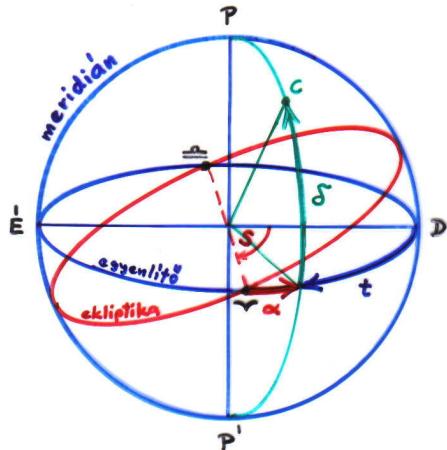


Észlelési gyakorlat

2018.10.12-14.
Piszkestető

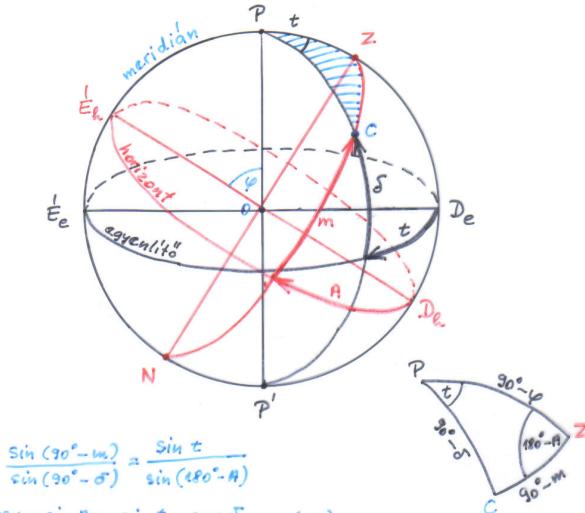
Koordináta rendszerek

EGYENLÍTŐI (EKVATORIÁLIS) KOORDINÁTA- RENDSZER



- I. ekv. k.r.: t óraszög, δ deklináció
 II. ekv. k.r.: α rektaszenció, δ deklináció
 csillagido': $S = \alpha + t$ (a γ óraszöge)

Átszámítás a horizontális és az egyenlítői koordinátarendszerek között



$$\frac{\sin(90^\circ - m)}{\sin(90^\circ - \delta)} = \frac{\sin t}{\sin(180^\circ - \alpha)}$$

$$\cos m \cdot \sin \alpha = \sin t \cdot \cos \delta \quad (1)$$

$$\cos(90^\circ - m) = \cos(90^\circ - \delta) \cos(90^\circ - \rho) + \sin(90^\circ - \delta) \sin(90^\circ - \rho) \cos t$$

$$\sin m = \sin \delta \sin \rho + \cos \delta \cos \rho \cos t \quad (2)$$

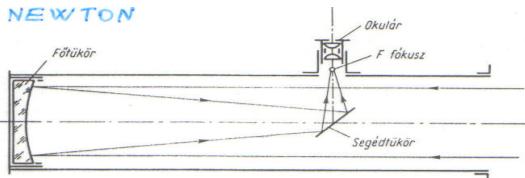
$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \rho) \cos(90^\circ - m) + \sin(90^\circ - \rho) \sin(90^\circ - m) \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$\sin \delta = \sin \rho \sin m - \cos \rho \cos m \cos \alpha \quad (3)$$

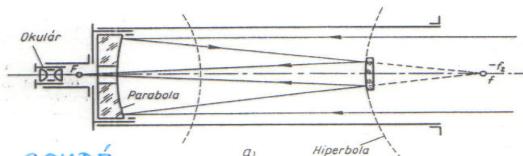
$$\alpha, m, \rho \xrightarrow{(2)} \delta \xrightarrow{(1)} t \quad t, \delta, \rho \xrightarrow{(2)} m \xrightarrow{(1)} \alpha$$

Távcsövek

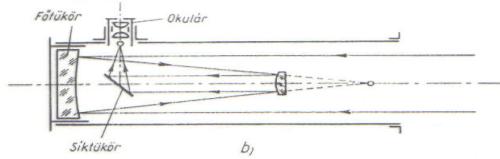
NEWTON



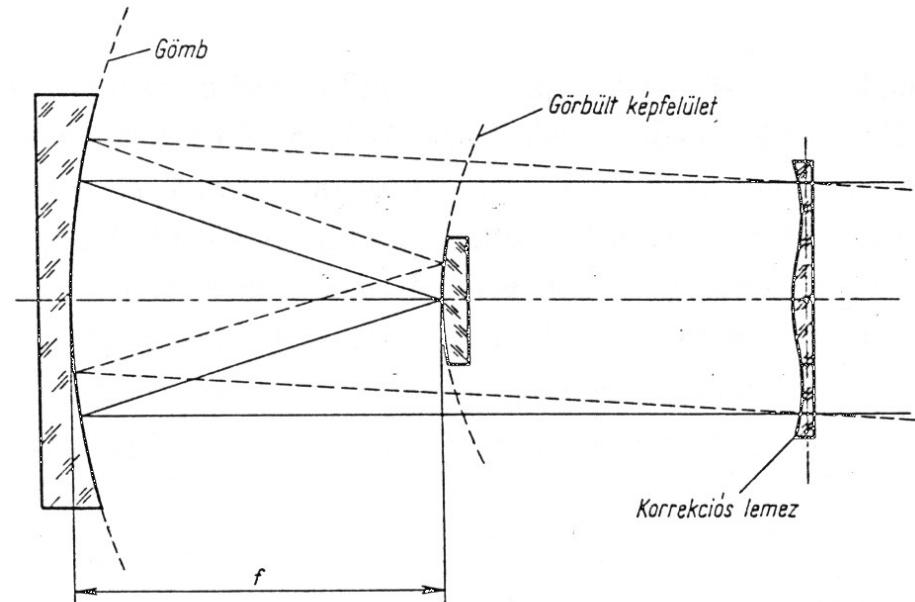
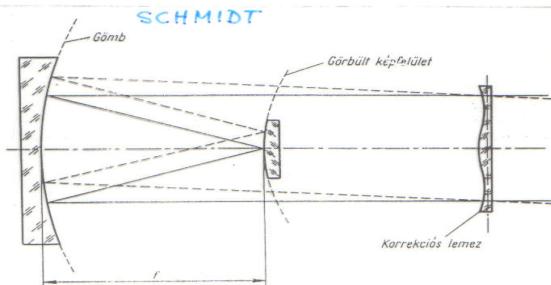
CASSEGRAIN



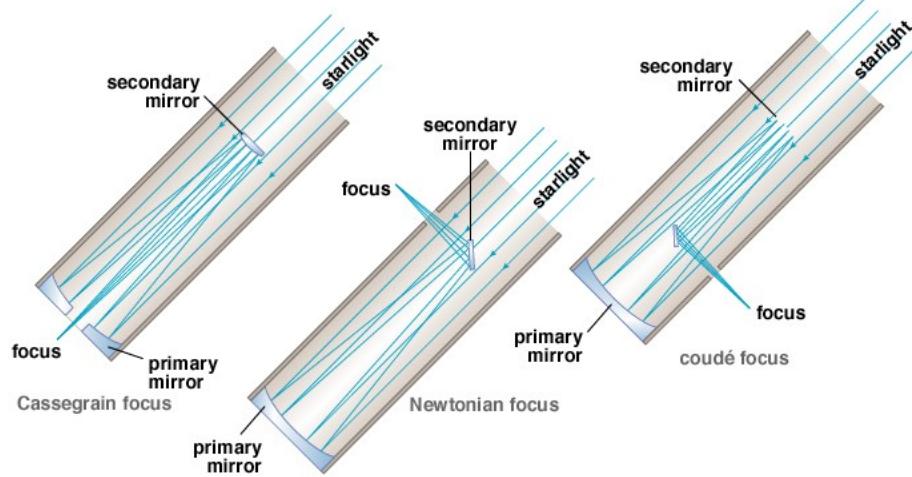
COUDE



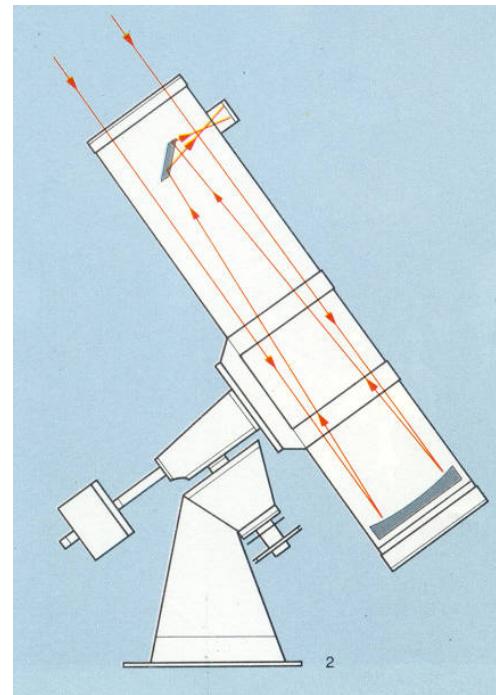
SCHMIDT



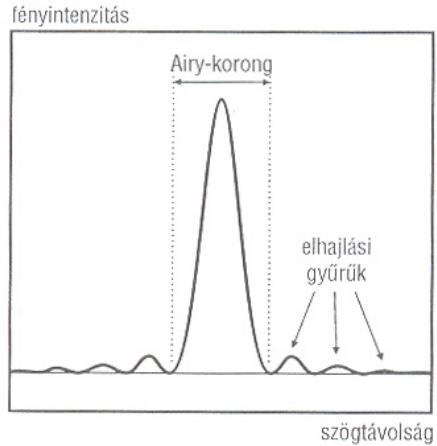
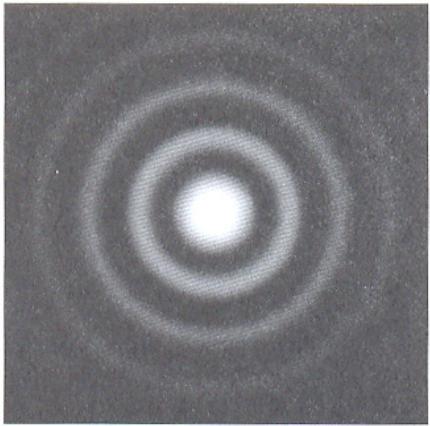
Távcsövek



Copyright © Addison Wesley



Csillag képe



Pontszerű fényforrás (csillag) elhajlási képe (balra), és az intenzitás változása a kép középpontjából kifelé haladva (jobbra)

Beugung des Lichts und Winkelauflösung eines Teleskops

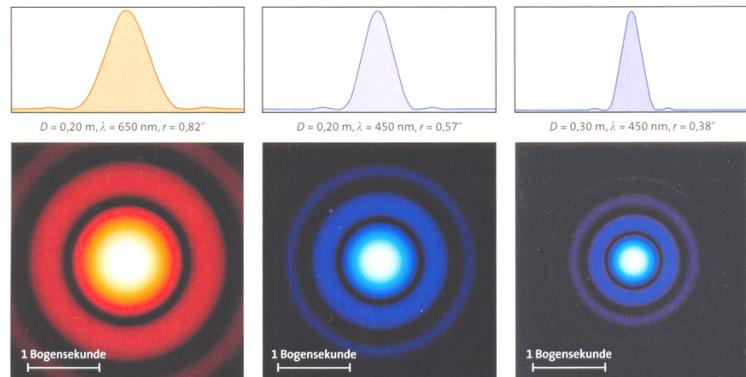
Selbst ohne die turbulente Atmosphäre würde ein ergebnungsfähiges Teleskop einen Stern nicht als Lichtpunkt abbilden. Stattdessen sähe der Beobachter bei hoher Vergrößerung ein kleines helles Scheibchen, das so genannte Airy-Scheibchen, das von lichtschwächeren Ringen umgeben ist (siehe untere Bildreihe). Der Grund für diese Erscheinung ist die Beugung des auftreffenden Lichts an der Eintrittsoffnung eines optischen Systems. Hier kann sich das Licht nicht mehr ungehindert ausbreiten, sondern wird vom Rand der Öffnung beeinflusst.

Der in Bogensekunden ausgedrückte Radius r des entstehenden Airy-Scheibchens hängt vom Durchmesser D der Öffnung sowie von der Wellenlänge λ des Lichts ab (siehe Grafiken unten).

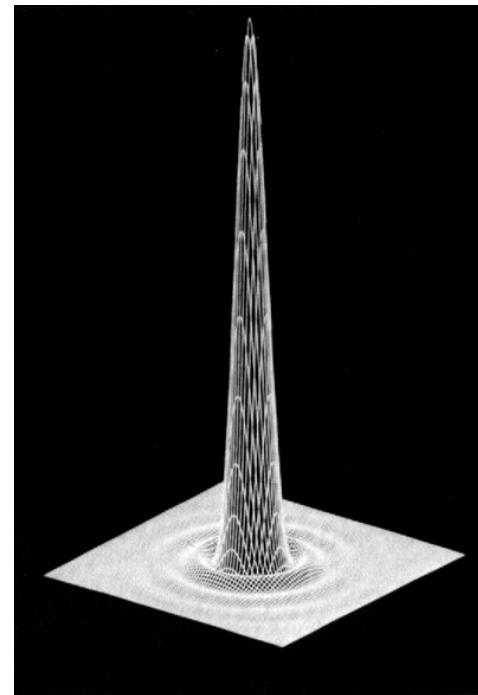
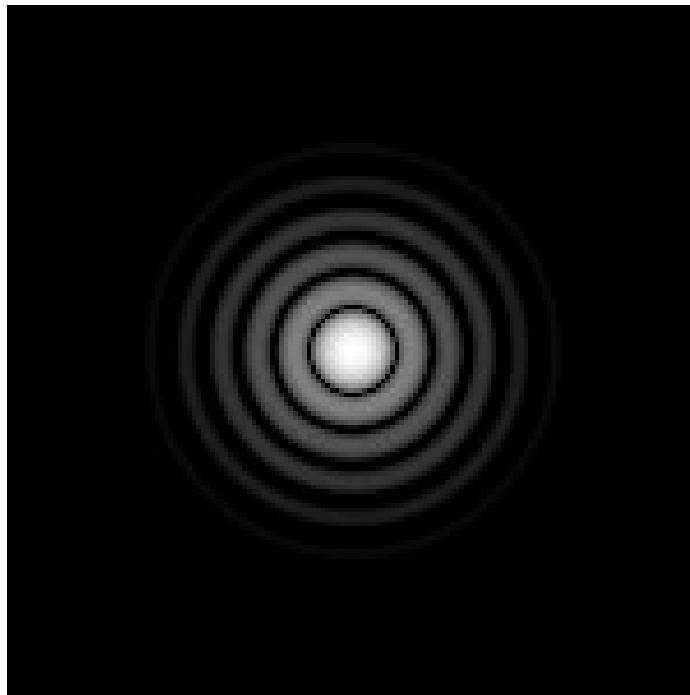
Für eine gegebene Wellenlänge ist r umso kleiner, je größer D ist. Den Zusammenhang beschreibt das Rayleigh-Kriterium:

$$r [\text{"}] = 0,0252 \cdot \frac{\lambda [\text{nm}]}{D [\text{cm}]}$$

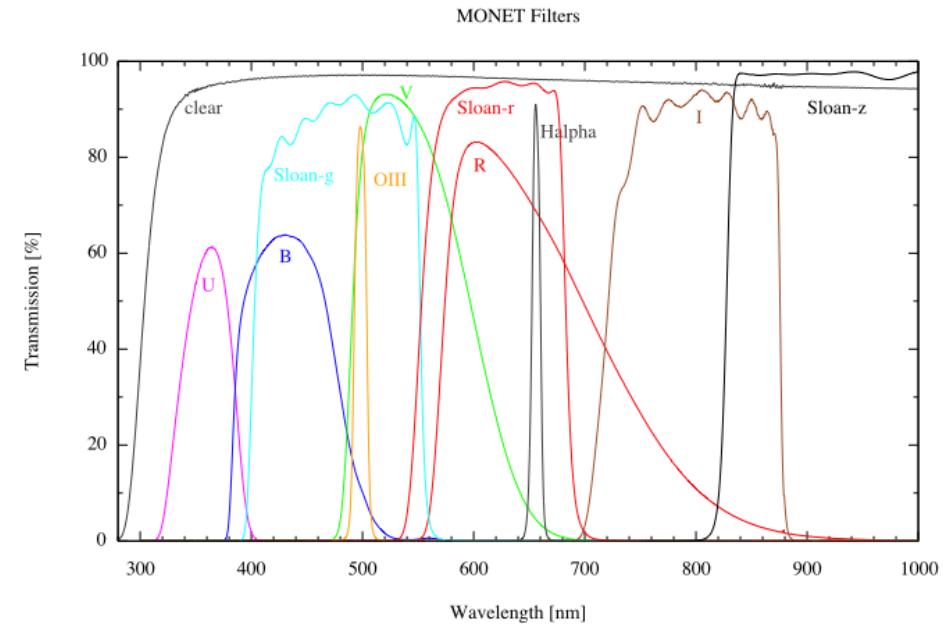
Je kleiner r ist, desto enger dürfen zwei Sterne am Himmel beieinander stehen, um im Teleskop noch getrennt gesehen zu werden. Da durch die Beugung begrenzte Fähigkeit einer Optik, dicht benachbarte Sterne getrennt abzubilden, wird als Auflösungsvermögen bezeichnet. Beispielsweise ergibt das Rayleigh-Kriterium für grünes Licht mit $\lambda = 550 \text{ nm}$ und eine Teleskopöffnung von $D = 10 \text{ cm}$, ein Auflösungsvermögen von 1,4 Bogensekunden.



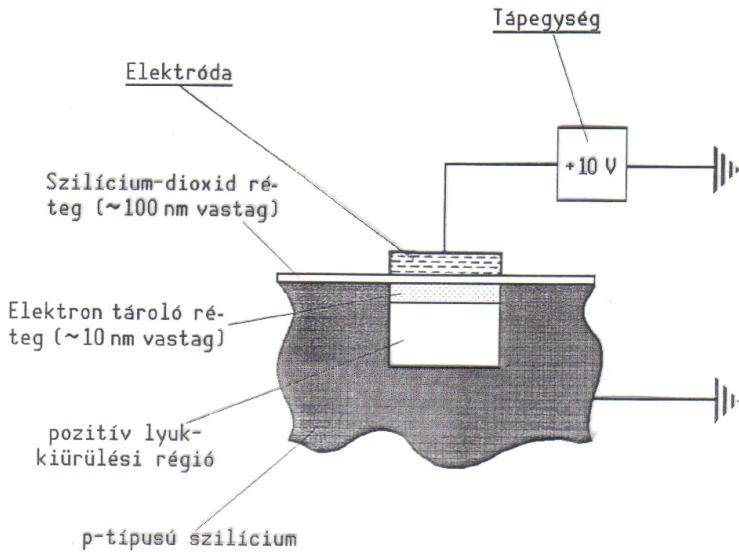
Csillag képe



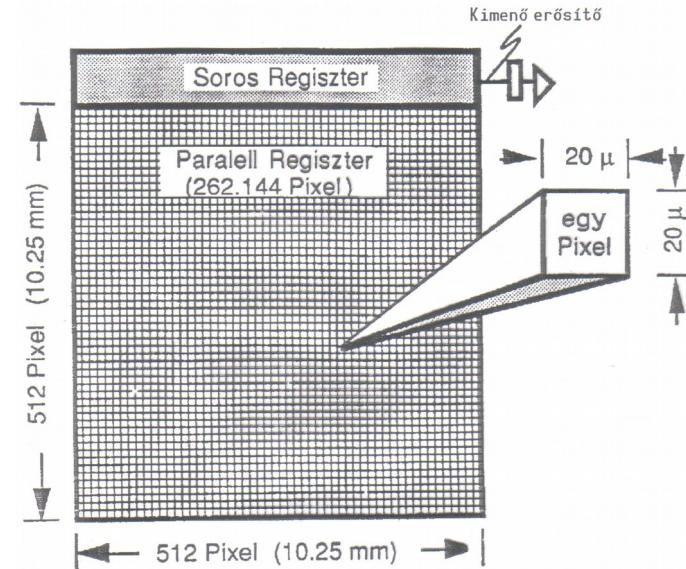
Szűrők



CCD



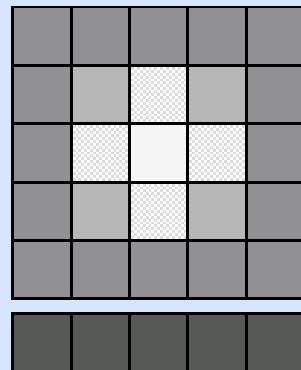
A CCD egy pixelének keresztmetszete



Egy tipikus tudományos célú CCD

CCD

Clocking Parallel Register



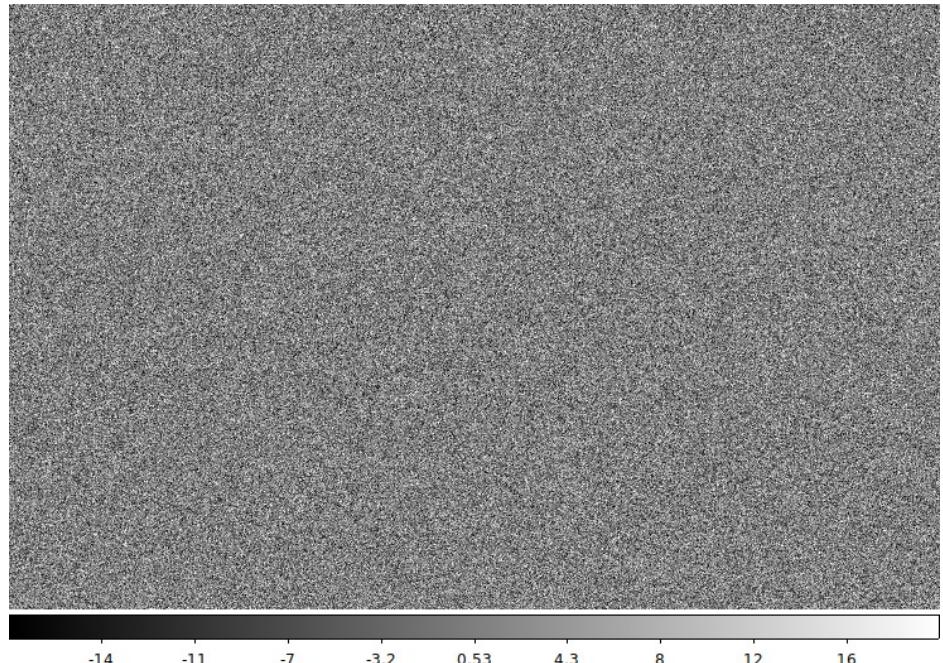
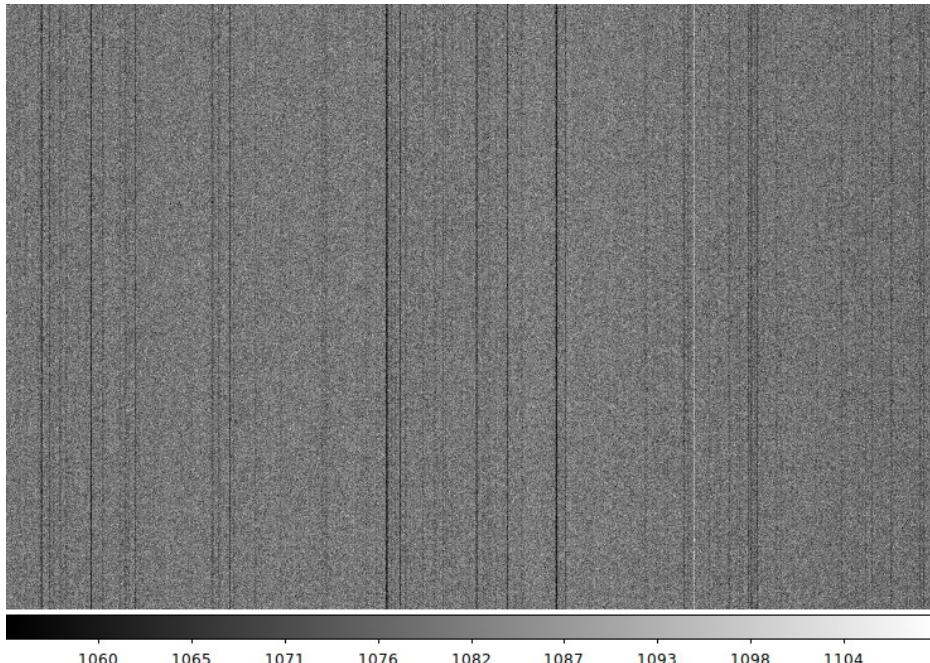
CCD képek feldolgozása

- Korrekciós frame-ek:
- Bias, dark, flat
- Bias: alapzaj+kiolvasási zaj
- Dark: hőmérsékletekből adódó zaj
- Flat: kamera pixeleinek eltérő érzékenysége + optikai inhomogenitások (kosz, különböző szűrők)

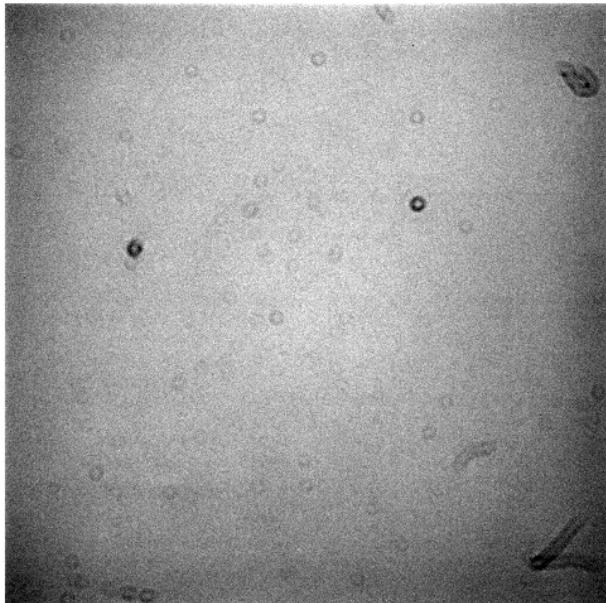
CCD képek feldolgozása

- 1. master bias: bias képek átlaga
- 2. exp. Időnként master darkok, de ha exp. Időre skálázni kell a darkot, akkor előtte bias korrekció
- 3. szűrőnként master flat: ha kell bias, utána dark korrekció, utána átlag
- 4. objektum képek korrigálása: ha kell bias, utána dark és flat korrekció
- Bias,dark: levonás
- Flat: leosztani

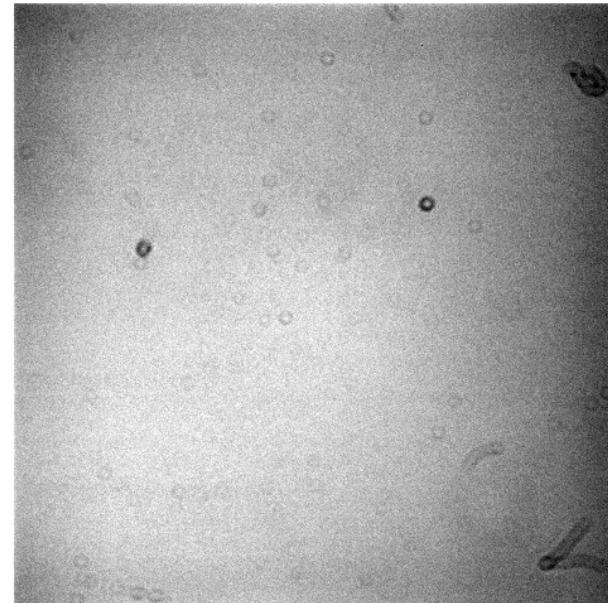
CCD képek feldolgozása



CCD képek feldolgozása



1.92e+04 1.93e+04 1.95e+04 1.97e+04 1.98e+04 2e+04 2.02e+04 2.03e+04 2.05e+04



1.9e+04 1.91e+04 1.93e+04 1.95e+04 1.97e+04 1.99e+04 2.01e+04 2.03e+04 2.05e+04

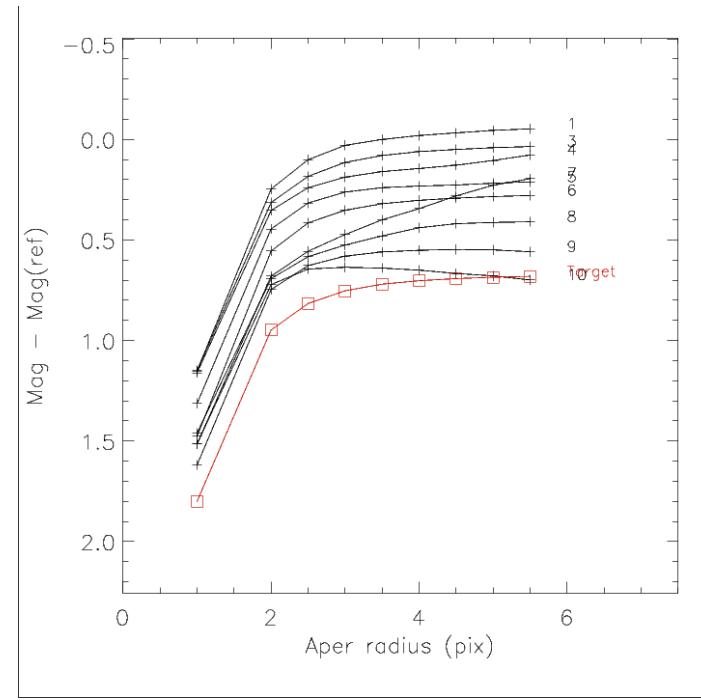
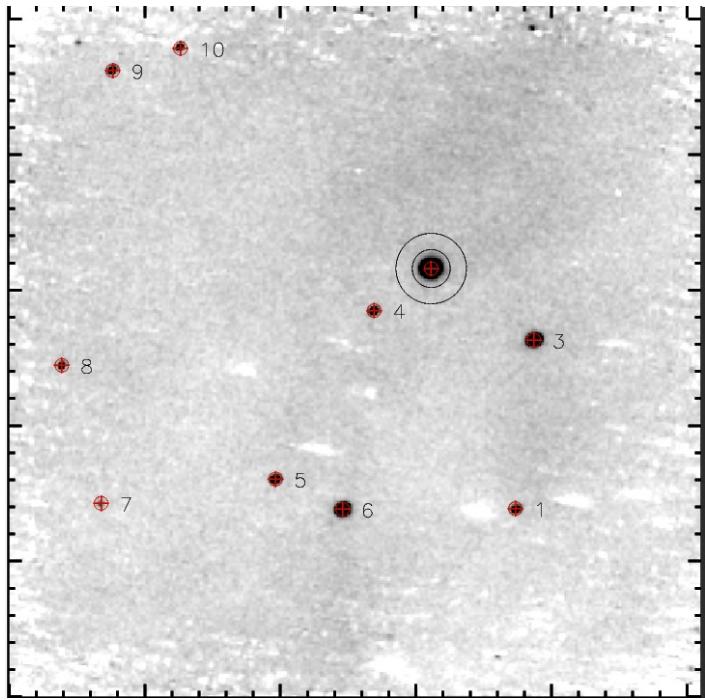
Szoftverek

- IRAF: talán legismertebb, kiforrott, nem túl korszerű
- IDL: sok csillagászati library, fizetős
- Python: ingyenes, astropy, sajnos nem a legjobb
- Fitsh: gyors, jól scriptelhető, nem tud PSF fotometriát és spektroszkópiát

Apertúra fotometria

- Viszonylag egyszerű
- Jól szeparált forrásokra működik csak
- Három érték: belső apertúra sugara, külső apertúra sugara, külső apertúra vastagsága
- Belső apertúra: adott területre összeintegrálja a fluxust
- Külső apertúra: háttér érték becsléshez
- Aprtúrák mérete: FWHM-ból, vagy curve of growth

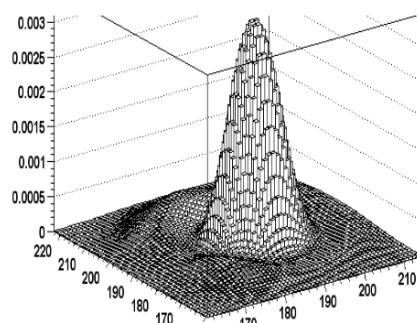
Apertura fotometria



PSF fotometria

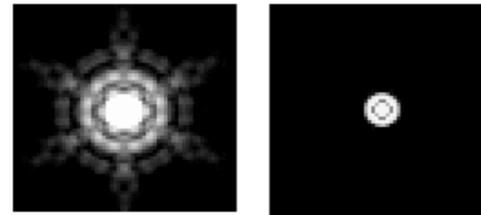
- Sűrű csillagmezőben, vagy ahol a célpont nem különíthető el jól más forrásoktól (pl. szupernóva galaxismag mellett)
- A PSF-et illesztjük meg és az alatta lévő területből integráljuk ki a fluxust
- Vagy analitikus illesztés (2D Gauss, Lorentz, Moffat) (subsampling!)
- Vagy empirikus, kiválaszott mintacsillagok alapján készül el egy modell PSF
- PSF levonás, ha nincs sok reziduál, akkor jó az illesztés

PSF fotometria

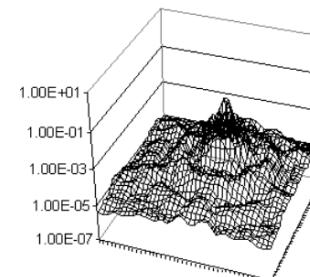


HST (subsampled!)

PSF width in Space

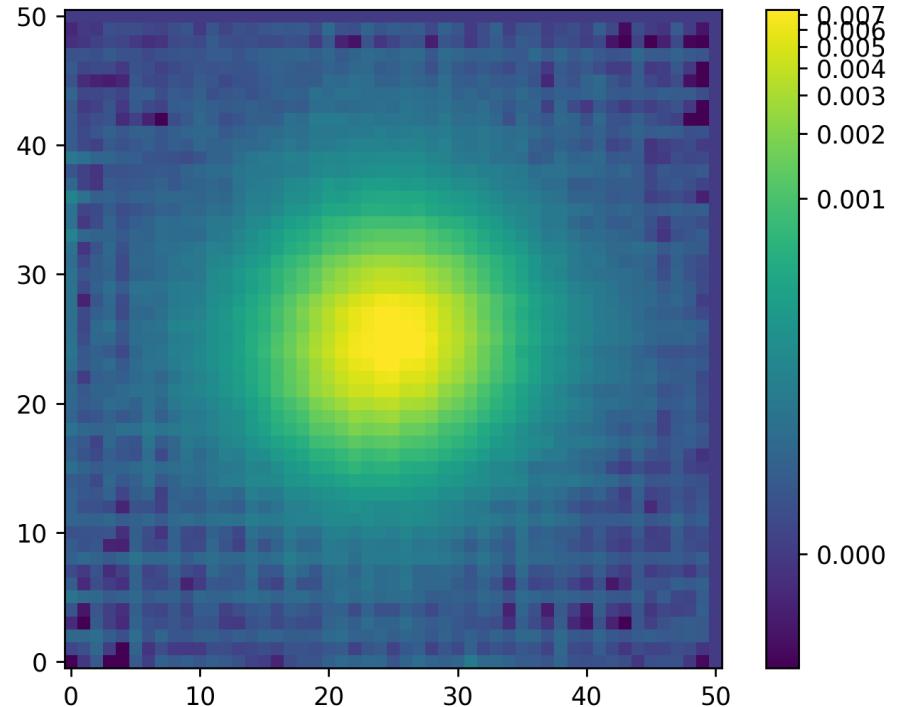
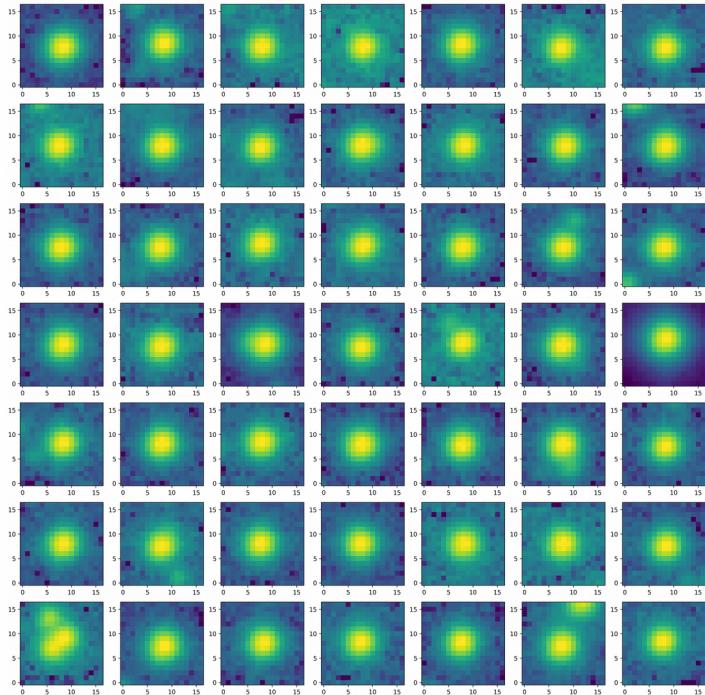


Spitzer

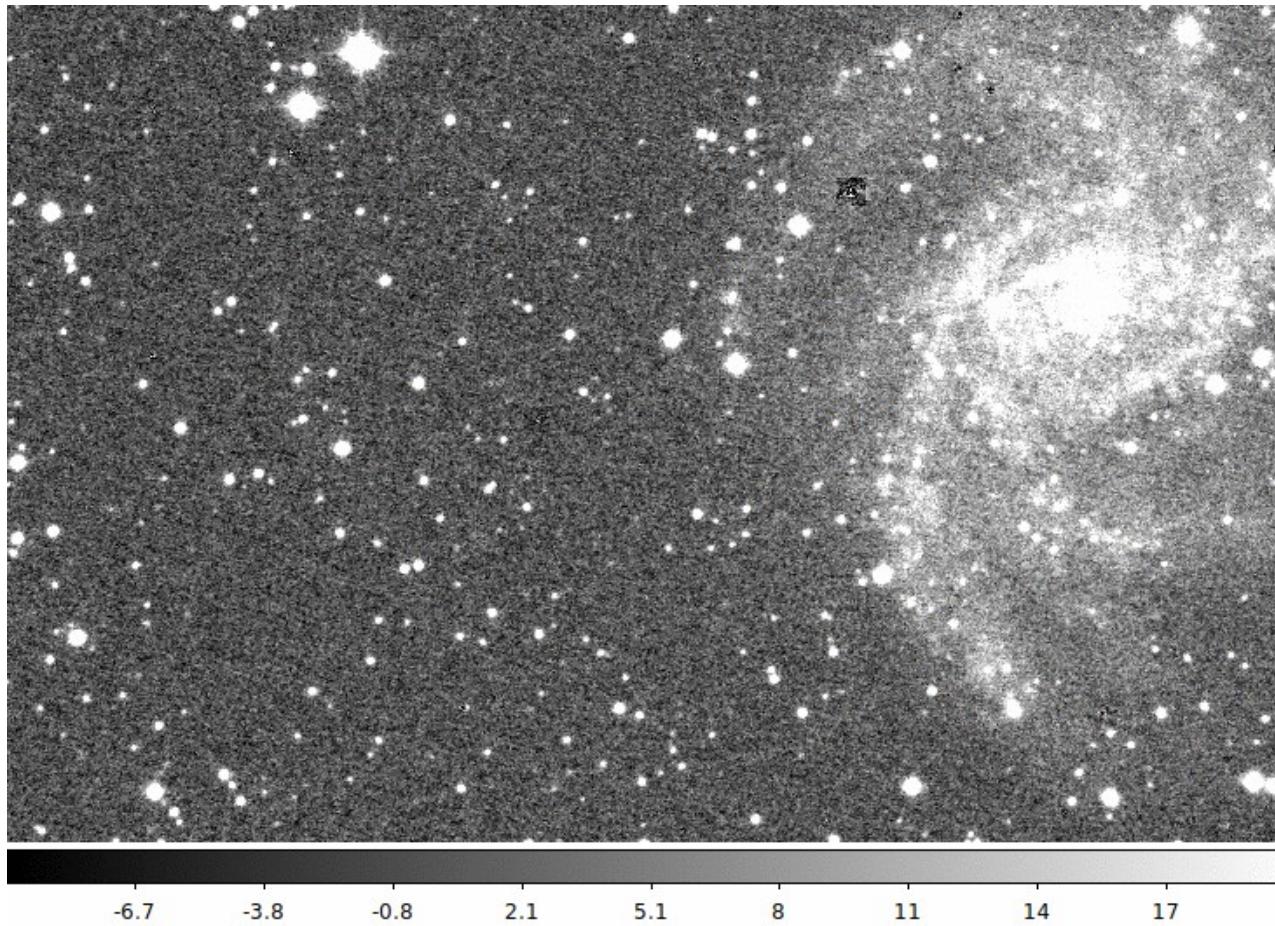


**1st diffraction minimum is at $R=1.22\lambda/d \Rightarrow$
PSF is wider at longer λ and smaller mirror
diameter.**

PSF fotometria



PSF fotometria



Abszolút és differenciális fotometria

- Differenciális: a célpuntunk fényességének változását a látómezőben lévő, konstans fényű csillagokéhoz hasonlítjuk
- Ez viszonylag egyszerű, csak jó összehasonlítókat kell találni.
- Abszolút: a célpont fényességét bekalibráljuk valamelyik sztenderd fotometriai rendszerbe
- Bonyolultabb, vagy sztenderd mezőt kell mérni külön légtömegeknél, vagy a látómezőben lévő többi csillagot használjuk fel a kalibrációhoz

Abszolút kalibráció

$$\begin{aligned}V &= v_i - k_v \cdot X + \epsilon_{bv}(B - V) + \zeta_{\epsilon_{bv}} \\(B - V) &= \mu((b - v)_i - k_{bv} \cdot X) + \zeta_{bv} \\(V - R) &= \nu((v - r)_i - k_{vr} \cdot X) + \zeta_{vr} \\(R - I) &= \eta((r - i)_i - k_{ri} \cdot X) + \zeta_{ri} \\(V - I) &= \kappa((v - i)_i - k_{vi} \cdot X) + \zeta_{vi}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V - v_i &= \epsilon_{bv}(B - V) + const \\V - v_i &= \epsilon_{vr}(V - R) + const \\V - v_i &= \epsilon_{ri}(R - I) + const \\V - v_i &= \epsilon_{vi}(V - I) + const \\(B - V) &= \mu(b - v)_i + const \\(V - R) &= \nu(v - r)_i + const \\(R - I) &= \eta(r - i)_i + const \\(V - I) &= \kappa(v - i)_i + const\end{aligned}$$

Abszolút kalibráció

