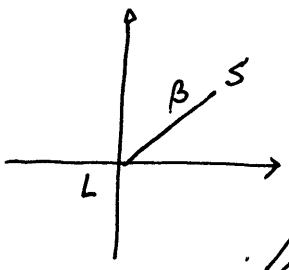
کیهان‌شناسی - جلسه ۱۳ ۸۷/۲/۱۹

$$A = A^+ + A^-$$

$$A = \frac{2+u^2}{u\sqrt{u^2+4}}$$ تقویت نور

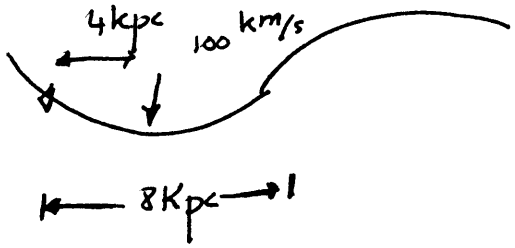
$$u \equiv \frac{\beta}{\theta_E}$$



سرعت ستاره‌ها در کهکشان $v \approx 200\ \frac{Km}{s}$ - سؤال: آیا تقویت نور ما کهکشان دیگر است یا ستاره کهکشان

$$u = \frac{\beta}{\theta_E} \cdot \frac{D_{OL}}{D_{OL}} \rightarrow$$ فاصله ناظر تا لنز

شعاع انشتین



$$m_L = 1\ M_\odot$$

$$R_E = \sqrt{\frac{4GM}{c^2} \cdot \frac{D_{OL} D_{LS}}{D_{OS}}} = \sqrt{2R_S \cdot 2Kpc} \simeq 1 A.U$$

شوارتزشیلد

$$t_E : \text{Einstein Crossing Time} = \frac{R_E}{V_t} \sim 1\ Month$$

V_t : Transverse velocity

سرعت عرضی در دید ناظر

در مدت یک ماه نور وارد کرده شده نور را تقویت می‌کند پس تقویت نور برخلاف حالت کهکشان کیهانی است.

در نتیجه میکرولنز کیهانی دینامیکی است برخلاف همگرایی ضعیف و قوی

ستاره در کهکشان حرکت نوسانی انجام می‌دهد از اثر شتاب دورانی و شتاب نوسانی

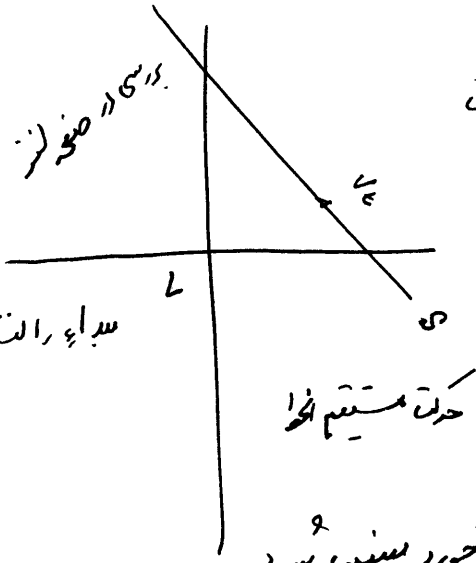
$a_{MOND} \sim 10^{-10}\ m/s^2$ - شتاب ستاره

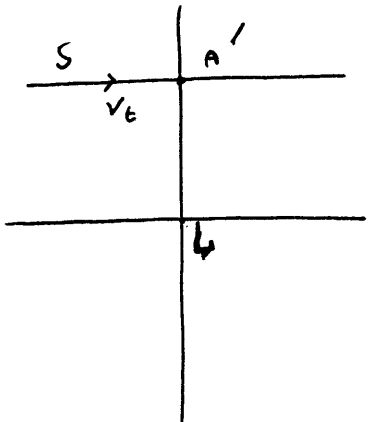
$X = \frac{1}{2} a t^2 \sim 10^{-10} \times (10^6)^2 = 100\ M$ مدار انحراف

مدت زمان یک ماه

قابل درک نظر: پس در یک ماه ستاره‌ها حرکت مستقیم‌الخط دارند!

در نتیجه در همگرایی زیر سنج و لنز حداکثر نه حرکت می کند و سرعت نسبی عددی ثابت کمتر است.



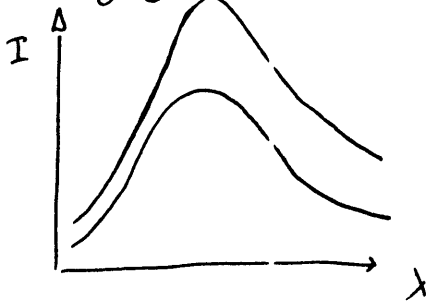


در نقطه A' : ماکزیمم درخشندگی ، پارامتر برخورد مینیمم می شود.

در نقطه A' : متقارن بودن تقویت نور

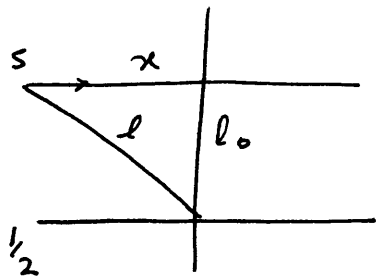
$$A = \frac{u^2+2}{u\sqrt{u^2+4}}$$

تقویت برای تمام طول موج ها رخ می دهد



از آنجایی که مقدار نور، نسبت عکس الست، بستگی به طول موج ندارد بطور مثال در جسم سیاه.

$$u = \frac{\beta}{\theta_E} = \frac{l}{R_E}$$



$$u = \frac{1}{R_E}\left(l_0^2 + x^2\right)^{1/2} = \left(\left(\frac{l_0}{R_E}\right)^2 + \left(\frac{x}{R_E}\right)^2\right)^{1/2}$$

تعریف می کنیم $u_0 \equiv \frac{l_0}{R_E}$ ، $u = \left(u_0^2 + \frac{v_t^2 (t-t_0)^2}{R_E^2}\right)^{1/2}$

$x = v_t (t - t_0)$

$$u = \left(u_0^2 + \left(\frac{t-t_0}{t_E}\right)^2\right)^{1/2}$$

$$A = A(t\ ;\ u_0, t_0, t_E)$$

* تمرین : A را برای پارامترهای زیر رسم کنید

a) $t_0 = 0$ ، $t_E = 20$ day را رسم کنید

$u_0 = 0.1,\ 0.3,\ 0.5,\ 0.7,\ 0.9,\ 1,\ 2$

b) $u_0 = 0.5$ $t_0 = 0$

$t_E = 10, 20, 50, 100$ d

گروه MOA به رهبری Andrew Gould

در سال 1993 اولین پدیده ریزعدسی Alcock et al. 1993 - Nature

تمرین: از برنامه Curve expert استفاده کنید. دستور

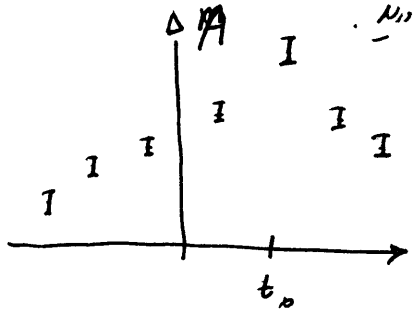
http://www.macho.mcmaster.ca/Data/ttfs.html

به LMC نگاه کرده اند.

LMC1 .... Data (ذخیره کردن داده ها

m_B , m_R , t , error m_B , error m_R

منحنی پالحینسکی را برازش کنید. u_0 , t_E , t_0 را بدست آورید.



F_{BL} : base line

$F(t) = A(t) F_{BL}$

$$M - 2.5 \log F = -2.5 \log A - 2.5 \log F_{BL} + M$$

$$m(t) = m_{bl} - 2.5 \log A(t)$$

$$A(t, u_0, t_0, t_E)$$

با حذف منفعه تقویت شده نور ستاره، تغییرات ستاره را با برازش منحنی خط راست بدست آورید. (m_{bl})

مقایسه با مقاله Alcock et al. 1997 ApJ 486, 697

adsabs

تنها پارامتری که شناور است t_E می باشد

$$t_E = \frac{R_E}{v_t} = \frac{1}{v_t} \sqrt{\frac{4GM_L}{c^2} \frac{D_{OL}(D_{OS} - D_{OL})}{D_{OS}}}$$

4 پارامتر آزاد

M

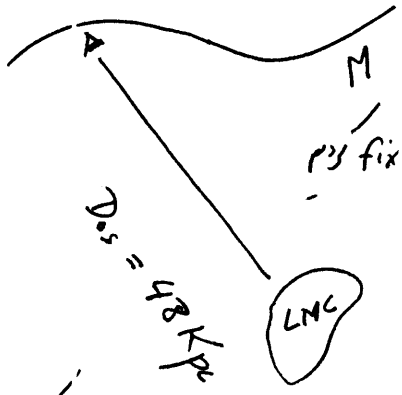
D_{OL}

D_{OS}

v_t

$$t_E = f(v_t, M_L, D_{OL})$$

تابعی



کلا آماری باید انجام داد. تاج توزیع برای سرعت (Galactic dyn.)

سپس با شبیه سازی مدل پیش فرض را چک می کنیم.

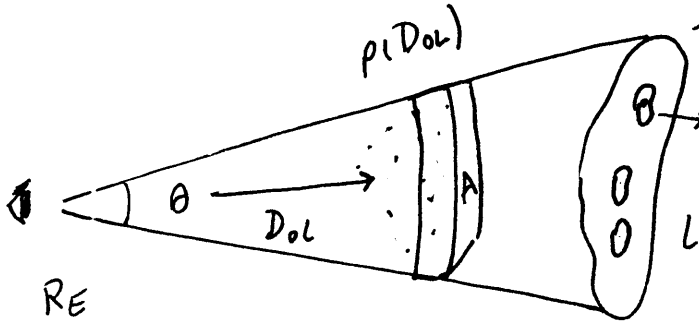
با استفاده از اثرهای مانند اختلاف منظر می توان درجات آزادی را کم کرد، از این روش برای پیدا کردن سیاهچاله ها استفاده می شود.

در ابتدا هدف ریز همگرایی گرانشی، پیدا کردن ستاره های نارس است که در هاله کهکشان وجود دارند

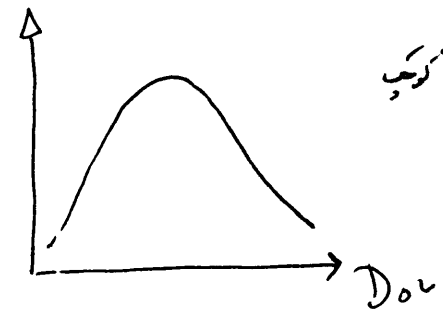
MACHO: Massive Astrophysical Compact Halo Objects.

سوال: احتمال مشاهده پدیده ریز همگرایی چقدر است؟

چند تا از ستاره های LMC، همگرایی رخ می دهد



$$R_E = \sqrt{\frac{4GM}{c^2}\frac{D_{OL}(D_{OS}-D_{OL})}{D_{OS}}}$$



کوچک $D \cong D_{OL} \rightarrow R_E \sim 0$

$D \cong D_{OS} \rightarrow R_E \sim 0$

$\rho(D_{OL})$ چگالی ستاره های نارس

چون تواصل ستاره از هم بسیار زیاد است، احتمال این که شعاع انشتین هم پوشانی داشته باشد تقریبا صفر است.

$$dN = A\, dD_{OL} \left(\frac{\rho}{M}\right) \rightarrow \text{چگالی جرمی}$$

نمودار کلاسی + سطح مقطع

$n =$ چگالی عددی

$$dS_{RE} = dN\, \pi R_E^2$$

5

$$dS_{RE} = A\, dD_{OL}\, \frac{\rho}{m}\, \frac{4\pi}{c^2}\, G m \frac{D_{OL}(D_{OS}-D_{OL})}{D_{OS}}$$

احتمال رخداد مستقل از Mass-function نزاست.

$$\frac{dS_{RE}}{A} = d\tau \quad \text{(احتمال اخداد)} \qquad dN_{event} = d\tau \cdot N_{bg}$$

↓ عمق نوری

$$d\tau = \frac{4\pi G}{c^2} \frac{D_{OL}(D_{OS}-D_{OL})}{D_{OS}}\, dD_{OL}\, \rho(D_{OL})$$

$$\tau = \frac{4\pi G}{c^2} \frac{1}{D_{OS}} \int D_{OL}(D_{OS}-D_{OL})\, dD_{OL}\, \rho(D_{OL})$$

قبل از ی سعی می خواهیم مرتبه مقداری را ی سعی کنیم.

$$\tau \sim \frac{G M_{halo}}{c^2 D_{OS}} = \left(\frac{V_{rot-Dis}}{c}\right)^2 = \left(\frac{200\ km/s}{300{,}000\ km/s}\right)^2 \sim 10^{-6} \times 5$$

اگر تمام هاله کهکشان از MACHO تشکیل شده باشد از 10 میلیون ستاره نگاه کنیم 5 رخداد را مشاهده می کنیم.

پس از ۱ سال رصد LMC !!

Tisserand et al. astro-ph/0607207