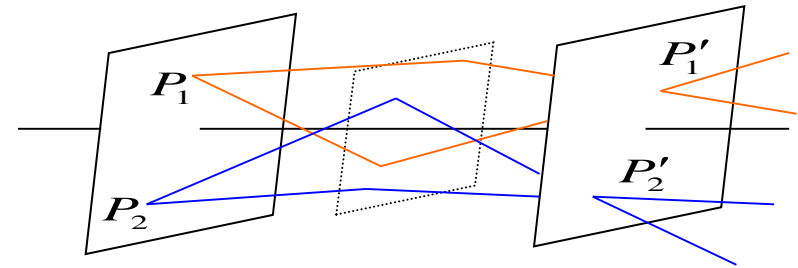


Seidelovy aberace

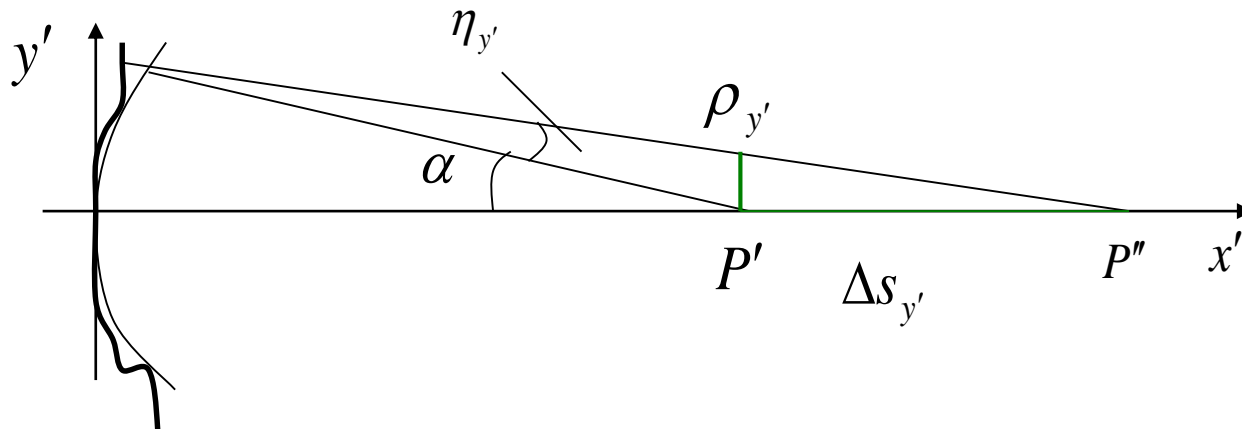
Gaussova optika

v přiblížení gaussovské optiky (paraxiální paprsky) se body zobrazují na body, dokonce lokálně monotónně

dá se ukázat, že v tomto přiblížení se body roviny kolmé na optickou osu zobrazí opět do roviny, vzniká pojem **ohniskové roviny**.

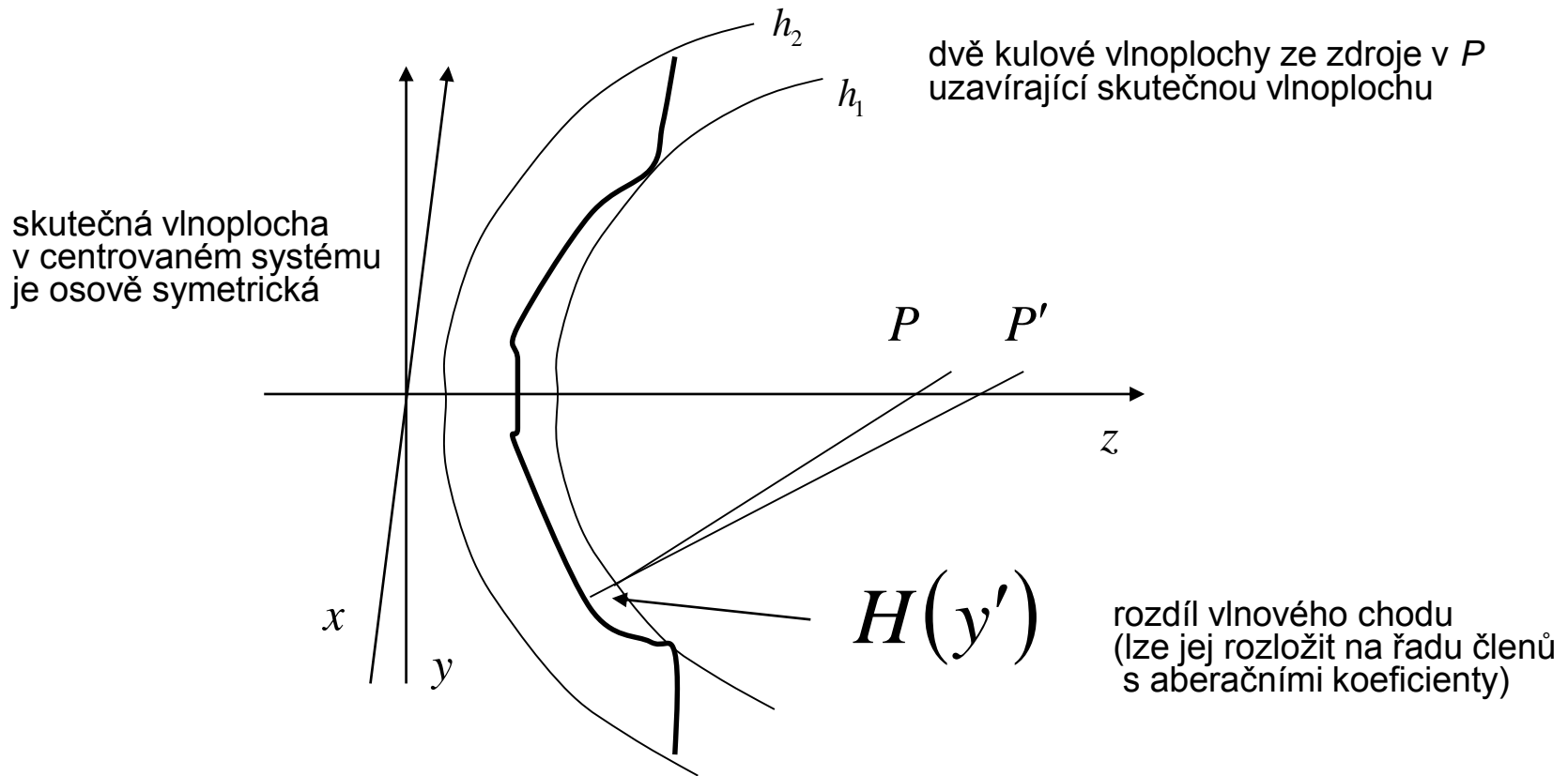


ve skutečnosti se ne všechny paprsky z bodového zdroje sejdou v jediném bodě ohniska: v místě ohniskové roviny je jejich prostorovou odchylku od ideálního chodu možno popsat pomocí **paprskových aberací**: příčné, podélné, nebo úhlové



(nebudeme uvažovat aberace chromatické)

vlnová aberace



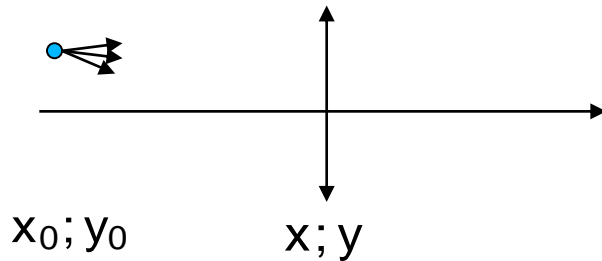
aberační koeficienty se musí počítat v každé poloze zkušební roviny zvlášť:

jejím vhodným přesouváním lze některé z koeficientů anulovat
(snažíme se vždy o největší z nich)

například, nalezením vhodné polohy zaostření optiky minimalizujeme rozdíl $h_2 - h_1$

v přítomnosti aberací je poloha maximální intenzity označována jako „least confusion“

vlňové aberace osově symetrického systému



$$\vec{x}_0 = (x_0, y_0) \quad \vec{x} = (x, y)$$

bez újmy na obecnosti můžeme položit $y_0 = 0$

ze symetrie, otočení systému podél osy nesmí mít vliv:

mohou zůstat jen členy skalárních součinů $\vec{x}_0 \cdot \vec{x}_0, \vec{x} \cdot \vec{x}_0, \vec{x} \cdot \vec{x}$

rozdíl vlnového chodu: $H(x_0, y_0, x, y) \rightarrow H(x_0^2, x_0 x, x^2 + y^2) \quad (y_0 = 0)$

přechod k polárním souřadnicím $x = \rho \cos \vartheta \quad y = \rho \sin \vartheta \quad (\rho \text{ představuje aperturu})$

$$\begin{aligned} H(x_0^2, x_0 \rho \cos \vartheta, \rho^2) &= \sum_{k,l,m} W_{klm} x_0^k \rho^l \cos^m \vartheta = \\ &= \underline{W_{000}} + \underline{W_{200} x_0^2} + \underline{W_{111} x_0 \rho \cos \theta} + \underline{W_{002} \rho^2} + \\ &+ \underline{W_{400} x_0^4} + \underline{W_{040} \rho^4} + \underline{W_{131} x_0 \rho^3 \cos \theta} + \underline{W_{222} x_0^2 \rho^2 \cos^2 \theta} + \\ &\quad + \underline{W_{220} x_0^2 \rho^2} + \underline{W_{311} x_0^3 \rho \cos \theta} + \dots \end{aligned}$$

speciální případ: bodový zdroj na optické ose: $x_0 = 0$

$$H = \frac{1}{8} S_I \rho^4 + \frac{1}{2} S_{II} x_0 \rho^3 \cos \vartheta + \frac{1}{2} S_{III} x_0^2 \rho^2 \cos^2 \vartheta + \frac{1}{4} (S_{III} + S_{IV}) x_0^2 \rho^2 + \frac{1}{2} S_V x_0^3 \rho \cos \vartheta$$

souhrnné označení pro členy nejnižšího aberačního (třetího) řádu:

sférická aberace S_I , koma S_{II} , astigmatismus S_{III} , křivost S_{IV} , sklenutí pole S_V

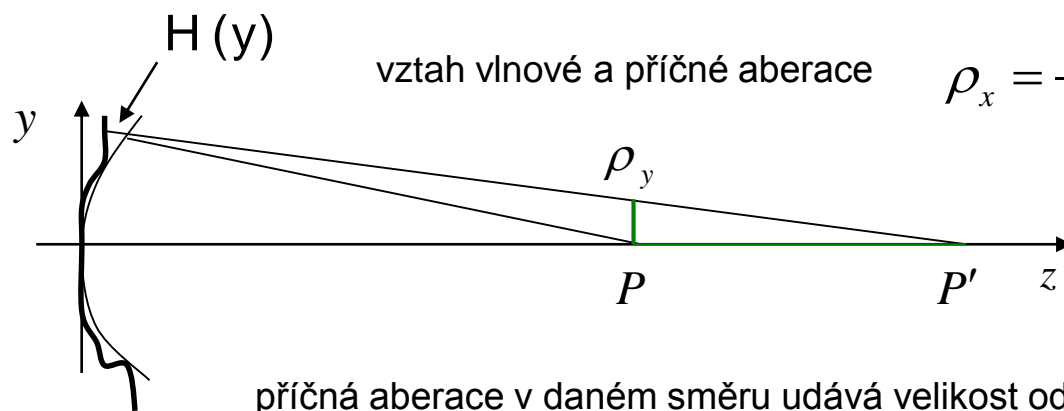
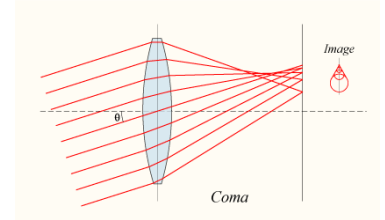
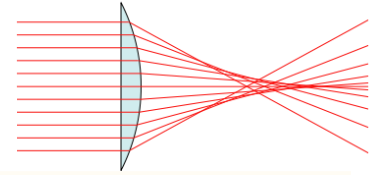
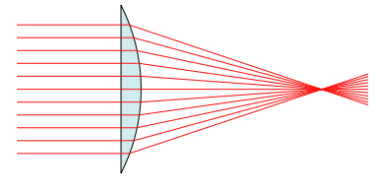
průměr (piston), náklon (tilt) a defokusace k nim nepatří

aberace vyšších řádů přinášejí mimo jiné další typy poruch (eliptická koma, ...)

výhoda Seidelových koeficientů:

celková aberace se dá určit jako součet aberací jednotlivých povrchů

$$\text{čili } S_I = S_I^1 + S_I^2 + S_I^3 + S_I^4 + \dots \quad \text{apod.}$$



vztah vlnové a příčné aberace

$$\rho_x = -f \frac{dH(y)}{dx} \quad \rho_y = -f \frac{dH(y)}{dy}$$

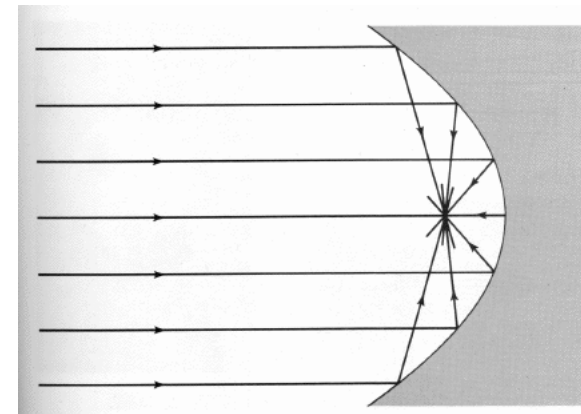
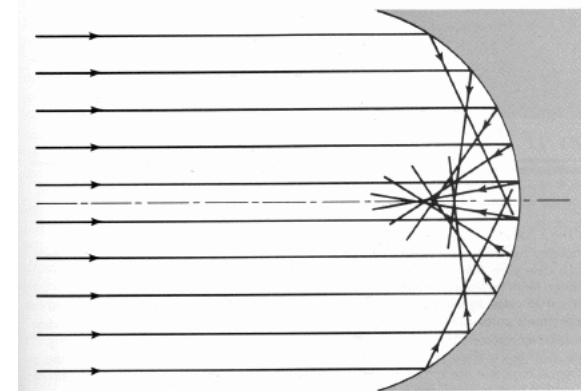
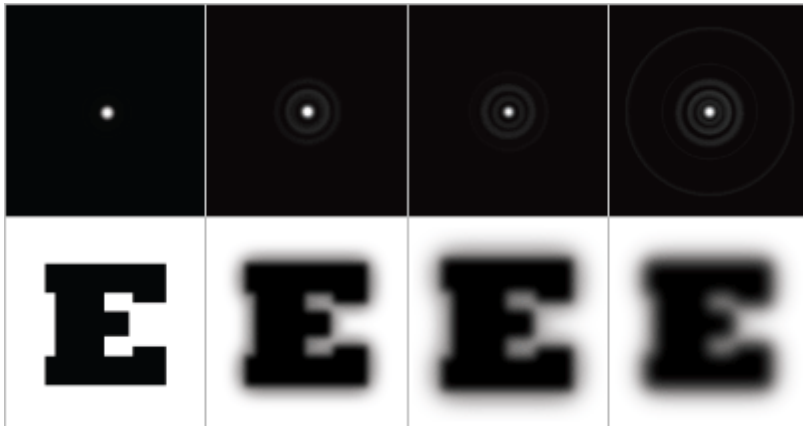
příčná aberace v daném směru udává velikost odchylky od bodového obrazu

sférická aberace

$$H(y) = \frac{1}{8} S_I \rho^4$$

příčná aberace má pro zónu ρ apertury tvar kroužku o poloměru $\frac{1}{2} f S_I \rho^3$

- velmi účinně se proti sférické aberaci bojuje cloněním soustavy $\rho \rightarrow 0$
- místo nejlepší ostrosti není Gaussova rovina, ale rovina na půli cesty mezi G.r. a rovinou ostrosti nejnějšnější zóny
- příslušná forma sférické aberace je přítomna v každém řádu aproximace
- soustavy s opravenou sférickou aberací se nazývají *stigmatické na ose*



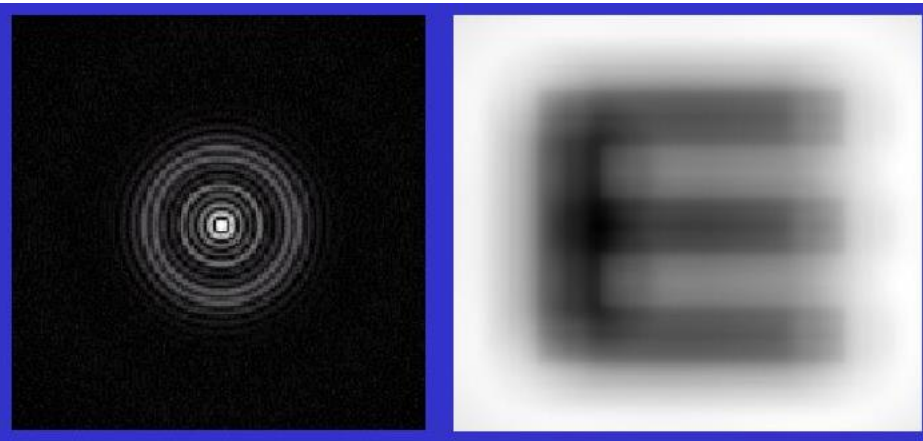
koma
$$H(y) = \frac{1}{2} S_{II} x_0 \rho^3 \cos \vartheta$$

příčná aberace má pro zónu ρ apertury tvar kroužku

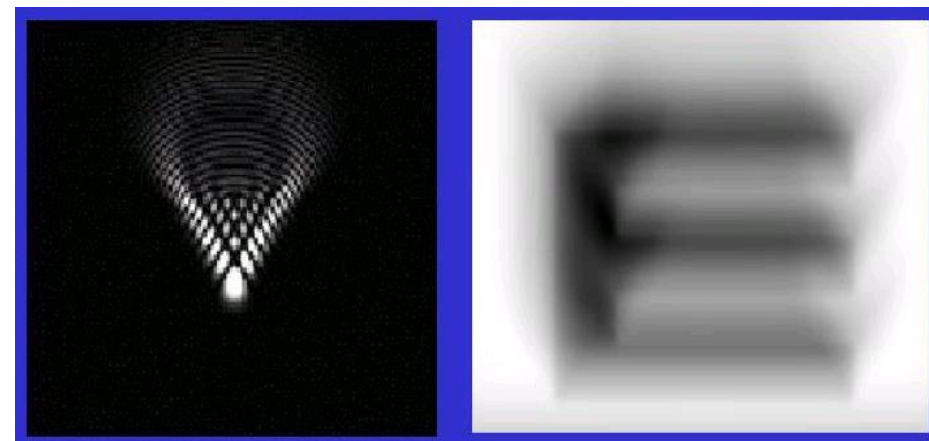
o poloměru
$$\frac{1}{2} f S_{II} x_0 \rho^2$$

se středem vysunutým o osy o
$$- f S_{II} x_0 \rho^2$$

- koma se projeví jen pro neosové zdroje, pomáhá clonění
- obrazy jednotlivých kružnic vyplní úhel 60° , délka a šířka celého obrazce jsou v poměru 3:2
- systém zbavený sférické aberace a komy se nazývá *aplanát*



sférická aberace



koma

astigmatismus $\frac{1}{4} S_{III} x_0^2 (3x^2 + y^2)$

příčná aberace má pro zónu ρ apertury tvar elipsy s poměrem poloos 1:3

- dochází k přesné fokusaci sagitálních a meridionálních paprsků, ale v různých rovinách
- závislost na velikosti apertury je menší než u předchozích dvou aberací, pro neosové zdroje ovšem vada rychle roste

