

Astrofotografování

Vesmírá iluminace hrstky fotonů

Filip Hroch



Štětcem budiž světlo

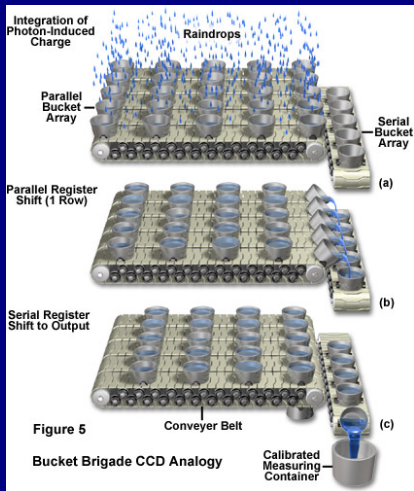


- ▶ Malé světelné toky, velký šum
- ▶ Obvykle statické scény
- ▶ Dynamický rozsah
- ▶ Zrádné barvy

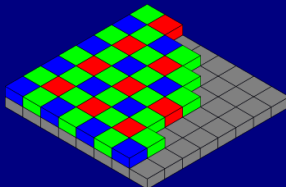
Principy digitálních fotografických přístrojů



Fotonový déšť



- ▶ Detekujeme fotony,
- ▶ ale měříme elektrony.
- ▶ Úměrné průměru objektivu,
- ▶ a času.
- ▶ Kapacita 100k elektronů



Četnosti fotonů

magnituda V filtr	fotony [s ⁻¹ m ⁻²]	
-26	10 ²⁰	Slunce
-13	10 ¹⁵	Měsíc v úplňku
0	10 ¹⁰	Vega
5	10 ⁸	visuální limit
10	10 ⁶	asteroidy, komety
15	10 ⁴	quasary, blazary
20	100	optické dosvity
25	1	limit pro pozemský dalekohled

Oko: průměr $\simeq 5$ mm (plocha 20 mm²), expozice $\simeq 0.1$ s:

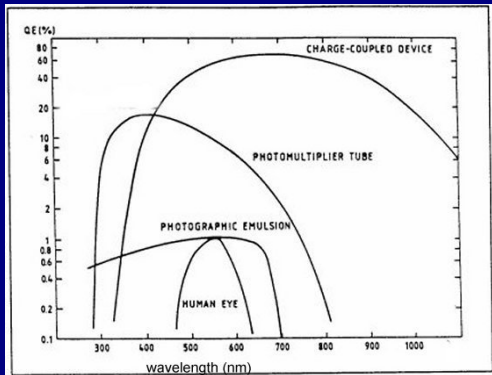
magnituda	fotony	
0	10 ⁴	Vega
5	10 ²	mezní hvězdná velikost

Expoziční doba



$$\text{Šum} \sim \frac{1}{\text{průměr}} \sim \frac{1}{\sqrt{\text{čas}}}$$

Vlastnosti digitálních fotoaparátů a CCD



CCD

- ▶ přesné měření
- ▶ černobílý obraz
- ▶ malý šum
- ▶ transfer náboje

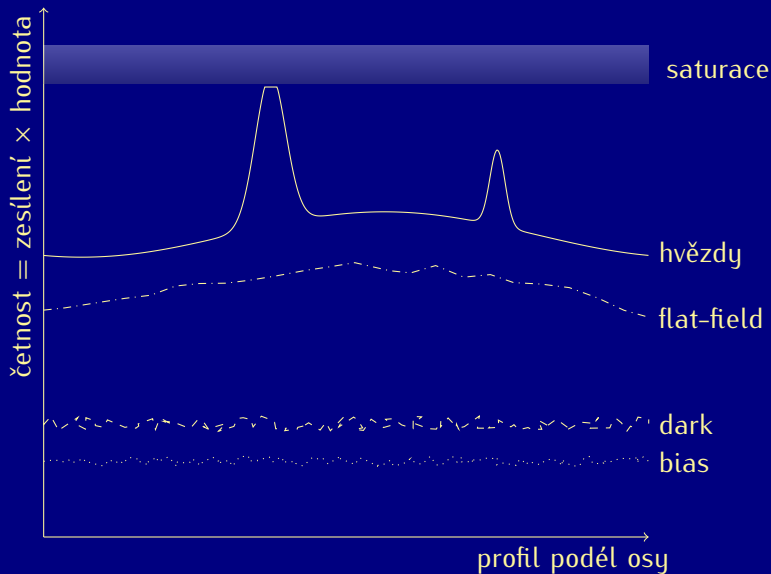
Fotoaparát

- ▶ pěkné obrázky
- ▶ barevný
- ▶ rychlé vyčítání

Fotometrické korekce



Další zdroje signálu



Korekční snímky

gain Zesílení, ISO

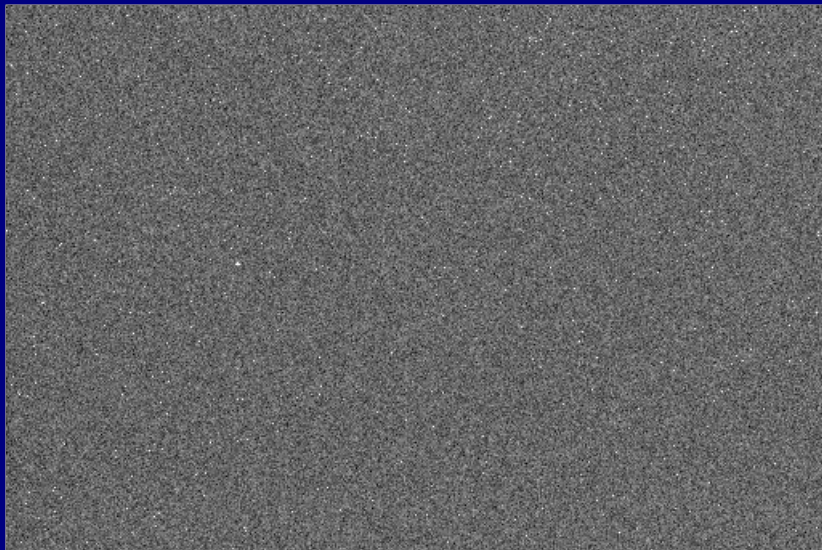
bias frame Snímek s nulovou expoziční dobou.

dark frame Temný snímek

flat-field frame Snímek rovnoměrně osvětlené plochy.

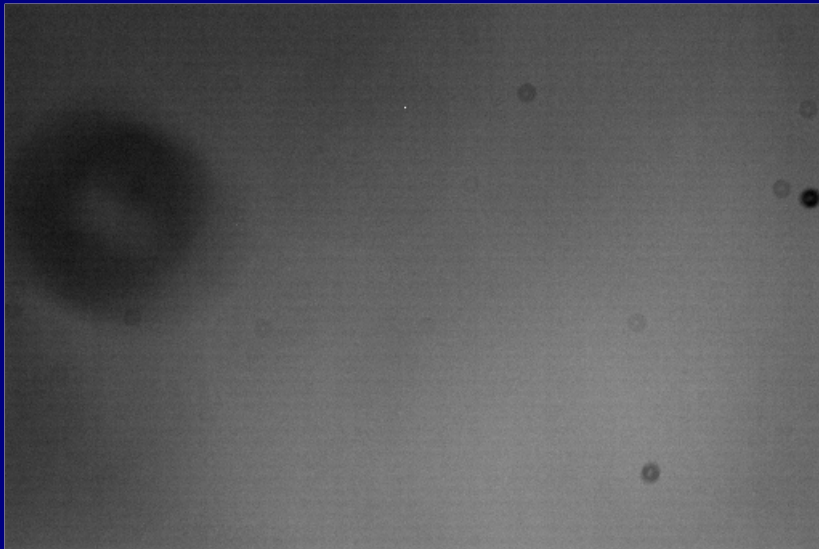
Bias, Dark frame

Posuv nuly, temný snímek



Flat-field frame

Snímek rovnoměrně osvětlené plochy



Korigovaný blazar

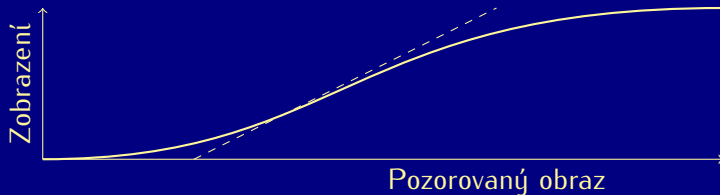


Zobrazení astronomických snímků



Digitální zobrazení

- ▶ na snímku 1:10000
- ▶ na monitoru 1:100
- ▶ High-dynamical range (HDR)
- ▶ Intensity transfer table, „křivky“



Planetární mlhovina Činka



Popelavý svit Měsíce



Dobré světlo §