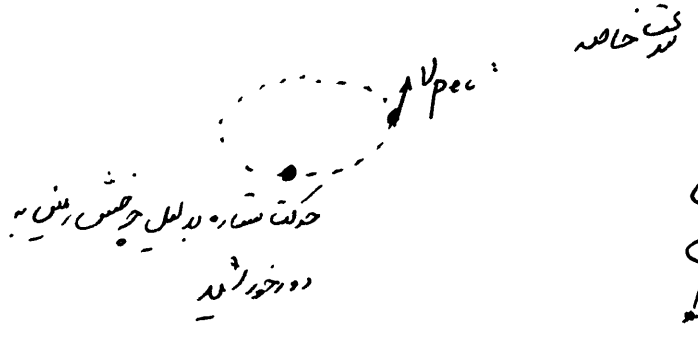
کیهان شناسی - جلسه ۲۰ ۸۷/۳/۴

Astrometry in Microlensing اخترسنجی در ریزهمگرایی

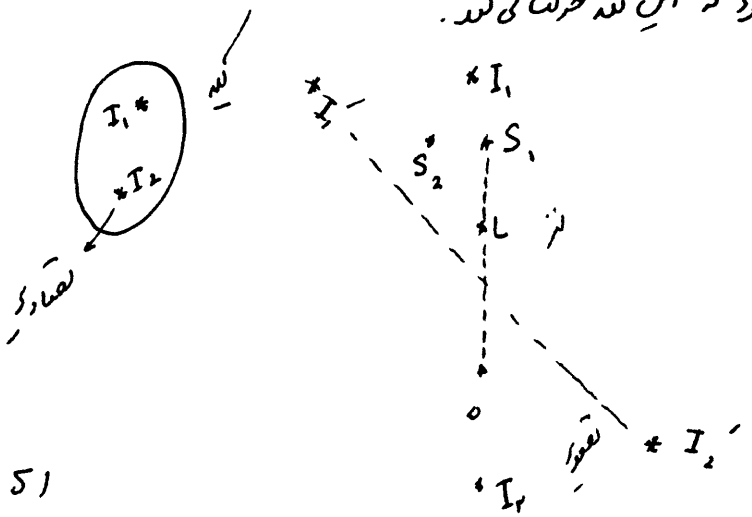
اخترسنجی: تعیین موقعیت اجرام آسمانی و جابجایی‌های آن



در همگرایی گرانشی نیز به دلیل حرکت منبع، محل تصاویر نیز تغییر می‌کند، حتی اگر فاصله مکانی تصاویر کوچکتر از قدرت تفکیک تلسکوپ‌ها باشد به این صورت که ایجاد می‌شود که این لکه حرکت می‌کند.

Resolution ~ as

تصاویر ~ mas



A&A 438, 153 (2005)

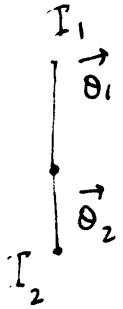
S. Rahvar and S. Ghasemi

تلسکوپ‌های تفکیک کننده

SIM با قدرت تفکیک 10^{-5} as

GAIA

کمیت جدیدی بنام مرکز درخشندگی تعریف می‌کنیم



$$\vec{\theta}_{C.L} = \frac{\vec{\theta}_1 . L_1 + \vec{\theta}_2 L_2}{L}$$

مرکز درخشندگی

حال از این کمیت برای شکست سهمی استفاده می‌شود.

2,

نشان دهنده این نکته که عدسی در چشمه چند فاصله دارد

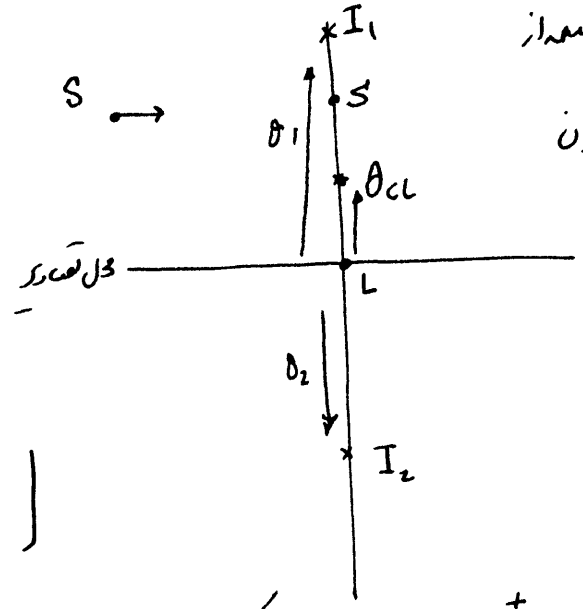
$\delta\theta = \vec{\theta}_{cl} - \vec{\beta}$ تغییر مسیر نور

β: محل چشمه

$u \to \infty \Rightarrow \delta\theta = 0$

زمانی که چشمه دیگر به نظر نمی‌رسد چشمه از دید ما خارج شده و بردار آن

عدسی در چشمه شروع به حرکت می‌کند.



$$\theta^{\pm} = \frac{1}{2}\left[\beta \pm \sqrt{\beta^2 + 4\theta_E^2}\right]$$

$$A^{\pm} = \frac{1}{2}\left[\pm 1 \pm \frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}\right]$$

L_0: در چشمه‌ی ذاتی

صفت بخرج را با تقسیم

$$\begin{cases} A^{\pm} = \dfrac{L^{\pm}}{L_0} \\ A = \dfrac{L}{L_0} \end{cases}$$

$$\theta_{c.l} = \frac{\theta^+ L^+ + \theta^- L^-}{L}$$

$$\vec{\theta}_{c.l} = \frac{\theta^+ A^+ + \theta^- A^-}{A}$$

$$\vec{\theta}_{c.l} = \left(\frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}\right)^{-1} \frac{1}{4}\left\{\left[\beta + \sqrt{\beta^2+4\theta_E^2}\right]\left[1 + \frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}\right]\right.$$

$$\left. + \left(\beta - \sqrt{\beta^2+4\theta_E^2}\right)\left(-1 + \frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}\right)\right\}$$

$$\frac{\vec{\theta}_{c.l}}{\theta_E} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}}\left[\left(u+\sqrt{u^2+4}\right)\left(1+\frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}\right) + \left(u-\sqrt{u^2+4}\right)\left(-1+\frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}\right)\right]$$

$$\theta_{c.l}/\theta_E = \frac{1}{2}\,\frac{u\sqrt{u^2+4}}{2+u^2}\left(\frac{2+u^2}{\sqrt{4+u^2}} + \sqrt{u^2+4}\right)$$

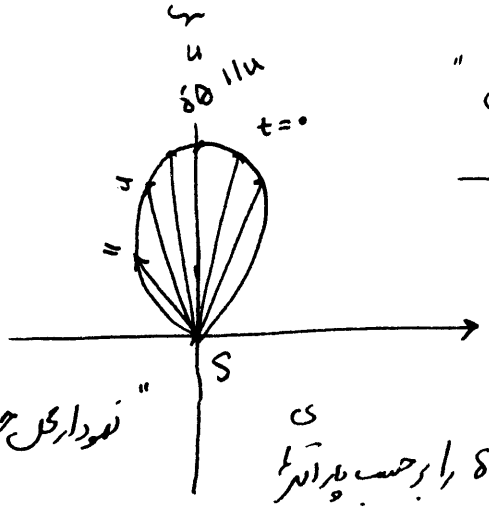
3/

$$\theta_{c.l}/\theta_E = \frac{1}{2}\,\frac{u}{2+u^2}\,(2+u^2+u^2+4)$$

$$\theta_{c.l}/\theta_E = \frac{u}{2+u^2}\,(u^2+3)$$

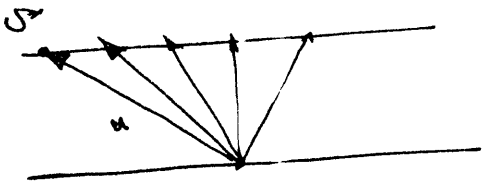
$$\delta\theta = \theta_{c.l} - u \rightarrow \frac{\delta\theta}{\theta_E} = \frac{\theta_{c.l}}{\theta_E} - \frac{\beta}{\theta_E} = \frac{u}{u^2+2}\,(u^2+3) - u$$

$$\boxed{\delta\vec{\theta} = \frac{\vec{u}}{\vec{u}+2^2}\,\theta_E}$$



"تصویر به صورت کیفی است"

"نمودار محل چشمه بر حسب u"



تمرین: نمودار تغییرات $\delta\theta$ را برحسب پارامتر $\frac{s}{}$ برای $t=0$ ، $u_0=0.1$ ، $t_E=50$ رسم کنید

توضیح کنید بدلیل محدودیت قدرت تفکیک ابزارهای رصدی فقط مرکز نقل تغییرات چشمه را میتوانیم اندازه گیری کنیم

$$\frac{d\,\delta\vec{\theta}}{du} = \theta_E\left[\frac{2+u^2-2u^2}{(2+u^2)^2}\right] = 0 \rightarrow u = \sqrt{2}$$

بیشینه جدایی زمانی اتفاق می افتد که $u=\sqrt{2}$ ، $\beta = \sqrt{2}\,\theta_E$

$$\delta\theta_{max} = \frac{\sqrt{2}}{4}\,\theta_E$$

$$\delta\theta_x = \frac{\frac{t}{t_E}}{2+u_0^2+\left(\frac{t}{t_E}\right)^2}\,\theta_E$$

$$u^2 = u_0^2 + \left(\frac{t}{t_E}\right)^2$$

$$\vec{u} = \hat{i}\,\frac{t}{t_E} + \hat{j}\,u_0$$

$$\delta\theta_y = \frac{u_0}{2+u_0^2+\left(\frac{t}{t_E}\right)^2}\,\theta_E$$

41

$$\frac{\delta\theta_x}{\delta\theta_y} = \frac{\frac{t}{t_E}}{u_0} \quad \rightarrow \quad \frac{t}{t_E} = u_0 \frac{\delta\theta_x}{\delta\theta_y}$$

- حال اگر $\delta\theta_{max}$ را اندازه گیری کنیم در اصل زاویه انشتین را اندازه گیری کرده ایم

$$\delta\theta_x = \frac{u_0 \frac{\delta\theta_x}{\delta\theta_y}}{2 + u_0^2 + \left(\frac{\delta\theta_x}{\delta\theta_y}\right)^2} \theta_E$$

$$\delta\theta_y = \frac{\theta_E u_0}{2 + u_0^2 + \left(\frac{\delta\theta_x}{\delta\theta_y}\right)^2 u_0^2} \qquad \frac{D_{OL}}{D_S} = x$$

$$\delta\theta_{max} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{4GM}{c^2} \cdot \frac{D_S - D_L}{D_S D_L}} \rightarrow \delta\theta_{max} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{4GM}{c^2} \cdot \frac{1-x}{D_S x}}$$

از طرف دیگر از اختلاف منظر

$$\pi_E = \frac{1}{\sqrt{M}} \sqrt{\frac{1-x}{x}}$$

$$\frac{\delta\theta_{max}}{\pi_E} = \frac{M}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{G}{c^2 D_S}}$$

از این رابطه می توانیم جرم لنز را تعیین کنیم

پس با جایگذاری در رابطه $\delta\theta_{max}$ می توانیم x را تعیین کنیم، درنهایت از رابطه

$$t_E = \frac{R_E}{v_t} = \frac{1}{v_t} \sqrt{\frac{4GM}{c^2} \frac{D_{OL} D_{LS}}{D_S}}$$

می توانیم v_t را بدست آوریم.

پس تمام کمیت های هندسی زیر مشخص می شوند

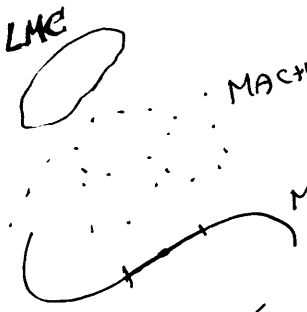
(v_t, M, D_{OL})

مسئله همگرایی ریز MACHO

وجود MACHO ها در هاله کهکشانی می‌تواند نقش ماده تاریک را انجام دهد

تکنیک همگرایی ریز می‌تواند جرم و توزیع فضایی MACHO ها را تعیین کند.

دو گروه MACHO - EROS روی همگرایی ریز کار کرده‌اند



البته نظریه Self lensing نیز وجود دارد بدین معنی که نورهای رویدادهای مشاهده شده در LMC است و نه در هاله کهکشان. این بدین معنی است که MACHO ها نمی‌توانند ماده تاریک را توضیح دهند.

البته مناقشه بر سر همگرایی ریز ستاره‌های بارس همچنان باقی است.