کیهان‌شناسی - جلسه ۱۸ ۸۷/۲/۲۸

بررسی لنزهای دوتایی

$f : \eta \longrightarrow \xi_1$ (نگاشت)

چشمه — تصویر اول

$1 \longrightarrow n$ — تعداد تصاویر

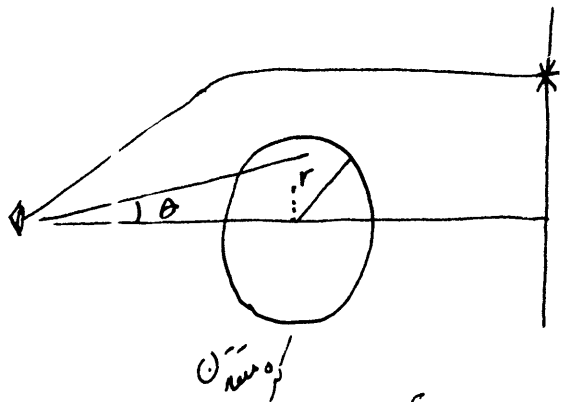
در مقاله زیر ثابت شده است که تعداد تصاویر فرد است.

Burke, ApJ 244, 1981, L1

ایده: چند تصویری از توزیع ماده

Dyer and Roeder APJ 238, 1980, 67

اگر فقط توزیع کروی از ماده داشته باشیم



کره سطح

$$\theta = \beta + \frac{4GM(\theta)}{c^2\theta}\frac{D_{LS}}{D_L D_S}$$

$M(\theta)$: جرمی که داخل شعاعی برابر با پارامتر برخورد

$$\rho = \rho_0 \qquad M(<\theta) = \int \rho\, 4\pi r^2 dr$$

$$= 4\pi\rho \int D_L^3 \theta^2 d\theta = 4\pi\rho D_L^3 \frac{\theta^3}{3}$$

$$\beta = \theta - \frac{16\pi\rho G}{3c^2}\frac{D_{LS} D_L^2}{\theta D_S}\theta^3 \longrightarrow \text{در نتیجه} \quad \beta = \theta - \gamma^2\theta^2$$

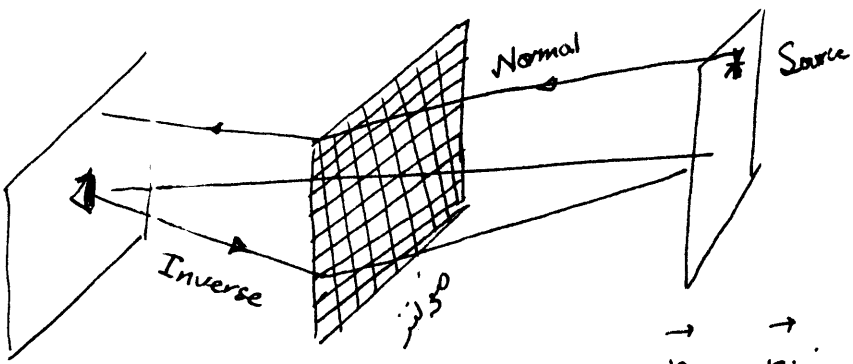
تمرین: اگر $\rho = \rho(r)$ به صورت $\rho = \frac{\rho_0}{1+r^2}$ باشد تعداد تصاویر را بدست آورید.

روش: Inverse-Ray Shooting

n تصویر داریم:

صفحه لنز را به صورت مارپیچ در نظر می‌گیریم

در شکله Invers نور برخلاف حالت عادی از ناظر به صفحه مارپیچ لنزی فرستیم.



$$\vec{\alpha} = \sum_{K=1}^{N} \frac{4GM_K}{c^2} \cdot \frac{\vec{r}_K - \vec{r}_{ij}}{|\vec{r}_K - \vec{r}_{ij}|^2}$$

اگر تعداد لنزها بیشتر از ۲ باشد حل باید به طور عددی انجام شود.

$$\vec{\beta} = \vec{\theta} - \vec{\alpha}$$

$$\vec{\beta} = \vec{\theta} - \sum_{K=1}^{N} \frac{4G m_K}{c^2} \cdot \frac{\vec{\theta}_K - \vec{\theta}}{|\vec{\theta}_K - \vec{\theta}|^2}$$

نور فرستاده شده از ناظر توسط هر یک از عناصر ماتریسی صفحه لنز خمیده می شود و با مقایسه توزیع درخشندگی چشمه می توانیم داده های از ماتریس را انتخاب کنیم که محل تشکیل تصویر باشد.

در مقاله اخیرش که به وسیله یک کهکشان لنزی شود

Source

احتمالاً

بهترین روش Inverse Ray Shooting

حل عددی لنزهای بیش از ۲ است.

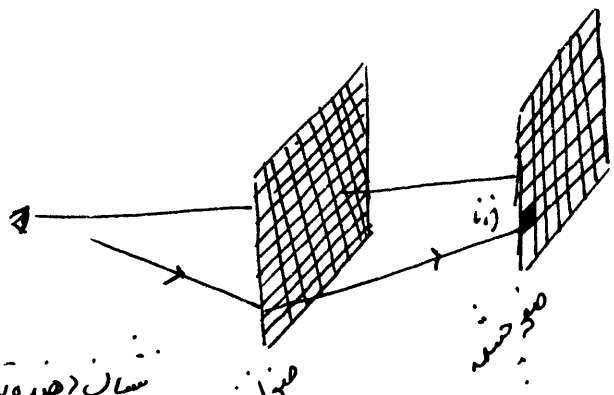
سئوال: چشمه در چه مکانی قرار بگیرد که تقویت نوری نهایت باشد.

Wambsganss - Ph.D. thesis

$$A = \frac{\sum \Delta A_{ij}}{1}$$

تقویت نور

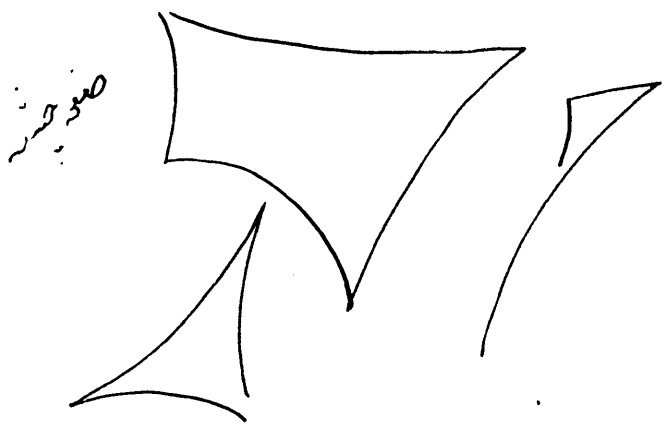
A_{ij} ماتریس در صفحه چشمه



نشان دهنده تعداد نورهایی که به یک پیکسل می رسد

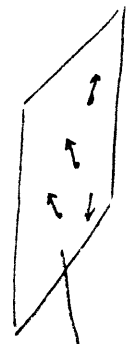
بدین طریق می توان صفحه چشمه را نورپذیری کرد برحسب تعداد پرتوهایی که از صفحه لنز می رسد.

بطور مثال:



یکی از شاخه‌های نسبتاً در همگرایی گرانشی Quasar - Microlensing

ادامه:



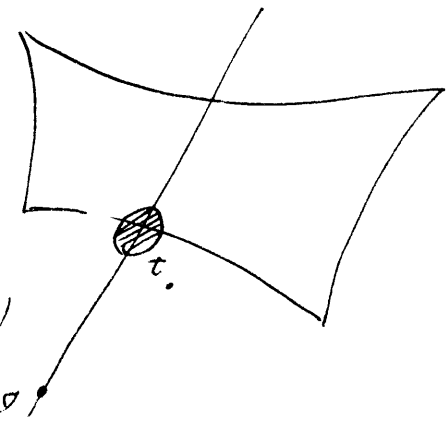
ستاره با سرعت $200\ km/s$

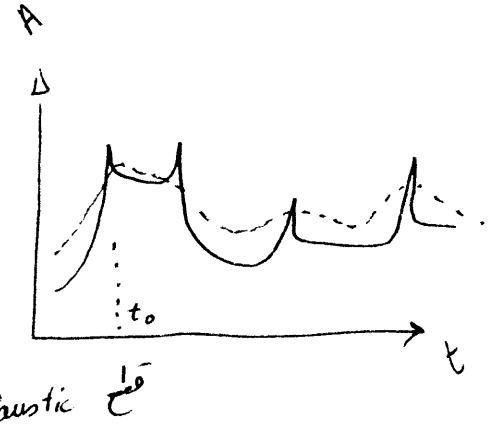
$V = 700\ km/s$ // کهکشان

* n - Caustic

پس تحول Caustic - ها را نگاه می‌کنیم

اگر اختروشی خطوط Caustic را قطع کند تغییرات نور خواهیم داد.

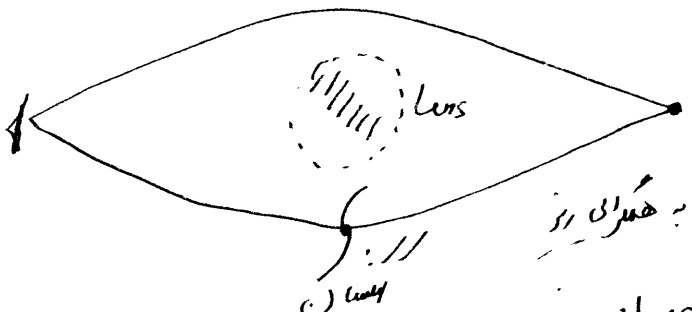




قطع Caustic

نمودار نقطه چین شکلی به اثر نقطه‌ای Source است.

از آنجایی که نور اختروش به صورت ضعیفی تغییر دارد بهترین حالت برای رصد همگرایی اختروش‌ها زمانی است که یکی از تصاویر از داخل کهکشان بگذرد.



قدرت عدسی همگرایی روی اختروش با نسبت به همگرایی روی کهکشان این است که محل چشمه و عدسی را می‌دانیم.

arXiv : 0801.2698

41 Helmut Erdl & Peter Schneider 48A 268, 453-471 (1993) - Fig 3

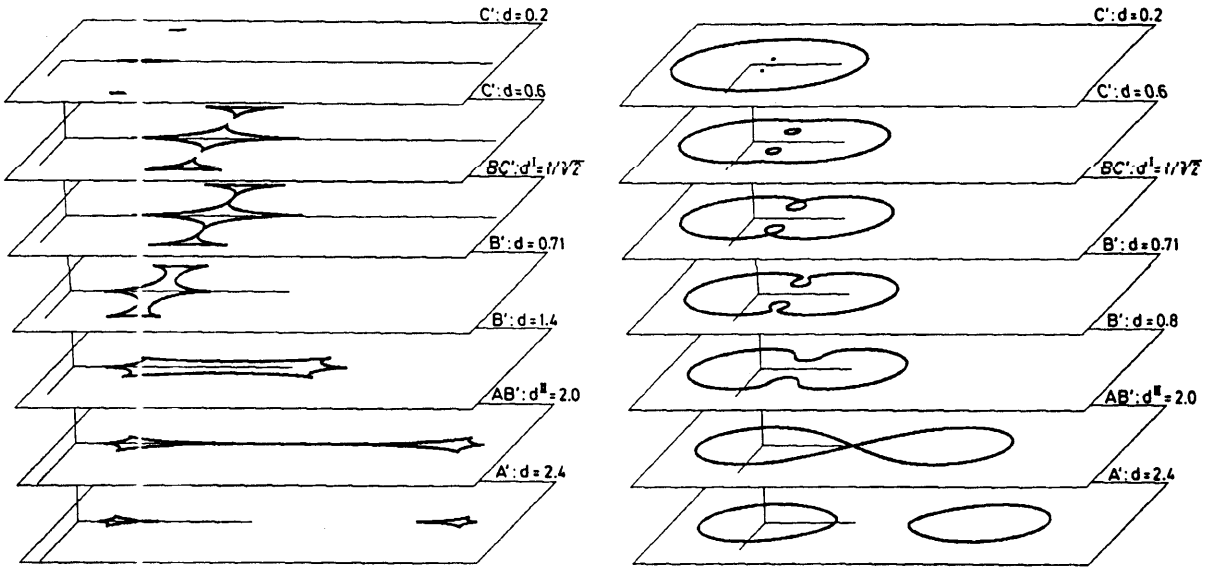


Fig. 3. This figure shows the metamorphoses of critical curves and caustics for the symmetric two point-mass lens ($m_1 = m_2 = 1/2$) on a single lens plane ($\beta = 0$) and for different distances d between the two deflectors m_1, m_2. SW calculated the two different values $d^{\rm I} = 1/\sqrt{2}$ and $d^{\rm II} = 2$, shown on slice BC' and AB',respectively, where the topology of the critical curves and caustics changes. The slices C', which show for $d = 0.2$ and $d = 0.6$ the same topology of critical curves and caustics, illustrate the behaviour of these curves for $d \to 0$.