

Távcsőkészítés

Optikai alapfogalmak II.

Két lencse effektív (eredő) fókusza

A gyakorlatban semmilyen lencsét nem használunk önmagában. Még ha csak teleobjektívként, a fókusz síkban fényképezve használjuk távcsövünk lencséjét, akkor is két lencse effektív fókuszában fényképezünk, hiszen egy valamit is érő objektív legalább két lencséből áll. Két lencse eredő fókuszát a következő képlet határozza meg:

$$f_e = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d} \quad (4)$$

f_e az eredő fókusz

f_1, f_2 a rendszert alkotó lencsék fókusza

d a két lencse távolsága

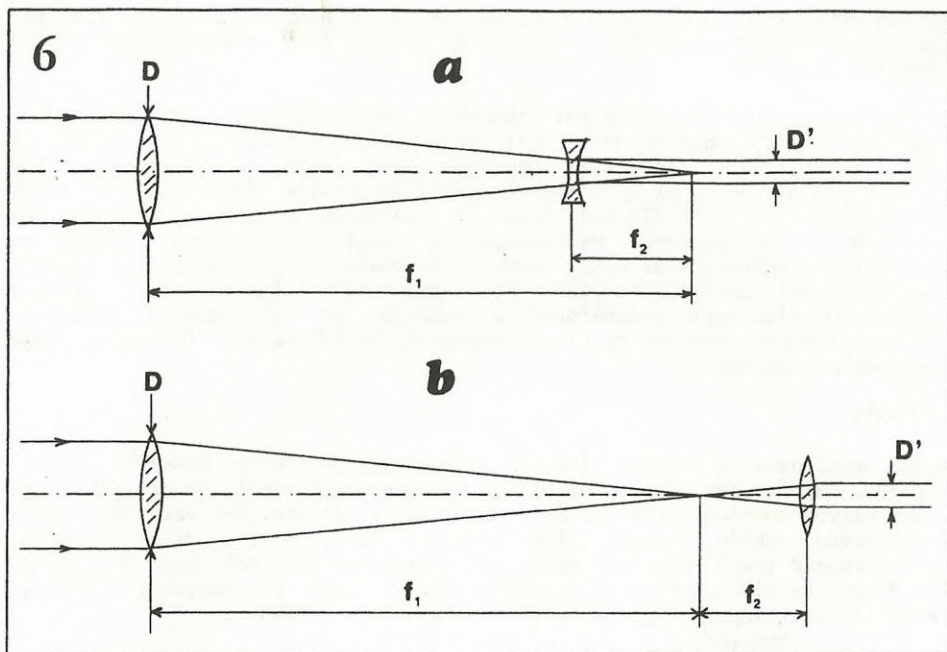
A két lencse és a köztük levő távolság variálásával számtalan optikai rendszer, segédberendezés létrehozható. A (4) képletet tüzetesebben szemügyre véve észrevehetjük, hogy bizonyos esetekben f_e értéke végtelen lesz. Ez akkor következik be, ha a nevező értéke 0, tehát a két lencse fókusz távolságának összege azonos kettejük távolságával. Az ilyen rendszer az első lencsére beeső párhuzamos fénynyalábót a második lencsén való áthaladás után párhuzamos fénynyalábként engedi tovább.

A párhuzamosan kilépő fénynyaláb szemünk számára képként felfogható, még hozzá nagyított képként. A nagyítás aránya nem más, mint a belépő és a kilépő fénynyaláb átmérőjének aránya, ami azonos a két lencse fókusz távolságának arányával.

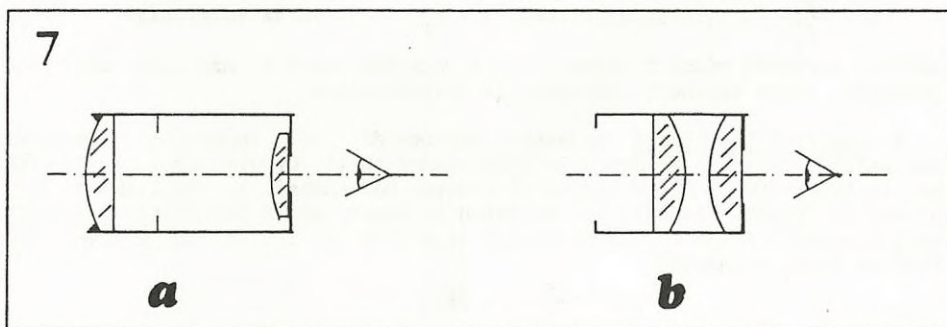
$$\frac{D}{D'} = \frac{f_1}{f_2} = N \quad (5)$$

A 6/a ábrán látható elrendezés nem más, mint a Galilei-féle távcső, amelynek egyenes állású képe van, és negatív f_2 fókuszú okulárja. A 6/b ábrán a Kepler-féle csillagászati távcsövet látjuk, pozitív f_2 fókuszú okulárral; a képállás fordított (a fókuszponton való áthaladás megfordította a képet).

A valóságban az objektív és az okulár külön-külön is többtagú rendszer. Fókusz távolságuk a (4) képlet alapján kiszámítható. Az objektívénél a d értéke gyakorlatilag nulla, a két lencse szorosan illeszkedik egymáshoz, csak egy nagyon vékony légrés vagy átlátszó ragasztóanyag található közöttük. Az egyik tag mindig pozitív, a másik mindig negatív.



A negatív okulár nem túlságosan elterjedt nagyon kis látómezeje miatt. Ma a Galilei-rendszer csak egészen kis nagyítású (2–4x-es) színházi látcsőként használatos. A pozitív okulárok közül a Huygens (7a) és a Ramsden (7b) típusok házilag is elkészíthetők.



A Huygens-féle okulár két síkdomború lencséből áll, melyek domorulata ugyanazon irányba mutat. Az ún. mezőlencse nagyobb átmérőjű, és kb. 2–3-szor hosszabb fókuszu, mint a szem felé eső lencsée. A két lencse ideális távolsága a következő:

$$d = \frac{f_1 + f_2}{2} \quad (6)$$

Az eredő gyújtótávolságot a (4) képlet alapján számoljuk ki. A szemlencse fókuszsíkjaiba fényszűkítő rekeszt helyezünk, ami a mezőlencse szélső zónáját levágja.

A Ramsden-okulár szintén két síkdonború lencséből áll. Itt azonban a nagyobb átmérőjű mezőlencsének kell rövidebb gyújtótávolságúnak lenni. A két lencsét domború oldalukkal fordítjuk egymás felé, és a köztük levő távolságot a szemlencse gyújtótávolságánál rövidebbre választjuk. Ez azért fontos, mert így a mezőlencsén található esetleges porszemek, karcok nem zavarják a megfigyelést. Rendszerint a lehető legközelebb, néhány mm távolságban helyezük el a két lencsét. A Ramsden-okulár ragasztott lencsék használatával tökéletesíthető. Két ragasztott (akromatikus) lencse domborúbb oldalával szembe fordítva alkotja az akromatikus okulárt. Szimmetrikusnak nevezzük az ilyen rendszert, ha két azonos fókusz-távolságú lencsét használunk.

Példák

Néha beszerezhető katonai távmérők jó minőségű 50—70 mm átmérőjű objektívjei. Sajnos ezek fókusza az esetek többségében 2 m-nél is hosszabb, így csak nagyon nehezen használhatók csillagászati célokra. Két vagy több darab beszerzése esetén, egymás mögé helyezve őket, a (4) képlet alapján kiszámítható eredő fókuszuk, amely már lényegesen rövidebb lesz. Két darab $D=50$ mm, $f=2000$ mm fókuszú objektív egymás mögé helyezésével 1000 mm eredő fókuszt kapunk. Egy harmadik hozzáadásával a fókusz:

$$f_e = \frac{1000 \cdot 2000}{1000 + 2000} = 667 \text{ mm lesz.}$$

A Galilei-távcső hátrányait már említettük, mégis hasznos lehet színházban, koncerten egy zsebben hordható, kis nagyítású változat. Egy $D=30$ mm, $f_1=100$ mm pozitív, valamint egy $f_2=30$ mm fókuszú negatív lencse segítségével egy

$$N = \frac{f_1}{f_2} = 3,3\text{x-os nagyítású, } d = f_1 + f_2 = 70 \text{ mm hosszúságú,}$$

zsebben hordható műszert kapunk. A kis nagyítás miatt a színhiba még nem jelentős, ezért egyszerű lencsákat is használhatunk.

A Kepler-féle távcső egyszerű változatát — ragasztott lencsék használata nélkül — minden érdeklődő elkészítheti. Objektívként $D=40$ — 60 mm, $f=500$ — 1000 mm (1—2 dioptria) lencsét használhatunk. Okulárként $f_2=30$ — 40 mm fókuszú lencsét, pl. üzletben is beszerezhető kétlencsés nagyítót használhatunk. A két lencse távolsága ($f_1=1000$ mm, $f_2=40$ mm esetén) $d=1040$ mm lesz, a nagyítás

$$N = \frac{f_1}{f_2} = 25\text{x.}$$

Huygens-okulár recept. Két azonos fókuszú, $f=30$ mm síkdonború lencsét egymással szembe fordítunk $d=5$ mm távolságban. Fókuszuk a (4) képlet szerint:

$$f = \frac{30 \cdot 30}{30 + 30 - 5} = 16,36 \text{ mm.}$$

A két lencse elé egy 8—10 mm átmérőjű rekeszt helyezünk abba a távolságba, ahol a rekeszt élesen látjuk.

JÁVORKA ÁGOSTON