

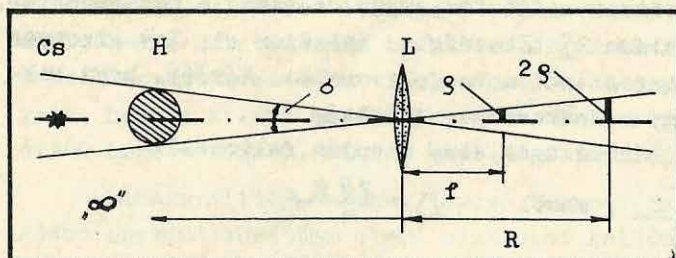
A tükör-tesztelés egyszerű elméleti alapjai

Az összeszerelt távcső tesztelése

A Meteor 1980/2.számában közöltük azt az egyszerűsített eljárást, amivel magának a távcsőnek a segítségével lehet a görbületes középpontban a tükör jóságát megmérni, kiszámítani. Az ott leírt számítás a "Sky and Telescope" c. folyóirat cikkén alapult. A leírásban azonban nem szerepelt az, hogy miért jó ez a mérési-számolási eljárás.

A "Sky and Telescope" nem közli a forrást és az elvet, amin az ő számításuk alapszik, mégis szeretném bemutatni, hogy néhány alapismeret egybevetésével, logikai úton el lehet jutni a már közölt elvhez. Érdemes ezt azért is megtennünk, mert ezzel egy olyan újszerű, pontos és mégis egyszerű tesztelési módszerhez juthatunk el, amivel a távcső optikai rendszerének jóságát szétszerelés nélkül is meghatározhatjuk,

Kiindulásunk az az ismert elv, hogy egy tükör leképzése tökéletesnek tekinthető, ha felülete ez elméletitől maximálisan $\pm \lambda/16$ -ra tér el, ahol $\lambda=0,00056$ mm: a sárgászöld fény hullámhossza. A tétel fordítva is igaz: egy tükör legalább $\pm \lambda/16$ felületi pontosságú, ha a leképzése tökéletesnek tekinthető. Tökéletes leképzésnél azonban egy pontszerű, a végtelenben levő fényforrás képe nem pont, hanem egy kis korong /az Airy-korong/, amelynek sugara: $q = 1,22 \cdot \lambda \cdot f/D$, ahol f/D az objektív nyílásviszonya /fókusz/átmérő/. Ez látható az 1.ábrán, ahol az arányok a szemléletesség kedvéért erősen torzítottak.

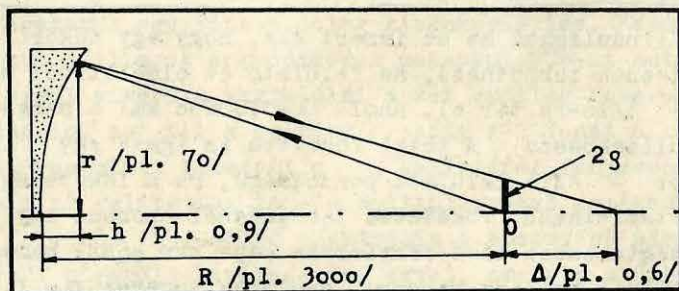


1. ábra

Ismeretes, hogy az objektívek a fénytani szerkesztések-nél egy ideális vékony lencsével helyettesíthetők, amelynek a középpontján áthaladó sugarak egyenesen, törés nélkül haladnak tovább. Az 1. ábrán a Cs csillag fénye egy vékony L lencsén halad át, majd f fókusztávolságban nem egy pontot, hanem egy \varnothing sugarú korongot képez le. A geometriai optika szerint a vékony lencse fókuszsíkjában keletkező, \varnothing látószög alatt látszó tárgy /pl. egy jupiterhold - H / . Így azután az Airy-korongon, illetve a $_$ szögön belül a felbontás szempontjából mindegy, hogy egy vagy két csillagot, kisebb vagy nagyobb holdat nézünk; egyetlen, ugyanakkora korongocskát kapunk.

Ugy tekinthetjük, hogy a tükör ilyen kis fényfoltokból, raszterpontokból képes bármilyen képet is összerakni: a \varnothing szög a tükör felbontóképessége.

Ezek alapján rátérhetünk a tükör türésének értelmezésére /2. ábra/.



Egy tükör r sugarú zónájára fényt küldök az R távolságban levő O görbületi középpontból. A leirtak alapján megengedem, hogy a visszaverődő fénysugár ne ismét a középpontban, hanem attól maximum $2\varnothing$ távolságban haladjon el. Így bizonyos távolságban keresztezi a tengelyvonalat. Kérdés, hogy mekkora lesz az így keletkezett távolság ?

A hasonló háromszögek elve alapján felírható:

$$\frac{r}{R-h+\Delta} \approx \frac{r}{R} = \frac{2}{\Delta}, \text{ ebből } \Delta = \frac{2\varnothing R}{r},$$

és ez már a korábban közölt számításban a tőrés képlete.

/A számításnál az ábrán példaként beirt reális méretek alapján R mellett elhanyagoltuk az az R -hez képest sokkal kisebb Δ és h értékeket, de utánszámítással bizonyítható, hogy a végeredményben a kihatásuk elhanyagolható, nem mérhető. A számításban egyébként is $R = 2f$ értékét elegendő cm-es pontossággal figyelembe venni./

Célszerű most megvizsgálni, hogy milyenek a viszonyok, ha nem a kétszeres fókuszban mérünk, hanem a komplette szerelt távcső bemenetére különböző rádiuszú zónamaszkokat illesztünk, és így a fókuszban végzünk mérést - pl. egy erős-fényű csillagra fókuszozva. Ilyenkor /amint az 1.ábrából látuk/ egy S sugarú korong lesz a tőrés, ami nem R , hanem $R/2=f$ távolságban keletkezik. A 2.ábrába ezeket helyettesítve a hasonló háromszögek elvére épült aránypárunk ez lesz:

$$\frac{r}{R/2} = \frac{S}{\Delta}; \quad \Delta = \frac{R S}{2 r}$$

Erre a tőrésre megkülönböztetésül ajánlatos a következőkben Δf jelölést alkalmazni.

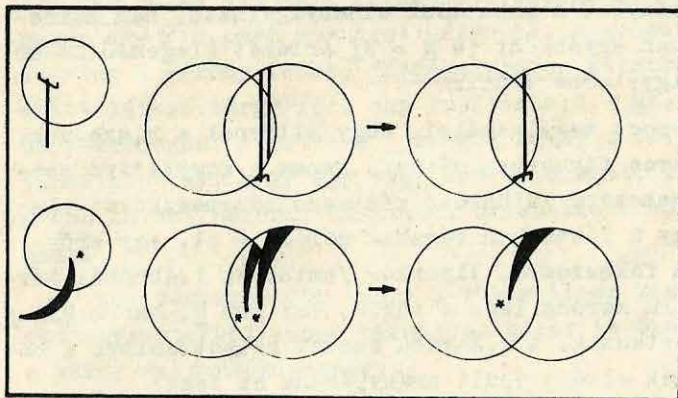
Amint látjuk a végtelenre érvényes Δf tőrés éppen negyedrésze a kétszeres fókuszban történő mérésnél érvényes Δ tőrésnek. Ezt a kisebb tőrést nyilván nehezebb is mérni; egyebek mellett ez indokolja, hogy csiszolásnál a nagyobb érzékenységű, kétszeres fókuszából történő mérést érdemes alkalmazni.

Összeszerelt távcsőnél a tükör mérése úgy történik, hogy a távcsövet gyakorlásul egy igen távoli tárgyra, pl. egy oszlopra, végleges mérésnél pedig pl. a holdsarlóra irányítjuk, s a képet élesre állítjuk. Olyan okulárt kell használnunk, amelyiken a korábban már közölt módon az élesreállításnál történő elmozdítás mértékét leolvashatjuk. A nagyítás akkora legyen, hogy a kilépő pupilla, azaz az "objektív-átmérő/nagyítás" érték kisebb legyen, mint a pupillánk átmérője.

Élesre állítás után a távcső bemenetére a már ismert módon egymást követően olyan maszkokat kell helyezni, amelyek pl. 10 mm-ként növekvő r rádiusztávolságra lyukpár van,

a lyukak átmérője 15 mm. - Fontos, hogy a lyukpárt összekötő egyenes a vizsgált vonalra kb. merőlegesen álljon.

Az okulárba betekintve két egymást részben átfedő, kör alakú képet láthatunk /3.ábra./

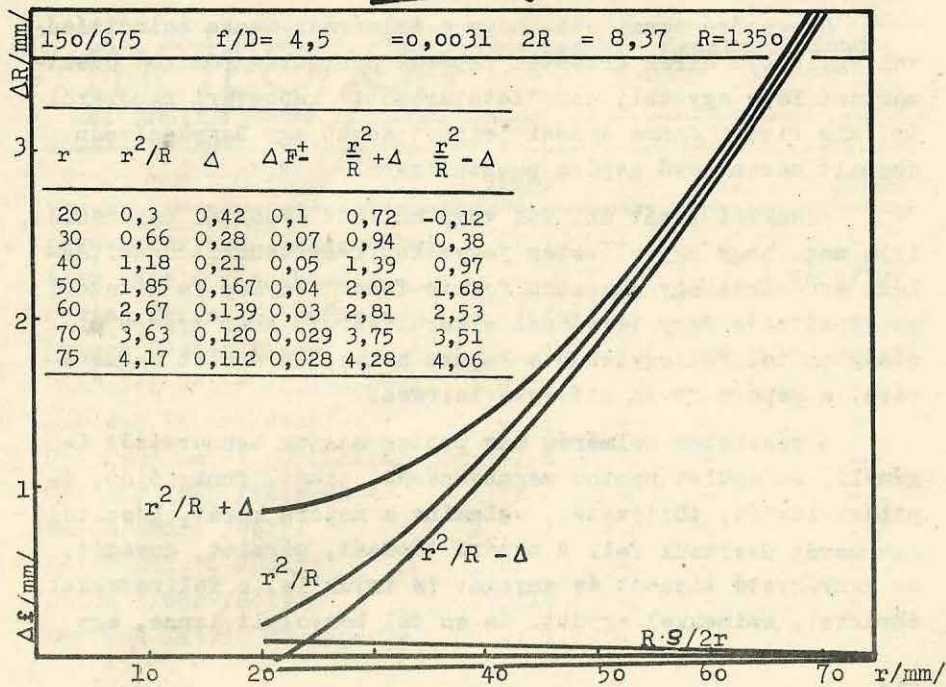
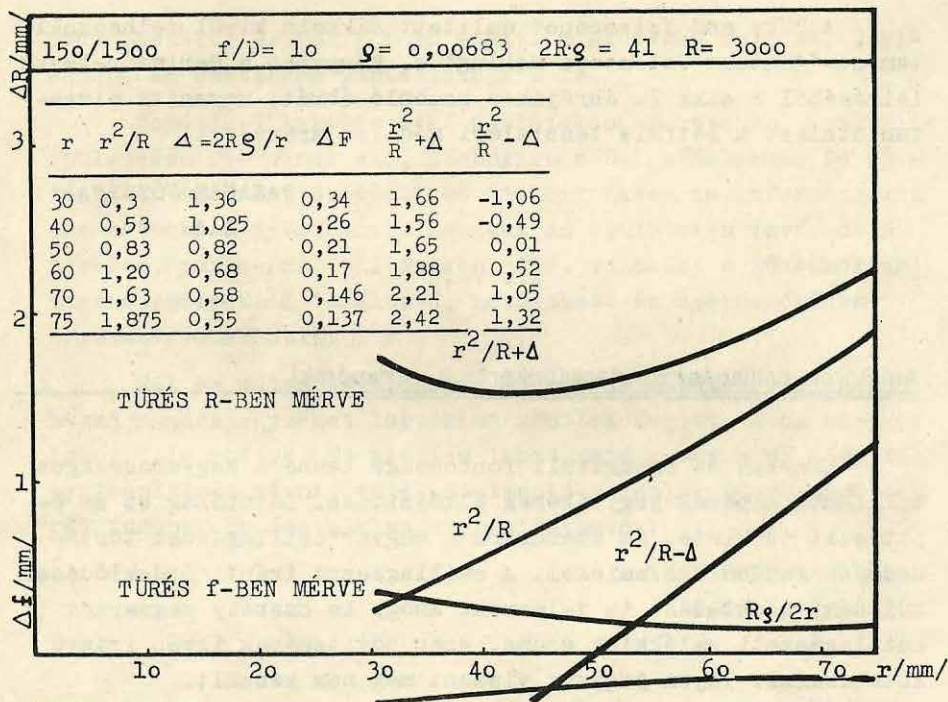


3. ábra

Ha a fókuszozás nem egészen pontos, ott, ahol a két fénynyaláb egymást fedi, kettős képet látunk. A kettős képet pontos fókuszozással lehet egyesíteni. Ez a módszer igen pontos fókuszbaállást tesz lehetővé.

A 4.ábrán ugyanabban a koordinátarendszerben látható egy 150/1500-as tükörnek a kétszeres fókuszából és a fókuszból végzett mérésének elméleti és türesgörbéje. A ΔR jelölés a Foucault-tesztnél a késélelmozdulást szokta jelenteni, míg itt az okulár tengelyirányú elmozdulását jelenti. A türesmező egy csonka szarv formáját veszi fel, mert követi az elméleti görbe paraboláját. A fókuszából történő mérésnél az elméleti "görbe" egy egyenes, megegyezik az X tengellyel, a türesmező ezt követi. Mérete az adott tükörnél olyan, hogy még éppen mérhető.

Összehasonlításként szerepel az 5.ábra, ami egy 150/675 tüköré / $f/D=4,5$ /. Látható, hogy a türesgörbe sokkal szűkebb, mint a 10-es nyílászóviszonyú tüköré, elkészítése ezért $\pm 1/16$ minőségben igen nehéz. Fókuszban történő mérésénél pedig meg kell elégednünk azzal, hogy megvizsgáljuk: az egyszer fixen beállított okulárral minden zónánál kettőzés nélküli képet kapunk-e.



A "Sky and Telescope" említett cikkein kívül felhasznál-
tam az "Amateur Telescope Making" c. könyvben a Hartmann-teszt
leírásából e cikk 2. ábrájához hasonló ábrát, ugyanitt olvas-
tam utalást a kétféle tesztelési mód 1:4 arányáról.

FAZAKAS JÓZSEF
Budapest

. . . .

Amatőrök csillagásztörténetünkért II. [napórák]

Érdekes és rendkívüli fontosságú lenne a Magyarországon
található napórák jegyzékének elkészítése. Látszólag ez az ép-
ítészterület, ám számunkra a magyar csillagászat törté-
netének kedves kis emlékei. A csillagászat iránti érdeklődésen
túl némi szaktudást is jeleznek. Amúgy is csekély megmaradt
csillagászati emlékeink száma, ezen bővitenének ilyen irányú
kutatásaink. Ilyen jegyzék viszont még nem készült.

Sürgetővé teszi ezt, hogy a felmérési munka beindításá-
val egy időben hírek érkeztek napórák pusztulásáról is. Szent-
mártoni Béla egy teljesen "letatarozott" kaposvári napóráról
ír, míg Pirityi János drámai leírást adott egy Nagykanizsán
szanált házon levő napóra pusztulásáról.

Elsőként tehát aki tud vagy hallott másoktól napórákról,
írja meg, hogy egy előzetes jegyzéket készítsünk. Azonosítás-
ként szükséges egy egyszerű fekete-fehér fénykép /a kétszeri
szerepeltetés vagy tévedések elkerülésére/, akár gyenge mi-
nőségben is. Feljegyzendő a napóra helye, az épület megneve-
zése, a napóra rövid szöveges leírása.

A részletes felmérés már pontos adatok beszerzését i-
gényli. Az épület pontos megnevezését, címét, funkcióját, ép-
ítési idejét, történetét, valamint a napóra korát, készítőjé-
nek nevét derítsük fel. A napóra típusát, méretét, anyagát,
az árnyékvető típusát és anyagát is írjuk le, a feliratokkal,
ábrákkal, színekkel együtt. Ha ez túl bonyolult lenne, egy