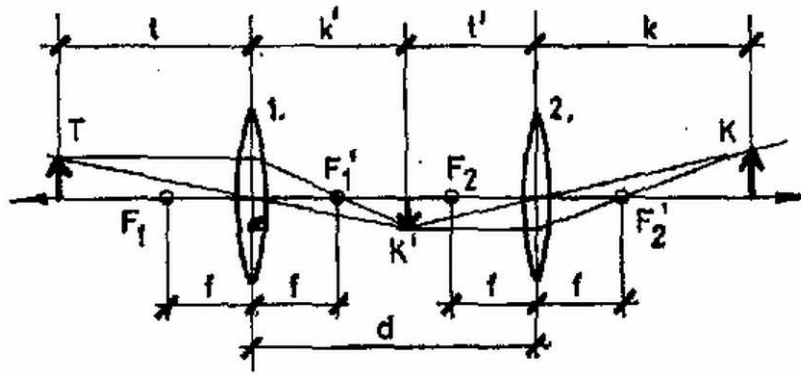


Tekintsük az 1. ábrán vázolt esetet!



1. ábra

Az 1. lencse által alkotott képet a 2. lencse újból leképezi. Az ismert lencse-törvény szerint

$$(1a) \quad (1/f) = (1/t) + (1/k'),$$

$$(1b) \quad (1/f) = (1/t') + (1/k),$$

valamint az ábráról leolvasható, hogy

$$(1c) \quad k' + t' = d.$$

Az (1a)–(1c) egyenletekből k' -t és t' -t kiküszöbölve kapjuk:

$$(2a) \quad \left[k - \frac{f(d-f)}{d-2f} \right] \left[t - \frac{f(d-f)}{d-2f} \right] = \left(\frac{f^2}{d-2f} \right)^2.$$

Ha az 1. ábrán vázolt helyzettel ellentétben $k' > d$, akkor K' (az első lencse által a tárgyról kapott kép) a 2. lencse számára virtuális tárgy. Egyszerűen végiggondolható azonban, hogy k és t között ebben az esetben is a (2a) összefüggés érvényes. Ezzel a feladat első részét megoldottuk.

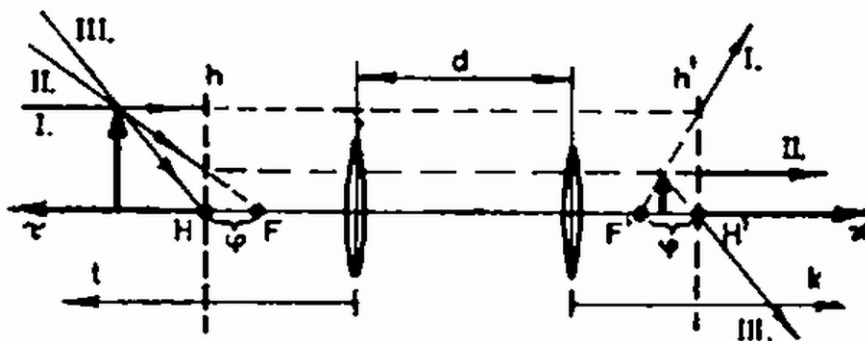
Vizsgáljuk meg ezután a kétlencsés rendszerünk leképezését leíró (2a) egyenletet! Leolvasható, hogy $t = \infty$ esetén

$$(3a) \quad k = \frac{f(d-f)}{d-2f},$$

$k = \infty$ esetén pedig

$$(3b) \quad t = \frac{f(d-f)}{d-2f},$$

vagyis az optikai tengellyel párhuzamos fénysugarak (vagy meghosszabbításaik) a rendszer (3a), (3b) által jellemzett F , ill. F' fókuszpontján haladnak át (2. ábra).



2. ábra

A (2a) képletet egyszerűbb alakra hozhatjuk, ha bevezetjük a következő jelöléseket:

$$(4a) \quad \tau = t - \frac{fd}{d-2f},$$

$$(4b) \quad \kappa = k - \frac{fd}{d-2f},$$

$$(4c) \quad \varphi = -\frac{f^2}{d-2f}.$$

Ezeket (2a)-ba helyettesítve kapjuk (Newton-formula):

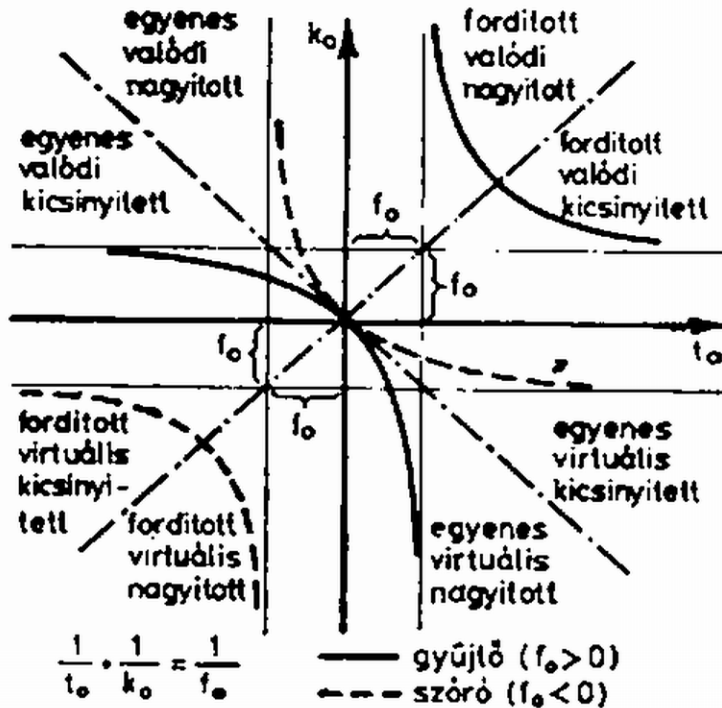
$$(2b) \quad (\tau - \varphi)(\kappa - \varphi) = \varphi^2,$$

vagy másképpen:

$$(2c) \quad (1/\tau) + (1/\kappa) = (1/\varphi).$$

Látjuk tehát, hogy ha a tárgy- és képtávolságot (valamint a φ fókusz-távolságot) az optikai tengely $H\left(t = \frac{fd}{d-2f}\right)$, ill. $H'\left(k = \frac{fd}{d-2f}\right)$ **főpontjain** átmenő, az optikai tengelyre merőleges h , ill. h' **fősíktól** mérjük (2. ábra), akkor optikai rendszerünk, viselkedését a vékony lencsénél megismert, (1a) alakú egyszerű (2c) egyenlet írja le. [L. Az optikai feladatok megoldásáról c. cikket, KML 64. (1982) 33. oldal.]

A fősíkok használatával a képszerkesztés is nagyon hasonló a vékony lencsénél megszokotthoz, ezt illusztrálja a három fő sugármenet felhasználásával a 2. ábra.



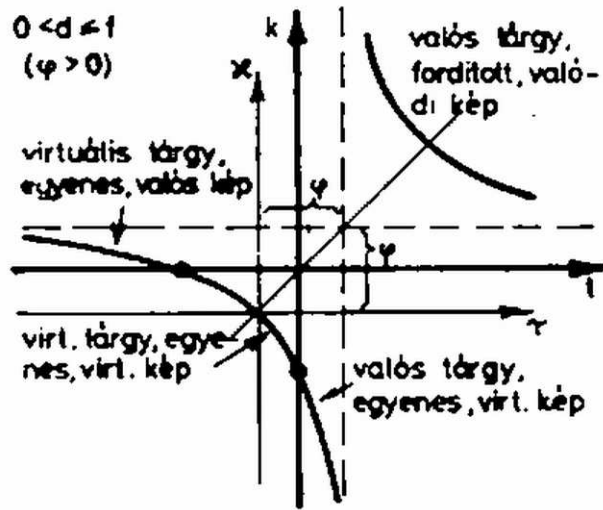
3. ábra

Egy *vékony lencse* képalkotását tekinthetjük át a 3. ábrán, amelyen a koordináta-tengelyek és a velük 45° -os szöget bezáró, az origón átmenő egyenesek által határolt síknyolcadokban futó görbe szakaszokhoz tartozó kép jellemzőit tüntettük fel. (Az adott lenesére vonatkozó adatokat f_0 , k_0 , t_0 -lal jelöltük.)

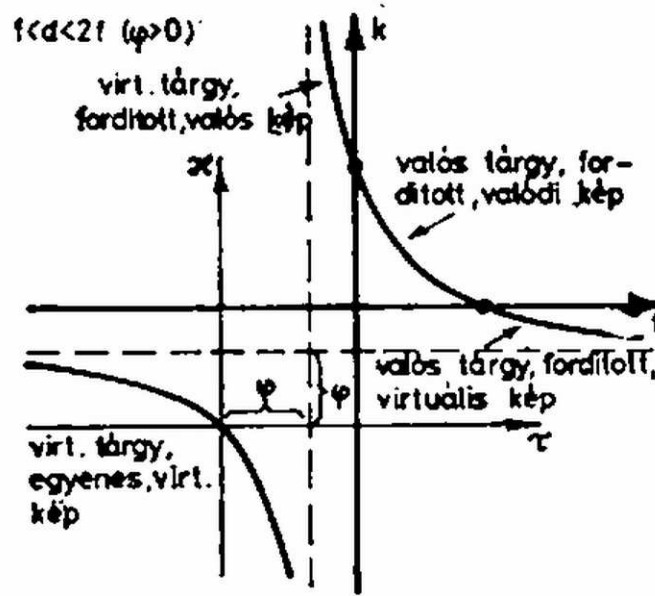
Bár formailag (2c) is egy vékony lencse leképezését írja le, lényeges különbség az, hogy $\kappa < 0$ ($\tau < 0$) nem feltétlenül virtuális (ernyőn fel nem fogható) képet (tárgyat) jelent, hanem csak azt, hogy a kép (tárgy) a fő sík mögött van. (Egy ideális vékony lencse két fő síkjá egybeesik.) Hogy egy adott κ (ill. τ) értékhez tartozó kép (ill. tárgy) látszólagos vagy sem, azt k (ill. t) előjelének a (4a), (4b) alapján történő vizsgálatával dönthetjük el.

A 4., 5., 6., 7. ábrán a d paraméter különböző értékei mellett ábrázoltuk kétlencsés rendszerünk esetében az összetartozó tárgy- és képtávolságokat mind a $(\tau; \kappa)$ [(2c) egyenlet], mind pedig a $(t; k)$ [(2a) egyenlet] koordináta-rendszerben. [A két koordináta-rendszer egymáshoz viszonyított helyzetét a (4a), (4b) egyenletek jellemzik.]

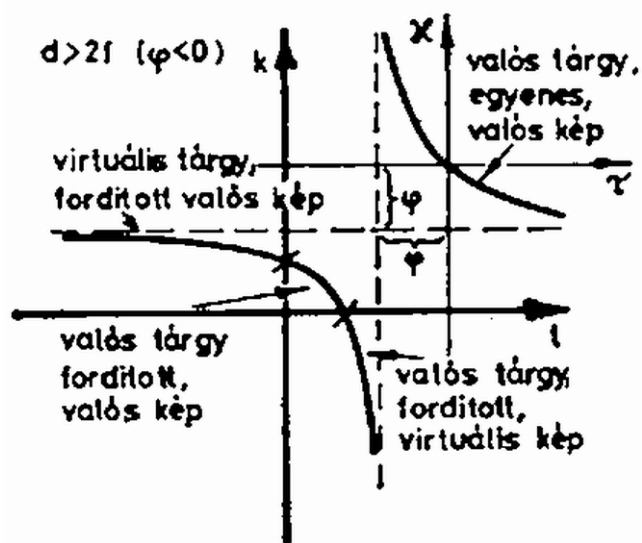
Az ábrákról k és t előjelét leolvastva adódik, hogy a kép, ill. tárgy valódi vagy virtuális-e. A 3. ábra alapján a keletkező kép állását határozhatjuk meg.



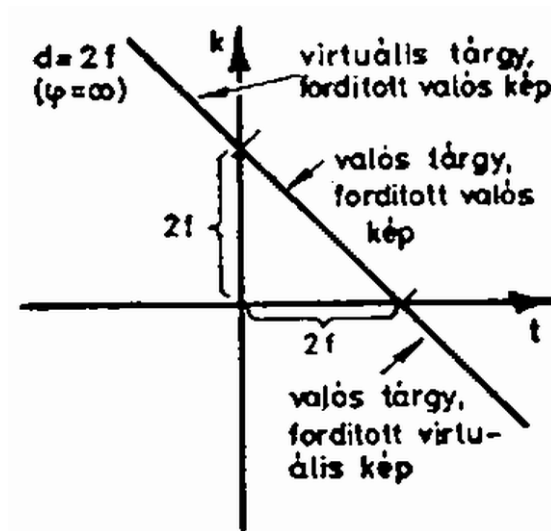
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

Az ábrákra az egyes görbeszakaszok mellé odaírtuk a keletkező kép jellemzőit. Külön érdemes szólni a $d = 2f$ esetről (7. ábra). Az így felépített kétlencsés rendszer az ún. Kepler-távcső. Ennek a rendszernek a fókuszpontjai és főtávolságai a végtelenben vannak, és – pl. képszerkesztéssel – könnyen belátható, hogy mindig fordított állású és – esetünkben – 1 : 1 nagyítású képet kapunk.

Végül $d = 0$ esetén egy közönséges $f/2$ gyújtótávolságú vékony lencsét kapunk, amelynek képalkotása jól ismert.