

OPT/AO

L04

Reflektor

výhody refraktoru

- nezacloněná apertura
 - lepší kontrast
- stabilnější konstrukce
- uzavřený tubus

nevýhody refraktoru

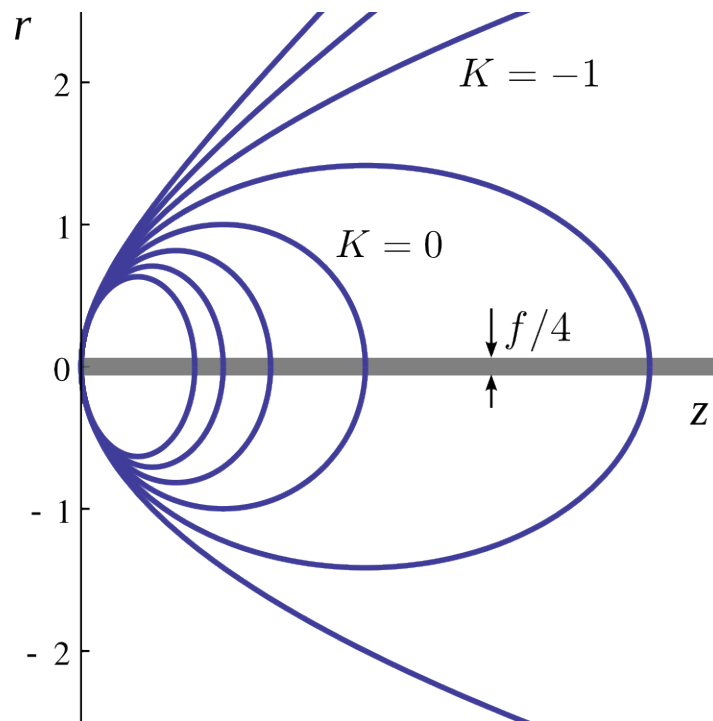
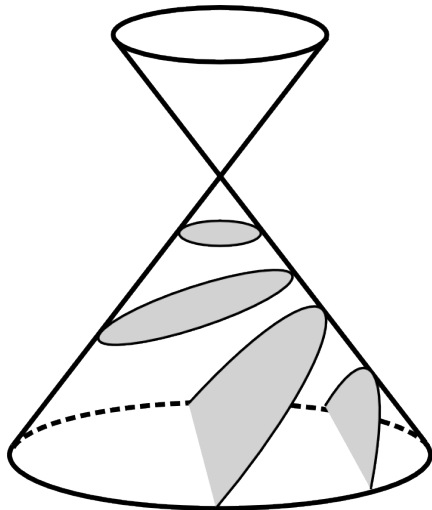
- složitý objektiv
 - drahý
 - těžký
- malá světelnost
 - stavební délka
 - náklady na observatoř
- nelze škálovat
 - absorpce ve skle
 - zborcení plochy

pro velké teleskopy jsou preferovány zrcadlové optické systémy

konstrukce reflektoru

- zrcadla si vzájemně překáží
- je preferován menší počet složitějších ploch

kuželosečky



parametrizace pomocí kónické konstanty

$$r^2 - 2Rz + (1 + K)z^2 = 0, \quad K = -e^2$$

$K < -1$ hyperbola

$K = -1$ parabola

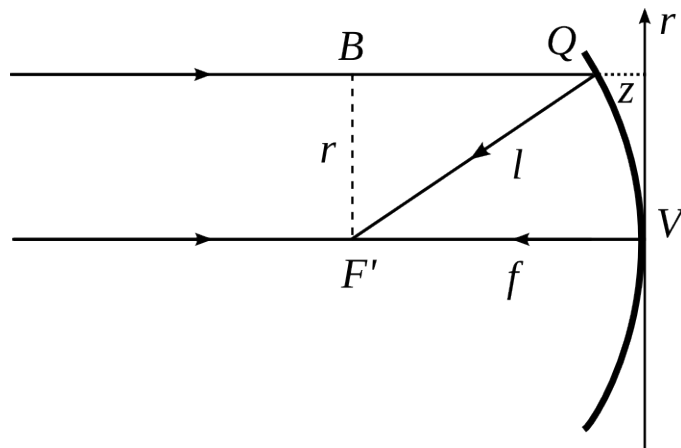
$-1 < K < 0$ elipsa

$K = 0$ kružnice

$K > 0$ elipsa

zobrazovací vlastnosti kuželoseček na ose

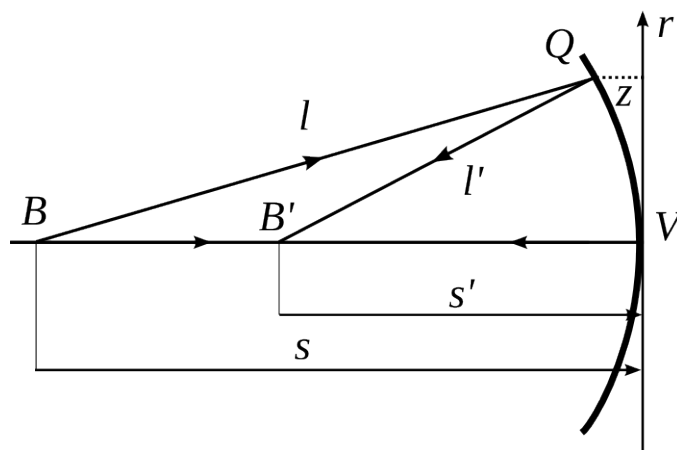
(a) předmět v nekonečnu



Fermatův princip: $2\overline{F'V} = \overline{BQ} + \overline{QF'} \Rightarrow r^2 = 2Rz$

parabolické zrcadlo ostře zobrazí nekonečně vzdálený předmět

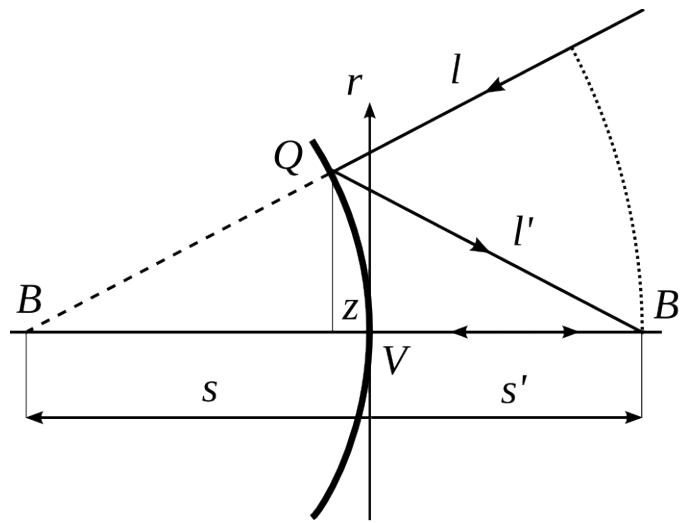
(b) konečně vzdálený reálný předmět



elipsa $K = -\left(\frac{m+1}{m-1}\right)^2$, $m = -\frac{s'}{s}$, $s, s' > 0$

předmět a obraz se nachází ohniscích eliptického zrcadla

(c) virtuální předmět



stejné řešení jako (b) ale $s < 0$, $s' > 0$ dá hyperbolu $K < -1$

osové aberace

sférická aberace – tvar zrcadla

$$z \approx \frac{r^2}{2R} + (1 + K) \frac{r^4}{8R^3}$$

např. sférické zrcadlo $K = 0$

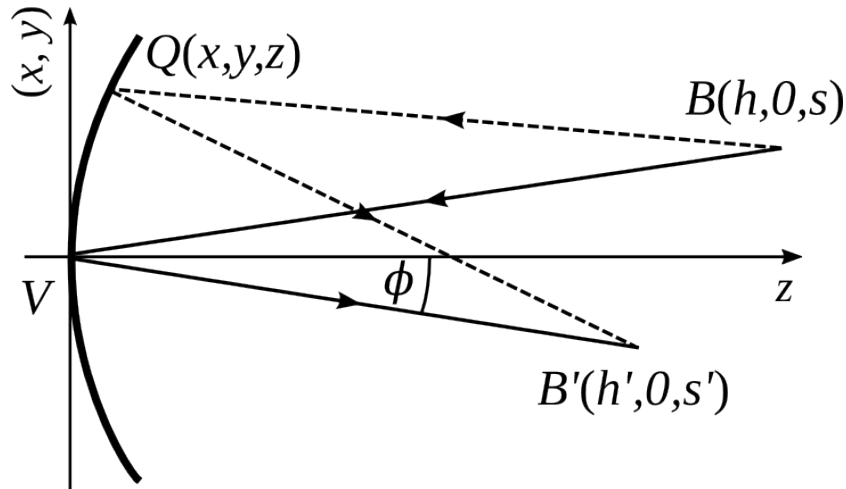
$$\Delta z = \frac{D}{1024(f/D)^3}$$

$$D = 200 \text{ mm}, f/D = 8 \Rightarrow \Delta z_{\max} = 0,0004 \text{ mm}$$

odchylna od sféry roste se světelností zrcadla

mimoosové aberace

- počítáme rozdíl drah marginálního a hlavního paprsku
- alternativně odchylku zrcadla od ideálně zobrazující plochy



marginální paprsek

$$\overline{BQB'} = \sqrt{(h - x)^2 + y^2 + (s - z)^2} + \sqrt{(h' - x)^2 + y^2 + (s' - z)^2}$$

hlavní paprsek

$$\overline{BVB'} = \sqrt{h^2 + s^2} + \sqrt{h'^2 + s'^2}$$

vlnová aberace

$$W = \overline{BQB'} - \overline{BVB'}$$

substituce

$$h = -s\phi, \quad h' = s'\phi, \quad s = -s'/m, \quad s' = -(m - 1)R/2$$

$$z = \frac{r^2}{2R} + (1 + K) \frac{r^4}{8R^3}, \quad r^2 = x^2 + y^2$$

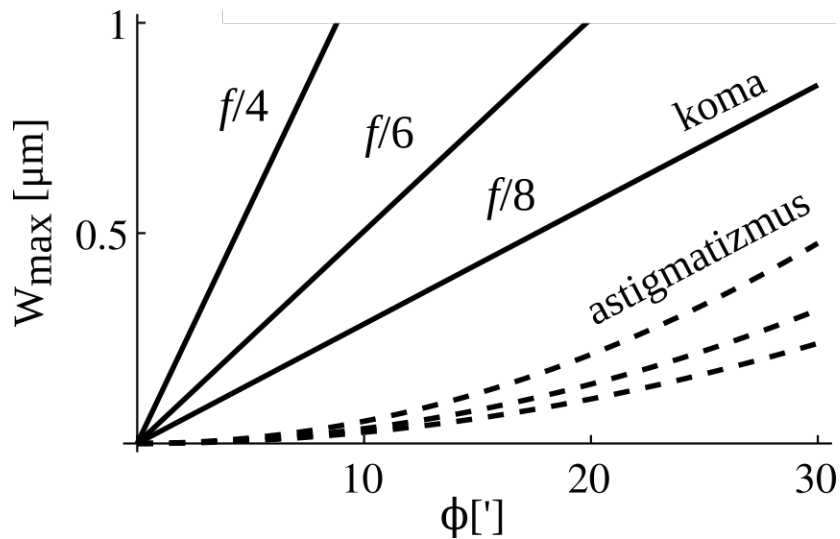
výsledek

$$W = \underbrace{\left[K + \left(\frac{m+1}{m-1} \right)^2 \right] \frac{r^4}{4R^3}}_{\text{sférická aberace}} + \underbrace{\left(\frac{m+1}{m-1} \right) \frac{x r^2 \phi}{R^2}}_{\text{koma}} + \underbrace{\frac{x^2 \phi^2}{R}}_{\text{astigmatismus}}$$

předmět v nekonečnu $s \rightarrow \infty$, $m \rightarrow 0$ zobrazený parabolou $K = -1$

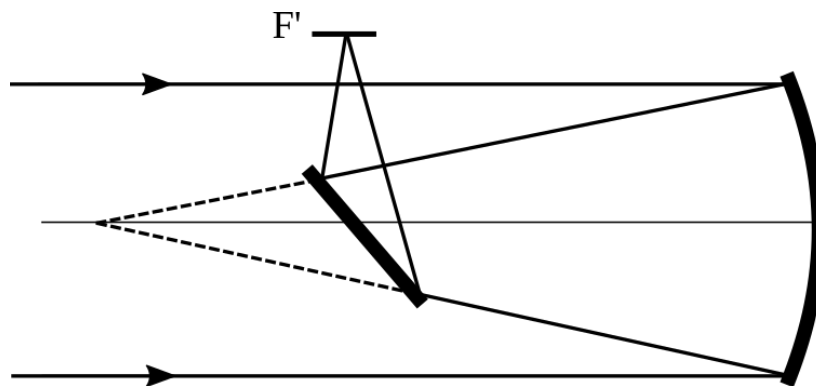
$$W = -\frac{x r^2 \phi}{R^2} + \frac{x^2 \phi^2}{R}$$

příklad: $D = 20$ cm

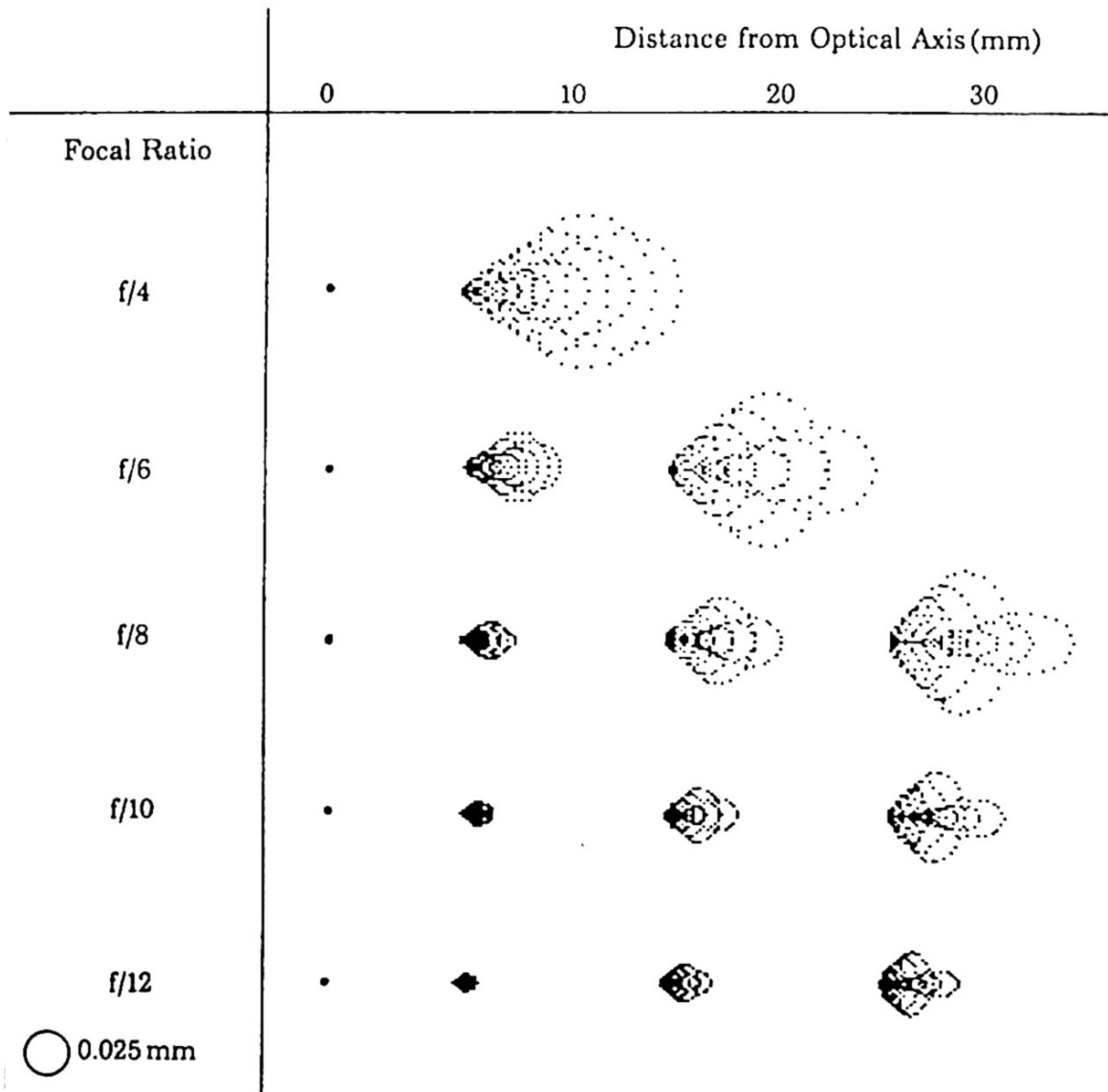


- aberacím dominuje koma
- užitečné zorné pole je několik úhlových minut
- mimoosové aberace nezávisí na K

Newton



sekundární zrcadlo obvykle způsobuje vinětaci



s rostoucí světelností zrcadla

- roste zaclonění sekundárním zrcadlem
- zmenšuje se užitečné zorné pole
- teleskop vyžaduje přesnější kolimaci