کیهان‌شناسی - جلسه ۱۷   ۸۷/۲/۲۳

Erdl and Schneider (1993) A&A, 268, 453

اثرات بر روی همگرایی ریز

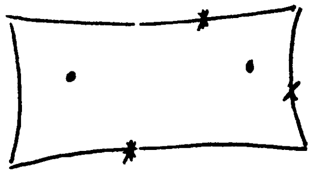
- اختلاف منظر +
- اثر غیر نقطه‌ای +
- آمیختگی -
- عدسی های دوتایی +

در عدسی نقطه‌ای تکینگی ریاضی وجود دارد

$$A = \frac{u^2+2}{u\sqrt{u^2+4}} \qquad u=0 \longrightarrow A \Rightarrow \infty$$

البته این تکینگی فیزیکی نیست.

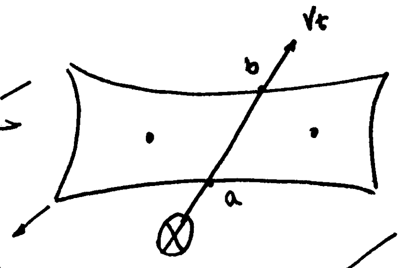
$$A = \frac{dA_I}{dA_S} = \frac{r_I\, dr_I\, d\theta}{r_s\, dr_s\, d\theta}$$

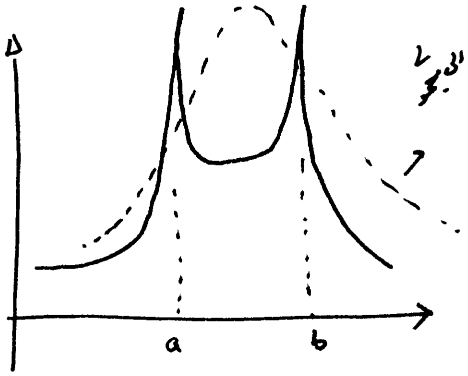


حال اگر دو عدسی داشته باشیم تکینگی نقطه‌ای به تکینگی خطی تبدیل می‌شود.

اگر چشمه روی منحنی روبرو بیافتد تکینگی رخ می‌دهد.

حرکت چشمه در صفحه لنز



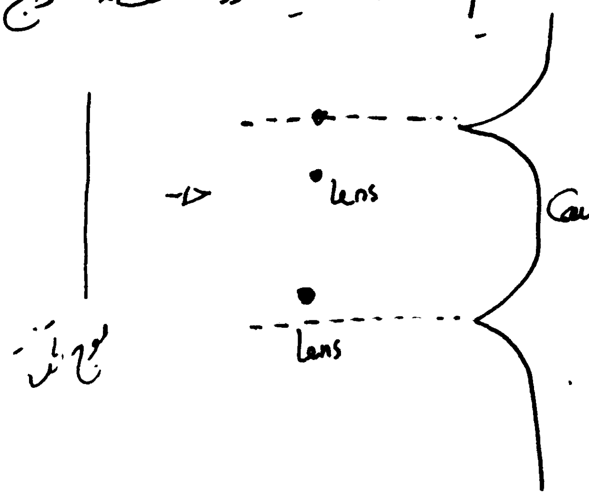


در این حالت تقریب شکسته می‌شود.

اگر نقاط a و b را نادیده بگیریم می‌توانیم منحنی تقویت نور را با پیچیدگی برازش کنیم کیفیت‌ها را بدست آوریم

خطوط حاصل را خطوط سوزان Caustic line (این پدیده را در اپتیک معمولی می‌بینیم.)

در محیط حاوی گرانش را می‌توان معادل محیطی با ضریب شکست گرفت بگیریم. در نتیجه در این صورت است که امواج نور در فواصل زمانی متفاوت به ما می‌رسند.



21

تعمیم می‌شود، n لنز است مانند همگرایی نور یک اختروش توسط یک کهکشان که مانند عدسی n-تایی عمل می‌کند

از لنز n-تایی برای طیف‌سنجی جزء به جزء یک غول سرخ استفاده شده است.

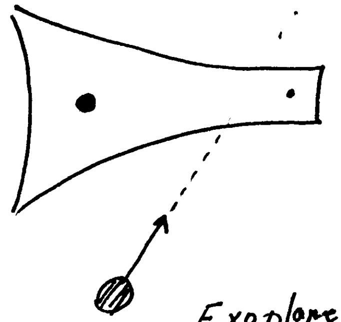
EROS - BLG - 2000 - 5 :
- اولین طیف‌سنجی جزء‌جزء از غول سرخ در مرکز ستاره
- و اندازه‌گیری دمای سطح ستاره

در لنز دوتایی یکی از عدسی‌ها می‌تواند سیاره باشد

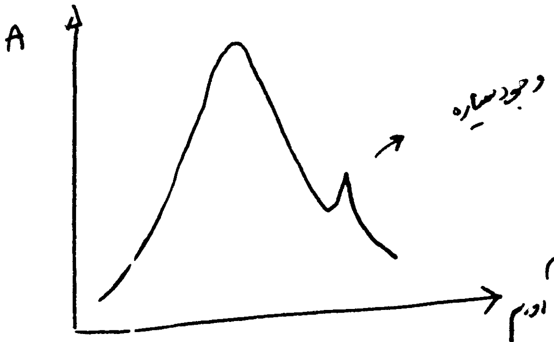
به‌طور معمول اولین رویداد قطع Caustic را از دست می‌دهیم سپس با این سعی می‌توانیم گذر دوم را بررسی کنیم

اولین اندازه‌گیری همگرایی ریز سیاره - ستاره

$M = ۵.۵ M_{\oplus}$



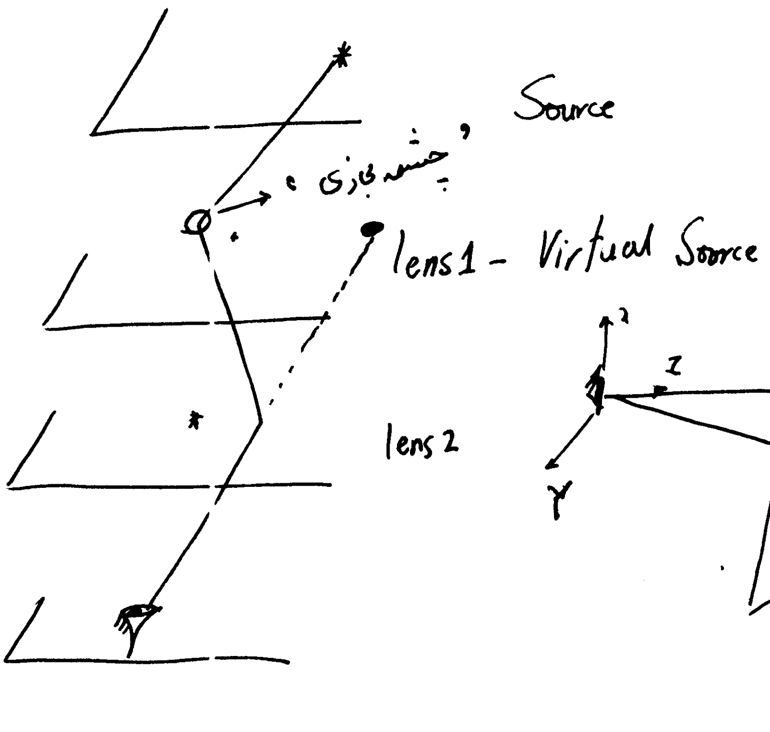
Exoplanet - M. Dominik

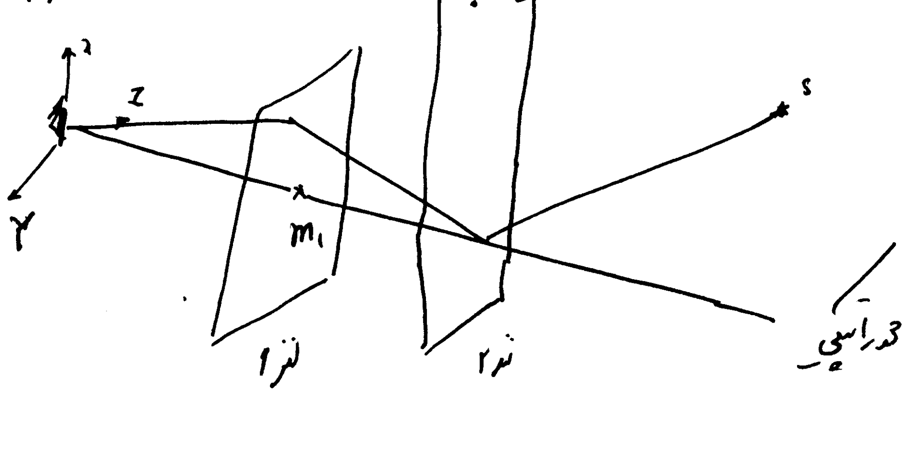


- ریزلنزی ۲-عدسی

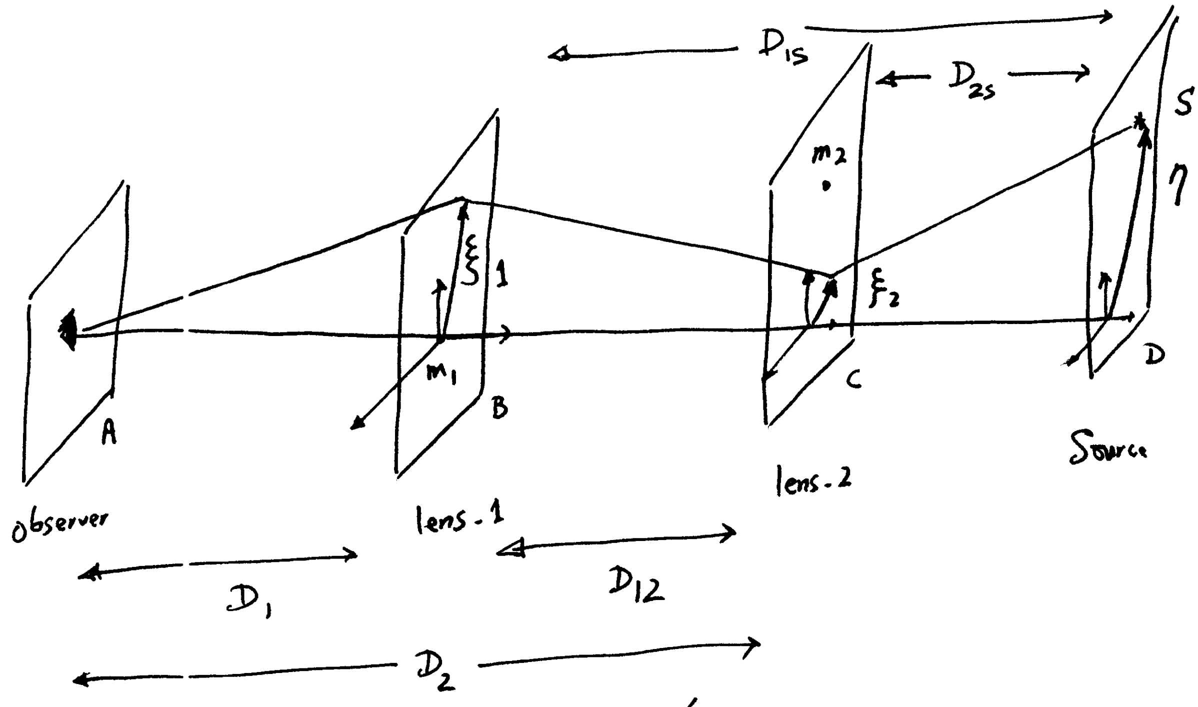
می‌خواهیم محل تصویر را برحسب جرم عدسی‌ها و موضع عدسی‌ها بدست آوریم

این روش محاسبه قابل تعمیم به n عدسی است.





حال صفحه را طوری می‌چرخانیم که m_2 در امتداد یکی از محورها باشد



معادله لنز در حالت کلی

$$\beta D_S - \alpha D_{LS} = \theta D_S \qquad \xi \equiv D_L \theta$$

β ← زاویه بینی ؛ α ← انحراف ؛ θ ← زاویه تصویر دیده می‌شود

$$\eta + \alpha D_{LS} = \theta \frac{D_L}{D_L} D_S \longrightarrow \eta = \xi \frac{D_S}{D_L} - \alpha D_{LS}$$

در صفحه ABC :
$$\xi_2 = \xi_1 \frac{D_2}{D_1} - \alpha_1 D_{12}$$

در صفحه BCD :
$$\vec{\eta}' = \xi_2 \frac{D_{LS}}{D_{12}} - \alpha D_{2S}$$

$$\eta' + \xi_1 = \xi_2 \frac{D_{LS}}{D_{12}} - \alpha_2 D_{2S} + \xi$$

$$\vec{\eta} = (\xi_2 - \xi_1) \frac{D_{1S}}{D_{12}} + \vec{\xi} - \vec{\alpha}_2 D_{2S}$$

41

$$\vec{\eta} = \frac{D_{1S}}{D_{12}}\, \xi_2 - \xi_1 \frac{D_{2S}}{D_{12}} - \vec{\alpha}_2 D_{2S} \qquad : BCD$$

حال ۱: رابطه ABC جاگذاری می‌کنیم.

$$\vec{\eta} = \frac{D_{1S}}{D_{12}}\, \xi_1 \frac{D_2}{D_1} - \vec{\alpha}_1 D_{1S}$$

معادله لنز برای 2 عدسی

$$- \xi_1 \frac{D_{2S}}{D_{12}} - \vec{\alpha}_2 D_{2S}$$

$$\frac{D_{1S} D_2}{D_{12} D_1} - \frac{D_{2S}}{D_{12}} = \frac{1}{D_{12}} \left[\frac{(D_S - D_1) D_2}{D_1} - (D_S - D_2) \right]$$

$$= \frac{1}{D_1 D_{12}} D_S (D_2 - D_1) = \frac{D_S}{D_1}$$

ξ_M : موقعیت لنز در دستگاه مربوط به صفحه ۲

در نتیجه

$$\vec{\eta} = \vec{\xi}_1 \frac{D_S}{D_1} - \vec{\alpha}_1 D_{1S} - \vec{\alpha}_2 D_{2S}$$

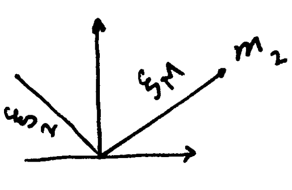
$$\alpha_1 = \frac{4Gm_1}{c^2} \frac{\vec{\xi}_1}{|\xi_1|^2} \qquad \alpha_2 = \frac{4Gm_2}{c^2} \cdot \frac{\vec{\xi}_2 - \vec{\xi}_{M_2}}{|\xi_2 - \xi_{M_2}|^2}$$

$$\vec{\eta} = \vec{\xi}_{(1)} \frac{D_S}{D_1} - \frac{4Gm_1}{c^2} \frac{\vec{\xi}_1}{|\vec{\xi}_1|^2} D_{1S} - \frac{4Gm_2}{c^2} D_{2S} \frac{\vec{\xi}_2 - \vec{\xi}_m}{|\xi_2 - \xi_M|^2}$$

$$\vec{\eta} = \vec{\xi}_1 f_1(g, m_1) + \vec{\xi}_1 f_2(g, \xi_1) + \vec{\xi}_M f_3$$

$\downarrow$

باعث چرخش تصویری شود.



با محاسبه نگاشت

$$\frac{dA_\eta}{dA_\xi} \to 0$$

تقویت نوری بی‌نهایت ، $dA_\eta \to dA_\xi$

نگاشت عدسی $\vec{\eta}$

معادل است با Caustic