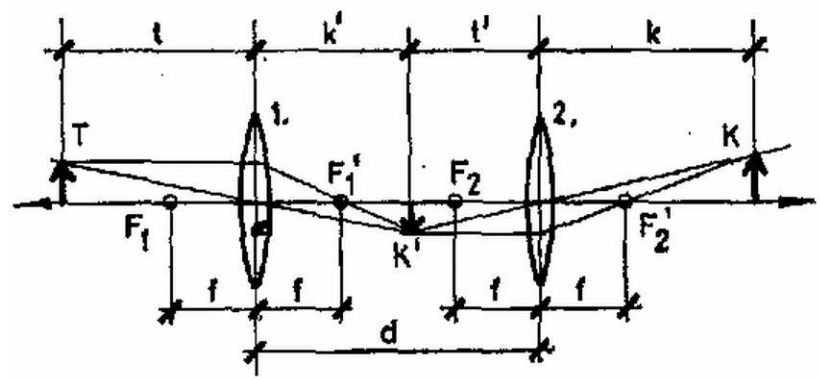
Tekintsük az 1. ábrán vázolt esetet!



1. ábra

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

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

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

valamint az ábráról leolvasható, hogy

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

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

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

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.

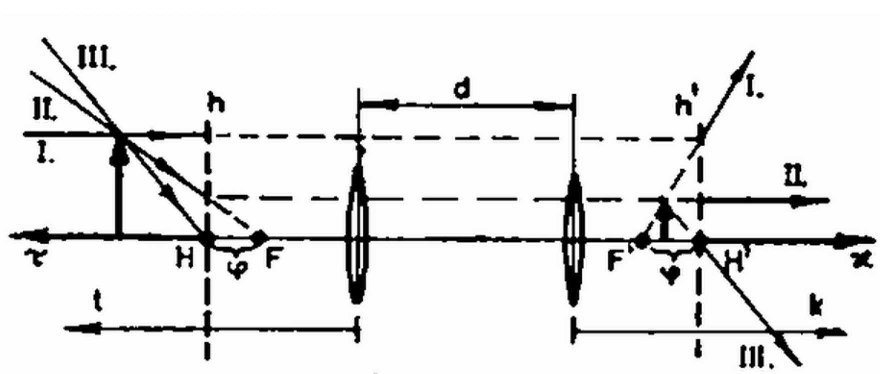
Vizsgáljuk meg ezután a kétlencsés rendszerünk leképezését leíró (2a) egyenletet! Leolvasható, hogy $t=\infty$ esetén

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

$k=\infty$ esetén pedig

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

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) $$\tau=t-\frac{fd}{d-2f},$$

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

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

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

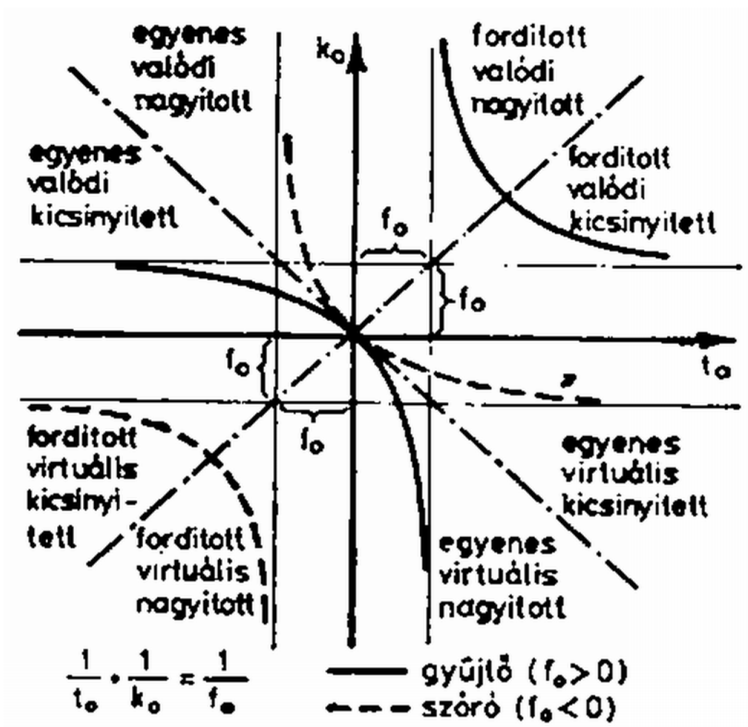
(2b)
$$(\tau - \varphi)(\kappa - \varphi) = \varphi^2,$$

vagy másképpen:

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

Látjuk tehát, hogy ha a tárgy- és képtávolságot (valamint a φ fókusz-távolságot) az optikai tengely $H\Big(t = \dfrac{fd}{d-2f}\Big)$, ill. $H'\Big(k = \dfrac{fd}{d-2f}\Big)$ **főpontjain** átmenő, az optikai tengelyre merőleges h, ill. h' **fősíkoktól** mérjük (2. ábra), akkor optikai rendszerünk, viselkedését a vékony lencséknél 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.



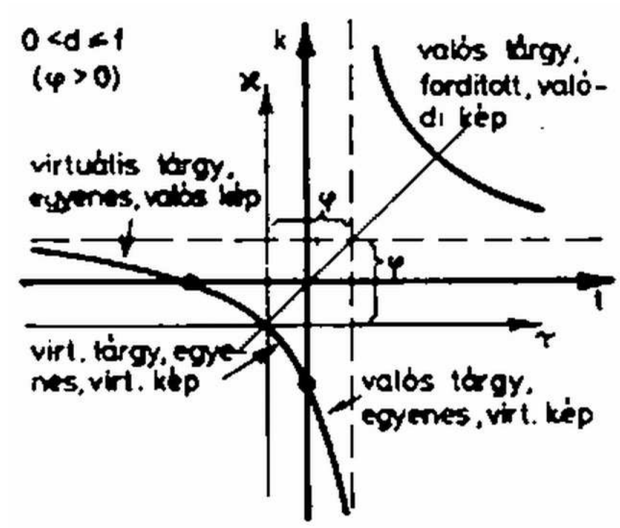
3. ábra

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.)

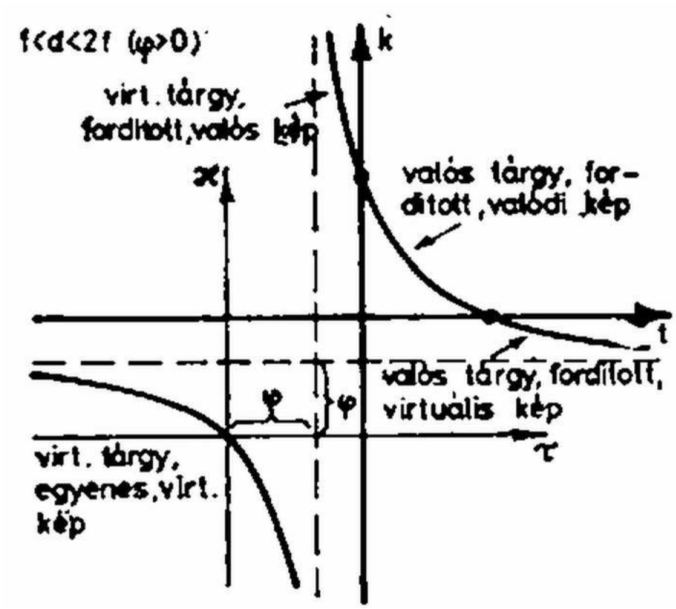
Bár formailag (2c) is egy vékony lencse leképezését írja le, lényeges különbség az, hogy $\kappa < 0 (\tau < 0)$ nem feltétlenül virtuális (ernyőn fel nem fogható) képet (tárgyat) jelent, hanem csak azt, hogy a kép (tárgy) a fősík mögött van. (Egy ideális vékony lencse két fősíkja egybeesik.) Hogy egy 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 $(\tau; \kappa)$ $\big[$(2c) egyenlet)$\big]$, mind pedig a $(t; k)$ $\big[$(2a) egyenlet)$\big]$ koordináta-rendszerben. $\big[$A két koordináta-rendszer egymáshoz viszonyított helyzetét a (4a), (4b) egyenletek jellemzik.$\big]$

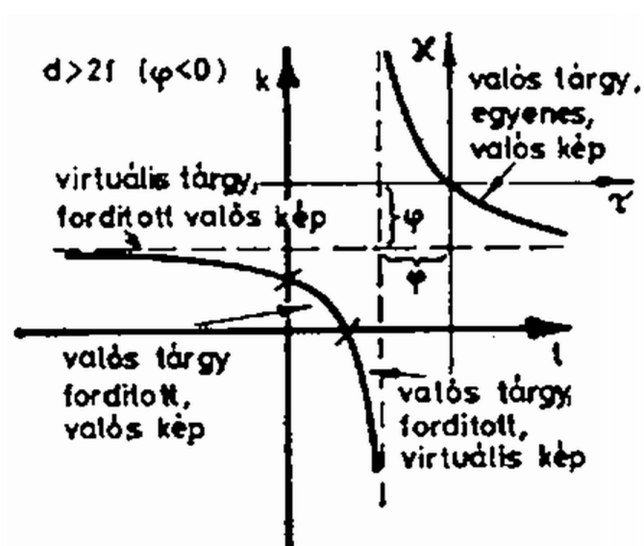
Az ábrákról k és t előjelét leolvasva adódik, hogy a kép, ill. tárgy valódi vagy virtuális-e. A 3. ábra alapján a keletkező kép állását határozhatjuk meg.



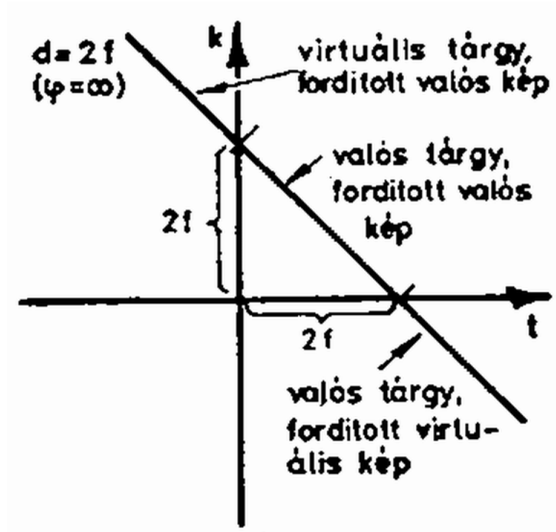
4. ábra



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 fősíkjai 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.