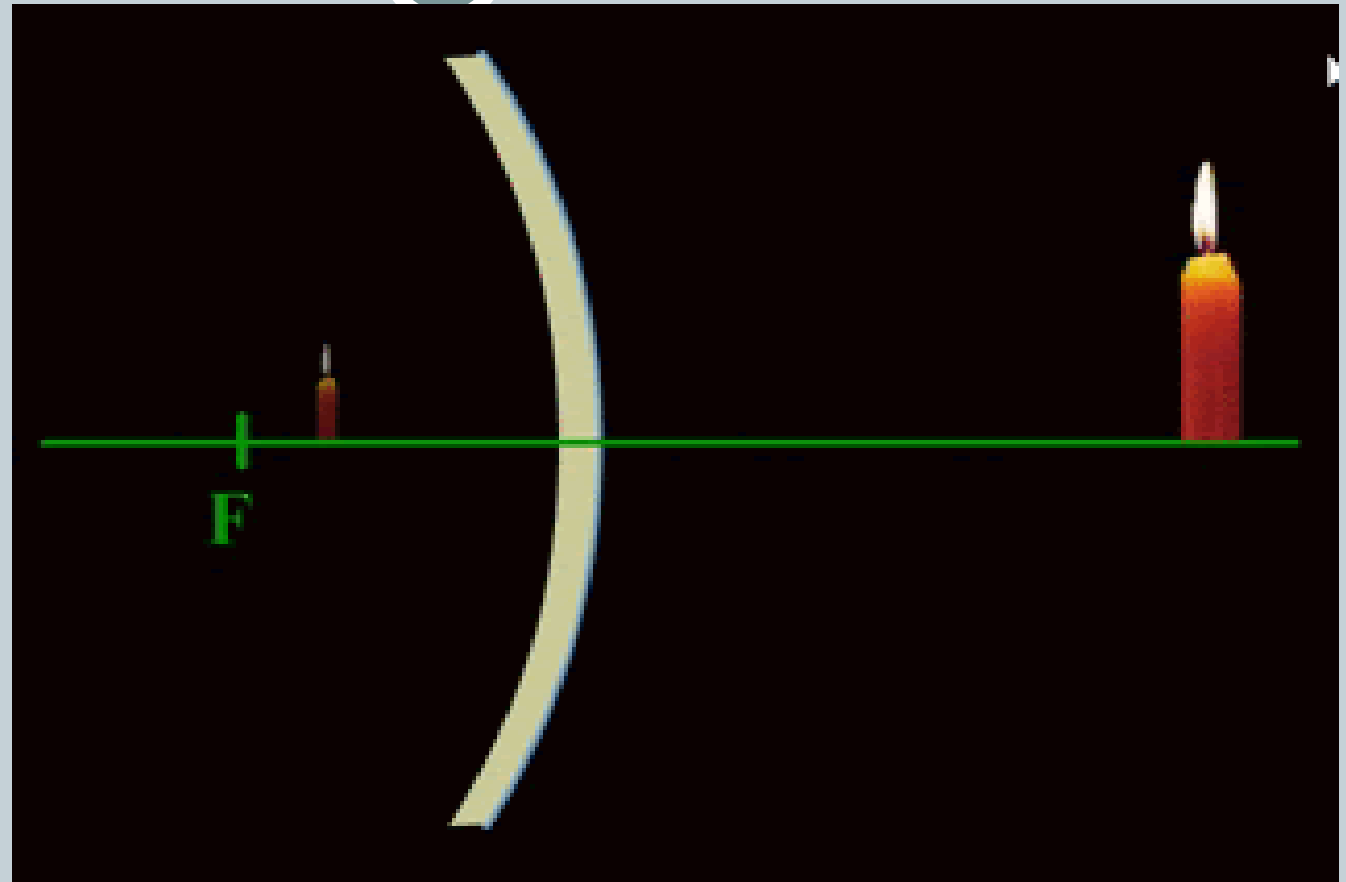
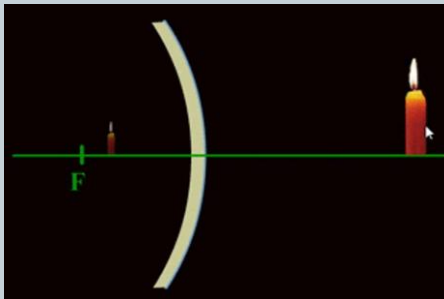
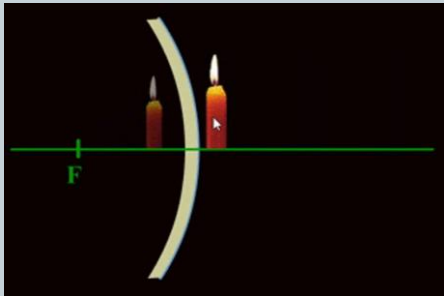


A párhuzamos fénynyaláb a domború tükrön való visszaverődés után széttartó nyaláb lesz.

Domború tükör (nevezetes sugarak)



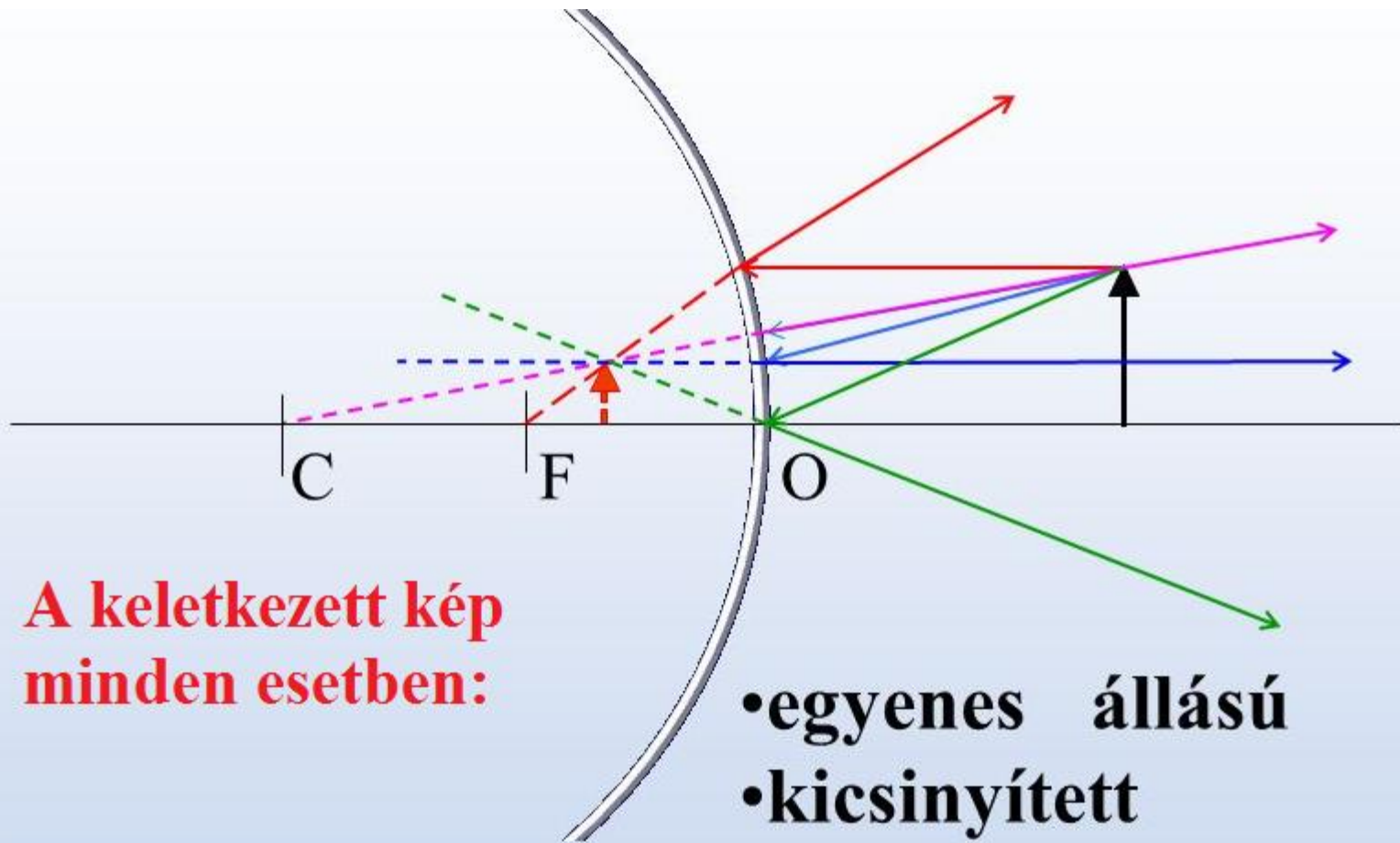
Domború tükör képképződése



animáció

A tárgy helyzetétől függetlenül a domború tükör mindig egyenes állású, kicsinyített, látszólagos, képet alkot.

Domború tükör képképzése



A keletkezett kép minden esetben:

- egyenes állású
- kicsinyített
- látszólagos
- kép a tükör mögött

Homorú tükör



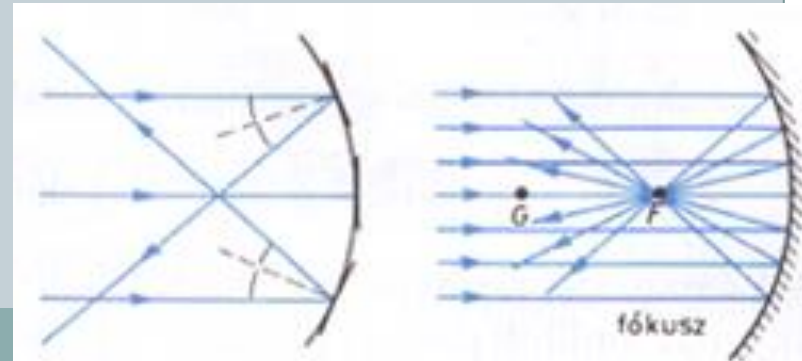
Homorú tükör

Ha a gömbtükör belülről nézve tükör, akkor homorú tükörről beszélünk.

A tükör pereme kör alakú, és gyakran beszélünk a tükör középpontjáról. A domború tükörhöz hasonlóan meg kell különböztetni:

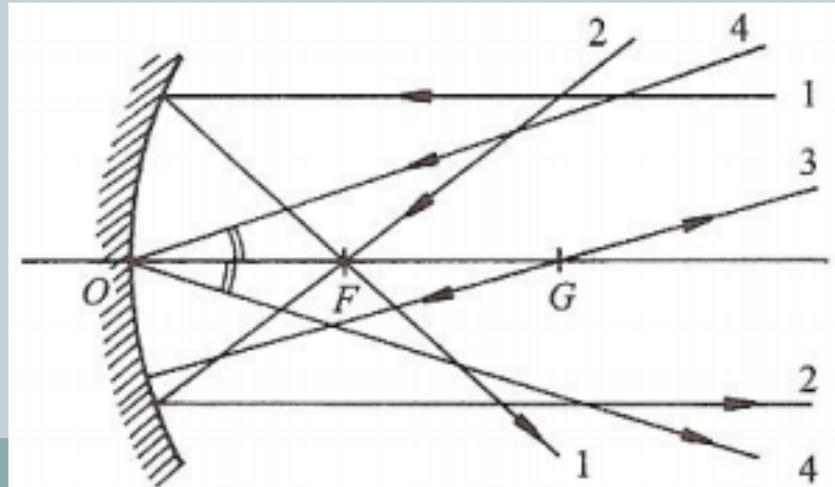
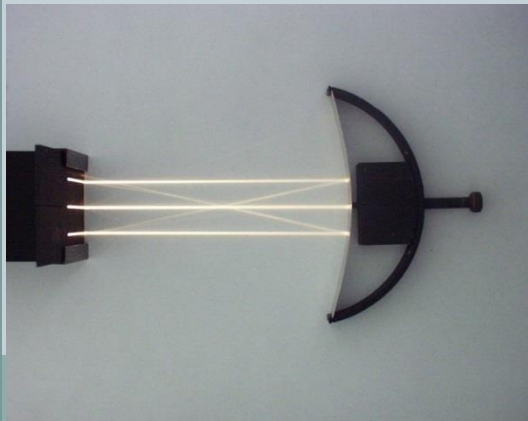
a **geometriai középpontot (G)** és a **fénytani középpontot (O)**. A kettőt összekötő egyenes a tükör **optikai tengelye**. O és G távolsága a **gömb sugara (r)**.

A homorú tükörre párhuzamosan eső sugarak a visszaverődés után **összetartóvá válnak**.

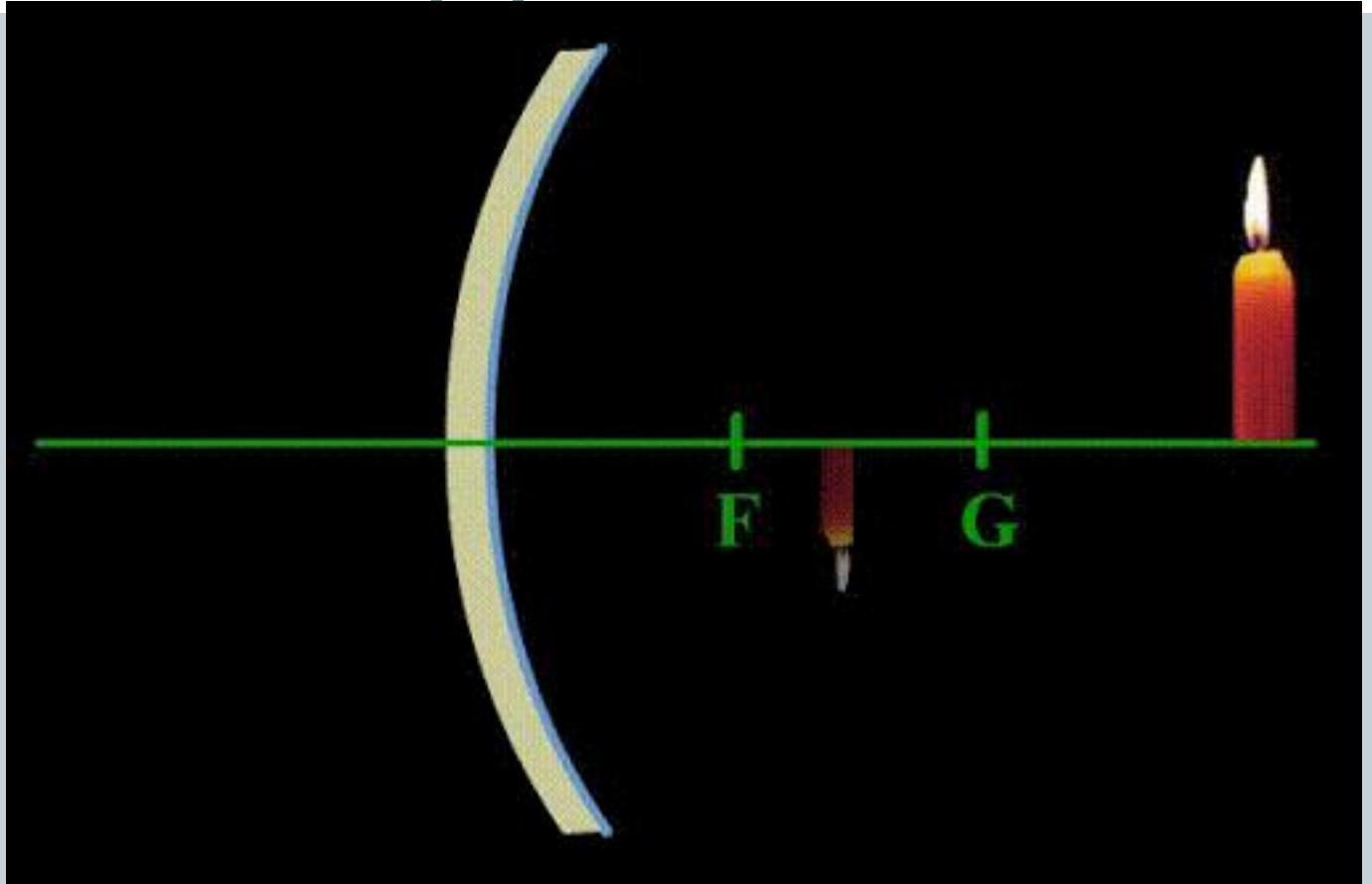
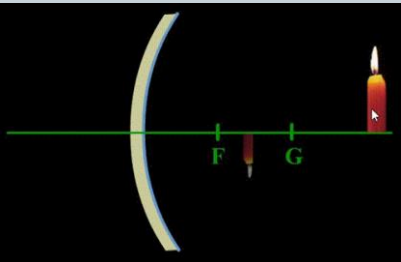
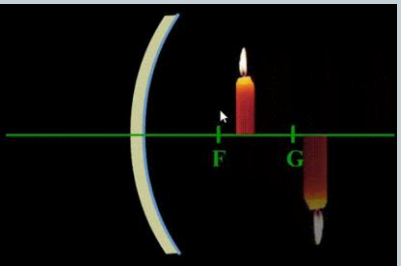
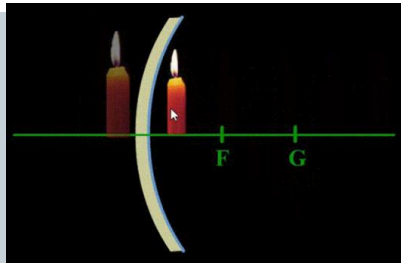


Homorú tükör (nevezetes sugarak)

- A homorú tükörre az optikai tengellyel párhuzamosan eső sugarak visszaverődés után a fókuszponton haladnak keresztül.
- A fókusztávolság a gömbi sugár fele (mint a domború tükörnél). A homorú tükör esetében a visszavert sugarak valóban átmennek a fókuszponton, ezért ezt **valóságos gyújtópontnak** nevezzük.
- A homorú tükör a fókuszpontjából (gyújtópont) érkező fénysugarakat párhuzamosan veri vissza.
- *Látható, hogy a két sugármenet éppen egymás megfordítottja. Tükrök esetében ez mindig így van.*



Homorú tükör képalkotása



animáció

A homorú tükör akkor alkot **egyenes állású, látszólagos képet**, amikor a tárgy a fókuszon belül van. Egyéb esetben **valódi, fordított állású képet** hoz létre.

Homorú tükör



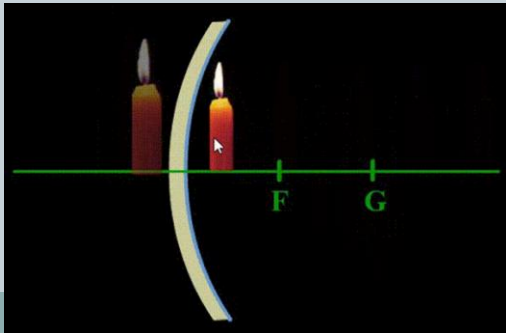
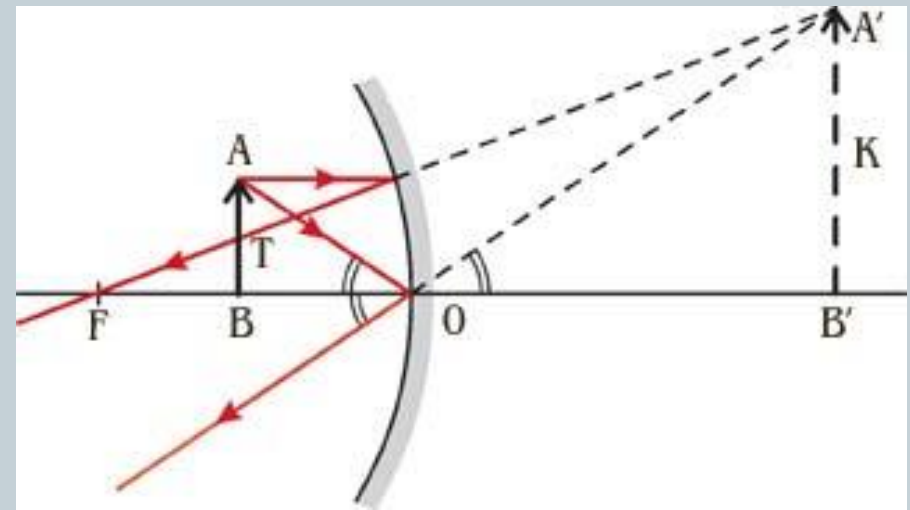
Ha a tárgy a homorú tükör fókusztávolságán belül van, akkor egyenes állású nagyított látszólagos képet alkot. Ezt használják ki a kozmetikai tükrüknél és a fogorvosok tükréinél.

Homorú tükör képződése ($t < f$)

Ha a tárgy a fókuszponton belül van akkor a

kép:

- a) látszólagos (tükör mögött keletkezik)
- b) tárggyal megegyező állású
- c) nagyított

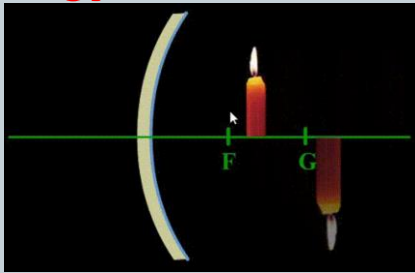


Homorú tükör képződése ($t > f$)

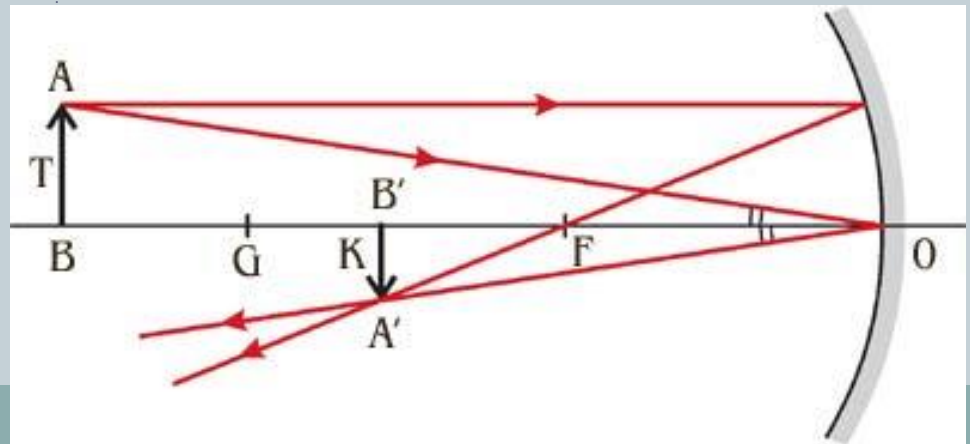
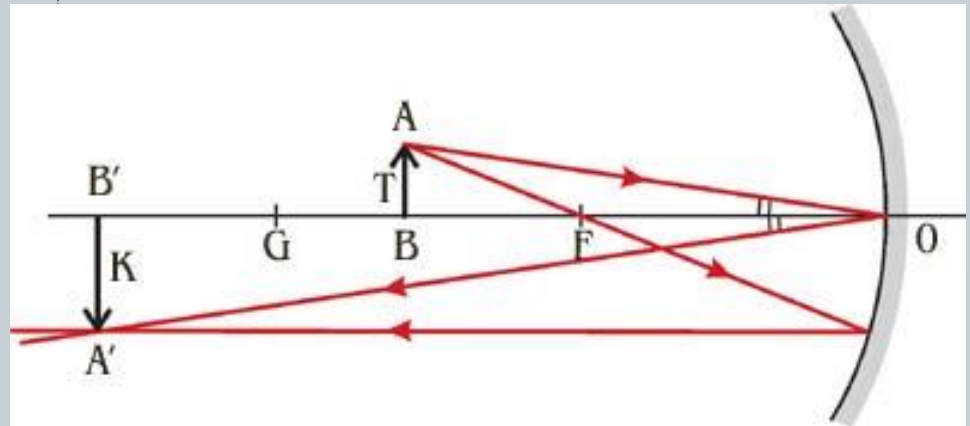
Ha a tárgy a fókuszponton kívül van akkor a kép:

- a) **valódi** (ernyőn felfogható)
- b) **fordított állású**

c) **nagyított** (ha $f < t < 2f$)



d) **kicsinyített** (ha $2f < t$)

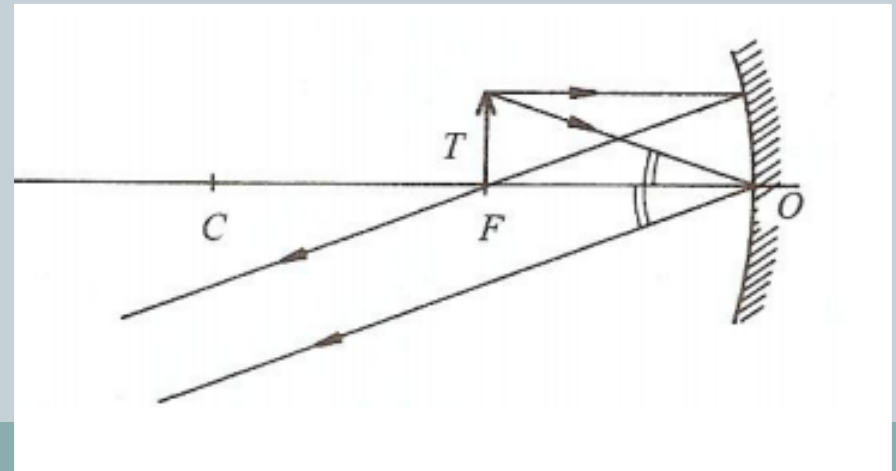
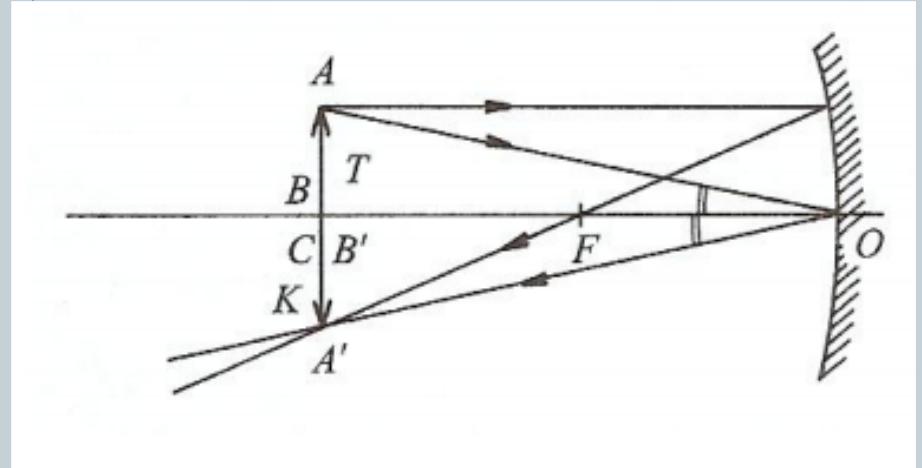


Homorú tükör képképzése (speciális esetek)

Ha a **tárgy a geometriai középpontban** van, akkor a kép is a geometriai középpontban keletkezik. A **kép:**

- a) **valódi**
- b) **fordított állású**
- c) **nagyítása $N = 1$**

A **fókuszpontban lévő tárgyról** a homorú gömbtükör **nem alkot képet.**



Gömbtükrök leképezési törvénye

f: fókusz távolság

k: képtávolság

t: tárgytávolság

N: nagyítás

K: képnagyság

T: tárgynagyság

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

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

Előjelek a számításoknál

- t és T minden esetben pozitív
- r és f homorú tükör esetén **pozitív**, **domború tükörnél negatív**
- k és K valamint N valódi kép esetén **pozitív**, **látszólagos kép esetén negatív**

Feladat: Egy homorú tükör görbületi sugara 80 cm. Mekkora és milyen nagyítású képet alkot a tükör előtt 60 cm-re lévő 5 cm magas tárgyról.

Adatok:

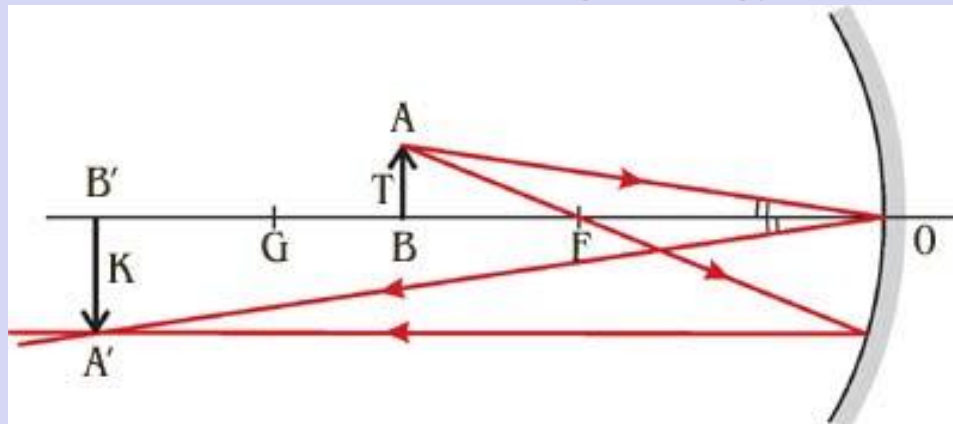
$$t = 60 \text{ cm}$$

$$T = 5 \text{ cm}$$

$$\underline{r = 80 \text{ cm}, f = 40 \text{ cm}}$$

$$K = ?$$

$$N = ?$$



$$\frac{1}{k} = \frac{1}{40} - \frac{1}{60}$$

$$\mathbf{k = 120 \text{ cm}}$$

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

$$\mathbf{K = N \cdot T = 2 \cdot 5 \text{ cm} = 10 \text{ cm}}$$

$$\mathbf{K = 10 \text{ cm}}$$

Képtávolság 120 cm, a nagyítás 2, a kép nagysága 10 cm.

Képletek:

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

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



Feladat: Mekkora a nagyítása annak a domború tükörnek, melytől a tárgyat 40 cm távolságban helyeztük el? A fókusztávolság 20 cm.

Adatok:

$$t = 40 \text{ cm}$$

$$f = \underline{-20 \text{ cm}}$$

$$k = ?$$

Számítás:

$$\frac{1}{40} + \frac{1}{k} = -\frac{1}{20}$$

Képletek:

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

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

A fókusztávolság domború tükörnél negatív!

A látszólagos kép harmad akkora lesz, mint a tárgy.

$$\frac{1}{k} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{k} = -\frac{3}{40}$$

$$k = -\frac{40}{3} \text{ cm}$$

$$N = \frac{-\frac{40}{3}}{40} = -\frac{1}{3}$$

Feladat (z.13.76)

Egy homorú tükör fókusztávolsága 15 cm, és a tárgyról kétszeres nagyítású valódi képet alkot.

- Mekkora a tárgy és képtávolság?
- Készítsünk a ábrát a megoldásról!

$$f = 15 \text{ cm}$$

$$N = 2$$

$$k = ?$$

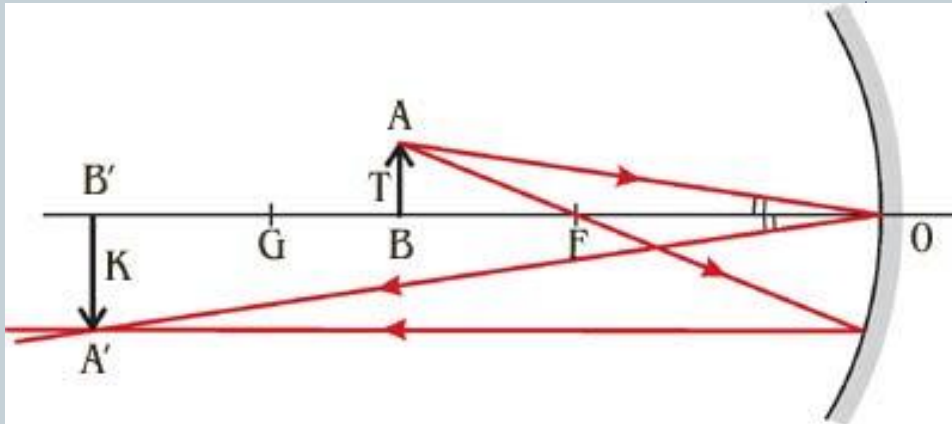
$$t = ?$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{2t}$$

egyenlet megoldása:

$$t = 22,5 \text{ cm}$$

$$k = 45 \text{ cm}$$



Feladat (z.13.81)

Egy homorú tükör fókusztávolsága 12,5 cm. A tárgy és képe közötti távolság 10 cm.

a) Mekkora a nagyítás, ha a kép valódi és kicsinyített?

b) Készítsünk a ábrát a megoldásról!

$$f = 12,5 \text{ cm}$$

$$t - k = 10 \text{ cm}$$

$$N = ?$$

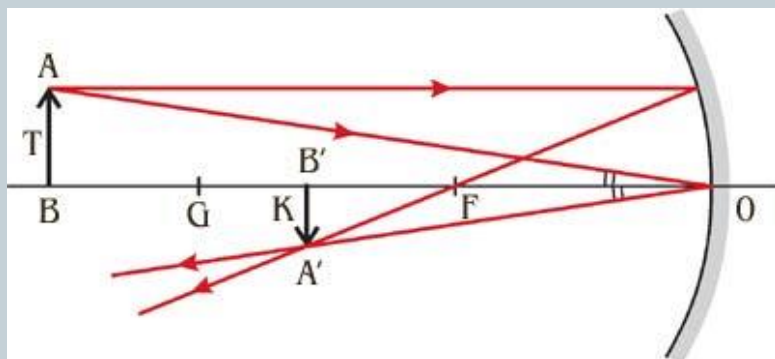
$$\frac{1}{12,5} = \frac{1}{10 + k} + \frac{1}{k}$$

egyenlet megoldása:

$$k_1 = 20,96 \text{ cm}$$

$$t = 30,96 \text{ cm}$$

$$N = 0,677$$



Részletes megoldás a következő két dián.

- Egy homorú tükör fókusztávolsága 12,5 cm. A tárgy és képe közötti távolság 10 cm.
- a) Mekkora a nagyítás, ha a kép valódi és kicsinyített?
- b) Készítsünk a ábrát a megoldásról!

Adatok:

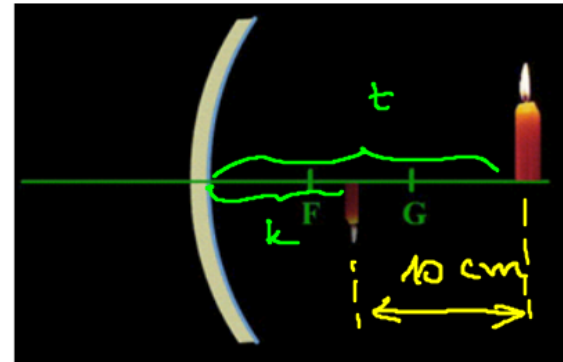
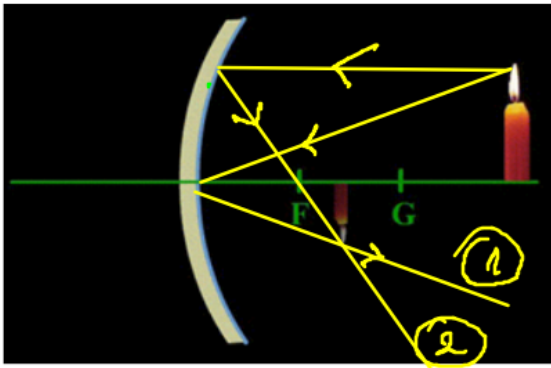
$$f = 12,5 \text{ cm}$$

$$t - k = 10 \text{ cm}$$

$$N = ?$$

Mivel valódi képet alkot a tükör a kép a tárgyhöz hasonlóan a tükör előtt lesz.

Mivel kicsinyített a kép a tárgy a kétszeres fókuszson kívül kell, hogy legyen. (lásd prezentáció Homorú tükör képalkotás)



A feladat szerint a tárgy és kép közötti távolság 10 cm.
Az ábra alapján $t - k = 10 \text{ cm}$.

Exámplos :

$$f = 12,5 \text{ cm}$$

$$t - k = 10 \text{ cm} \Rightarrow t = 10 + k$$

$$N = ?$$

A nagysághoz
meg kell határozni
 k és t nagyságát!

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

$$\frac{1}{12,5} = \frac{1}{10+k} + \frac{1}{k}$$

Ezt az egyenletet
kell megoldani!

Maték: közös nevezőre hozás után:

$$\frac{1}{12,5} = \frac{k}{(10+k)k} + \frac{10+k}{(10+k)k}$$

⋮

$$\frac{1}{12,5} = \frac{2k+10}{(10+k)k} \quad | \cdot 12,5 \cdot (10+k)k$$

$$(10+k)k = 12,5(2k+10)$$

$$k^2 + 10k = 25k + 125$$

$$k^2 - 15k - 125 = 0$$

$$k_1 = 20,96 \text{ cm}$$

~~$k_2 = -5,96$~~ nem létező a kép

$$t = 10 + k = 30,96 \text{ cm}$$

$$N = \frac{k}{t} = \frac{20,96}{30,96} = 0,677$$