

Aberácie šošoviek

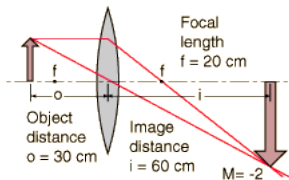
Roman Dobiáš

Brno University of Technology, Faculty of Information Technology
Božetěchova 1/2. 602 00 Brno - Královo Pole
xdobia11@stud.fit.vutbr.cz



April 16, 2019

- def. *odchíľka od idealizovaného modelu Gaussovej optiky* - Hecht
- def. *neschopnosť optického systému zaostriť lúče do jedného bodu* - Wikipedia
- skumané a definované **Ludwigom von Seidelom** (1821-1896)
- optika prvého rádu - **paraxiálna optika** - $n_1 \times \alpha_1 = n_2 \times \alpha_2$



Obr.: Model ideálnej tenkej šošovky

- **monochromatické**

- rozostrenie

Spherical aberration, Coma, Astigmatism

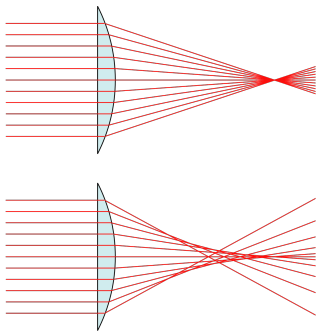
- deformácia

Petzval field curvature

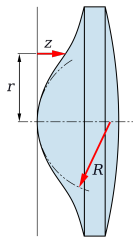
- **chromatické**

Chromatická aberácia

- pararelné lúče nie sú fokusované do jediného bodu *optickej osi*
- **Dôsledok:** rozostretý obraz, *circle of the least confusion*
- Riešenie: *asférický tvar šošoviek*, korektory

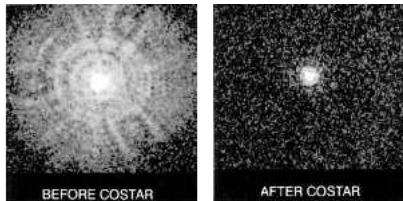


Obr.: Ideálna (hore) vs reálna šošovka (dole)

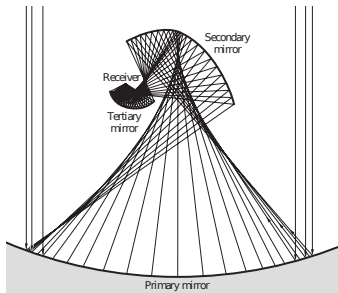


Obr.: Asférická šošovka

- Hubblov teleskop 1990 (1.6 miliardy \$), opravný modul COSAR
- Arecibo, Puerto Rico, najväčší radioteleskop na zemi, vysiaci korektor

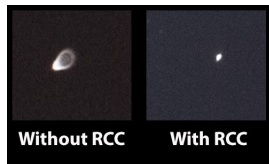
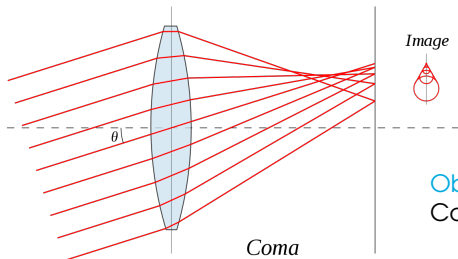


Obr.: Obraz z Hubblovho teleskopu pred a po korekcii



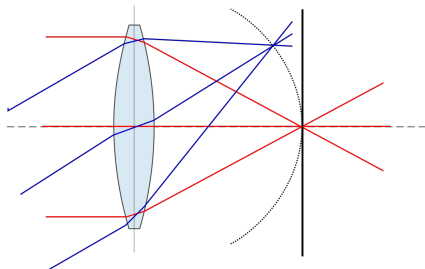
Obr.: Arecibo, Puerto Rico

- rozmazanie bodových predmetov ležiacich mimo optickú osu
- typickým prejavom je vznik chvosta (ang. *coma*, česky *ocas*)
- riešenie:** coma corrector, pre 1 vlnovú dĺžku aplanatické (asférické šošovky)

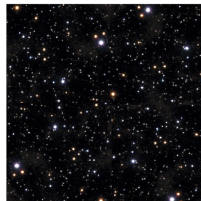


Obr.: Baader Rowe Coma Corrector

- lúče z naklonenej predmetovej roviny konvergujú na rovine
- nemožno voliť obrazovú rovinu, nutno použiť zakrivenú rovinu

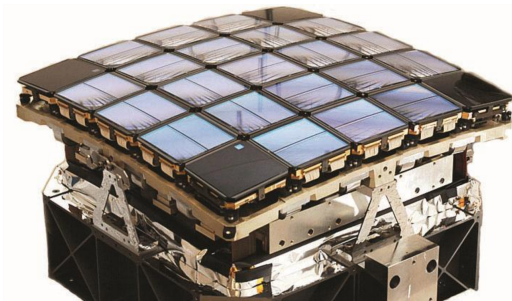


Un-aberrated Image



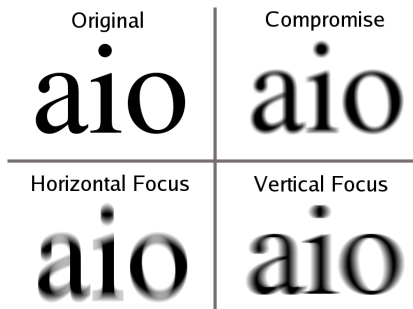
Petzval Field Curvature





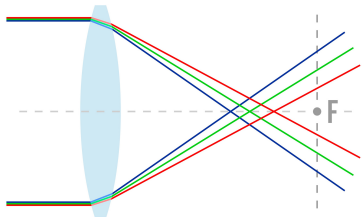
Obr.: Senzor v Kepler space observatory

- lúče jednej roviny majú odlišné ohnisko od lúčov roviny kolmej na ňu



Obr.: Vizuálny astigmatizmus

- index lomu je funkciou **vlňovej dĺžky**
- **Dôsledok:** rozostrenie podľa farebných zložiek Riešenie: *doublet*, SW korekcia



Obr.: Disperzia na šošovke

Index of Refraction for Borosilicate Crown

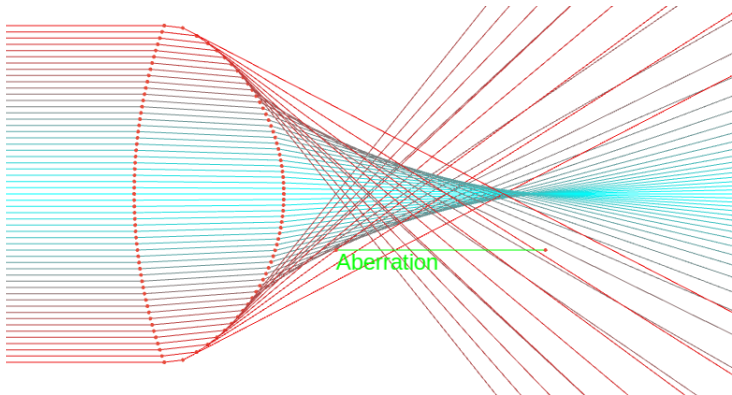
<u>Color</u>	<u>wavelength (nm)</u>	<u>Index of Refraction</u>
Red	640	1.50917
Yellow	589	1.51124
Green	509	1.51534
Blue	486	1.51690
Violet	434	1.52136

Obr.: Závislosť indexu lomu na vlňovej frekvencii



Obr.: Dôsledok chromatickej aberácie vo výslednom obraze

- 2D raytracer
- HTML, Javascript, canvas, Pixi.js



Ďakujem za vašu pozornosť

“Everything will be okay in the end. If it's not okay,
then it's not the end.” - **John Lennon**

Zdroje:

Hecht, Optics, Pearson education, Addison-Wesley, 2002

Wikipedia.com