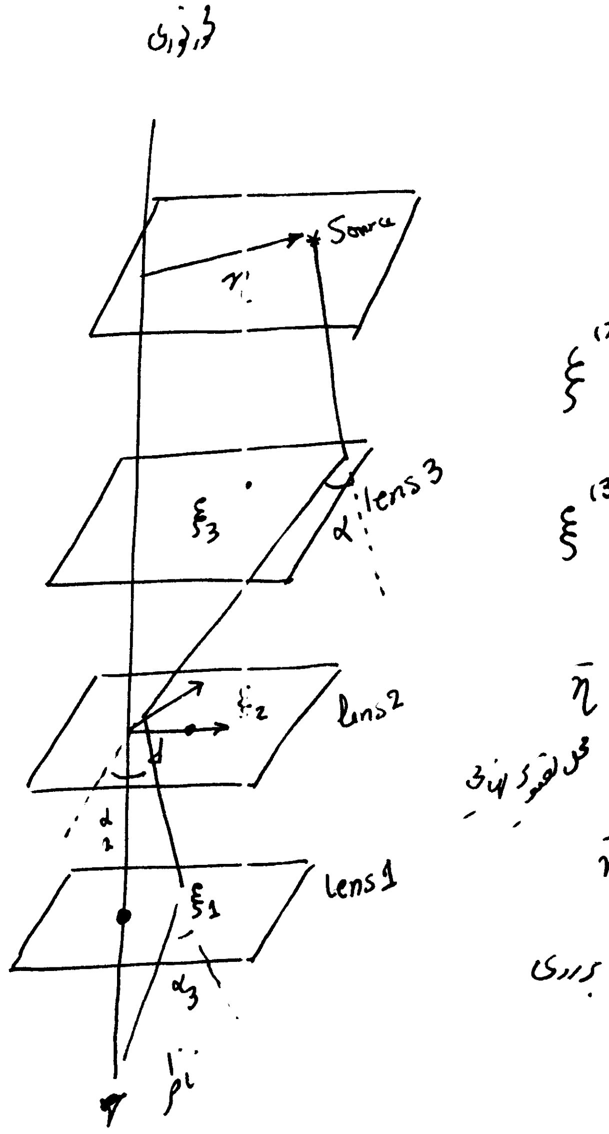
کیهانشناسی جلسه ۱۹ ۸۷/۲/۳۰



حل مسئله ۳ عدسی، همگرای زیر

ارائه: توسط خانم نورایی، تز کارشناسی ارشد

۱- معادله لنز برای ۳ عدسی

$$\xi^{(2)} = \frac{D_2}{D_1}\xi^{(1)} - D_{12}\,\alpha_1(\xi^1)$$

$$\xi^{(3)} = \frac{D_{13}}{D_{12}}\xi^{(2)} - D_{23}\,\alpha_2(\xi^2)$$

$$\bar{\eta} = \frac{D_{2s}}{D_{23}}\xi^{(3)} - D_{3s}\,\alpha_3(\xi^3)$$

$$\bar{\eta} = \frac{D_s}{D_1}\bar{\xi}^{(1)} - D_{1s}\alpha_1 - D_{2s}\alpha_2 - D_{3s}\alpha_3$$

منحنی بحرانی: مکان هندسی نقاطی است روی صفحه عدسی زمانی که چشمه بر روی Caustic ها قرار بگیرد

۲- طبقه بندی منحنی بحرانی برای ۳ لنز

ماتریس تبدیل، ژاکوبین تبدیل

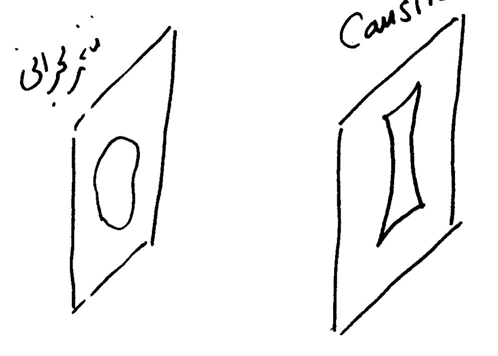
$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial y} \\ \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial y} \end{vmatrix}$$

چشمه $= (u, v)$

تصویر $= (x, y)$

$J = 0$ تقویت نوری بی‌نهایت ⟶ منحنی بحرانی بدست می‌آید

اگر نقاط منحنی بحرانی را در معادله لنز قرار دهیم ⟶ Caustic ها - سوختگی ها بدست می‌آید.



با تغییرات توپولوژیک منحنی های بحرانی می توانیم تغییرات Caustic را بررسی کنیم.

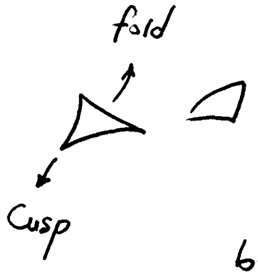
تغییرات توپولوژیک منحنی های بحرانی بستگی به پارامترهای همگرایی برش دارد مثلاً شکل لنزها

در بررسی منحنی های بحرانی از Catastrophe theory استفاده می کنند. (به این معنی که تغییر جزئی پارامترها مسئله تغییرات زیادی در نتایج ایجاد می کند.)

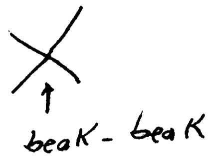
دسته بندی سوختیک

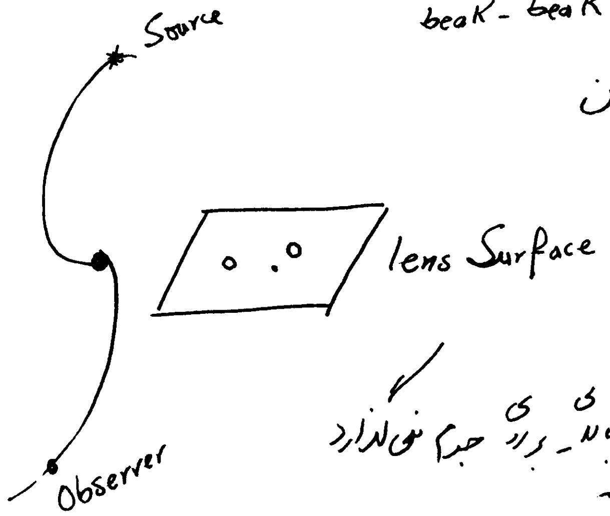
1) fold

2) Cusp



3) beak - beak





۴- شبیه سازی دوتایی + سیاره در یک صفحه در کهکشان

بررسی Caustic ها، تعداد دفعاتی که چشمه Caustic را قطع می کند.

مزیت روش فوق نسبت به روش احتمالی این است که حد بالایی برای جرم نمی گذارد

البته از نظر آماری احتمال رخ دادن این رویداد بسیار کم است

مطالعه ساختار کهکشان با استفاده از داده های ریزهمگرایی گرانشی :

می توان با استفاده از تلسکوپ ها در طیف موج الکترومغناطیسی ساختار کهکشان را بررسی کرد ولی مشکل اساسی این است که در کهکشان مقدار زیاد ستاره تاریک (مانند کوتوله قهوه ای) داریم که جرم کمتر از $0.08 M_\odot$ است و از خود نور نمی دهند از این رو از همگرایی گرانشی ریز استفاده می کنیم

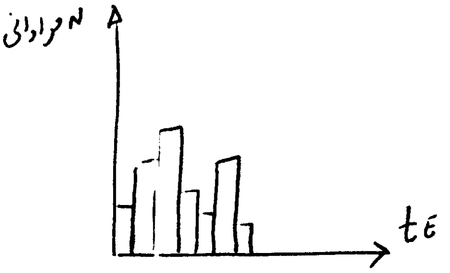
مشکل دوم تلسکوپ ها، قدرت تفکیک کم در مادون قرمز است.

معایب همگرایی گرانشی وجود تبهگنی در جرم لنز M_L، فاصله لنز D_L و سرعت گذار V_t، که برای رفع مشکل تبهگنی مسئله را به صورت آماری بررسی می کنیم.

در مساحت های کوچکی می توانیم

۱ـ عمق نوری : N رویداد با زمان گذر اینشتین t_E

$$\tau = \frac{2}{\pi} \frac{\sum \frac{t_E}{\epsilon(t_E^{(i)})}}{T_{obs} N_{bg}}$$

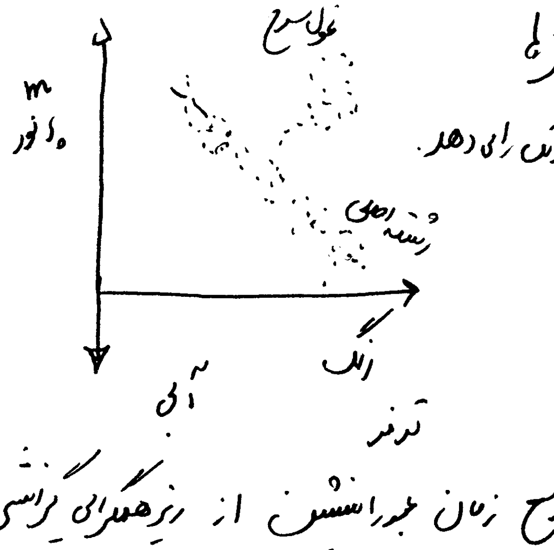


۲ـ توزیع زمان عبور اینشتین t_E

۳ـ نمودار قدر - رنگ ستارگان

اندازه گیری رنگ ها توسط فیلترها

اختلاف قدر در دو فیلتر رنگ را می دهد.



عمق نوری و توزیع زمان عبور اینشتین از ریزهمگرایی گرانشی بدست می آید.

نمودار قدر - رنگ سهم گاز را نشان می دهد. هر چقدر جلوتر رفته باشیم در کهکشان غبار فراوان باشد به همان نسبت غبار زیاد است.

به فرض ثابت بودن نسبت فلزیت (Metalicity):

$$\frac{n_Z}{n_t} = const = Z$$

در تمام کهکشان ثابت است.

$$n_Z = Z n_t$$

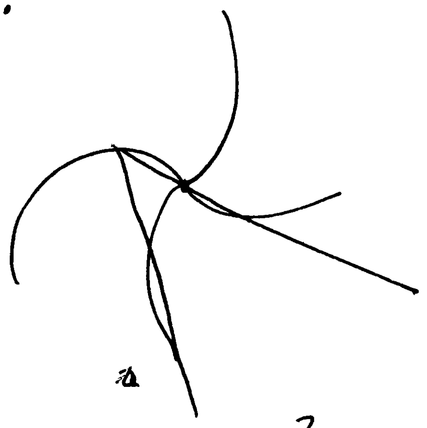
هر چقدر حجم کل زیاد شود، غبار زیادی شود بدین ترتیب به دلیل پراکندگی، کم سوی "extinction" و سرخ گرایی "Redening" ستاره های شود. که می توان n_t را اندازه گیری کند.

در نگاه کردن به کهکشان با توجه به تغییرات سرخ گرایی می توان ساختار کهکشان را مطالعه کرد. هر چقدر سرخ گرایی شدید باشد تاریکی بیشتر است

$$\Sigma = \int n\,dx$$

چگالی سطحی

- مدل کهکشانی انتخاب می کنیم سپس داده های ریزهمگرایی را شبیه سازی می کنیم.



چگالی هیدروژن متناسب با چگالی ستاره ها است

روش حل مسئله

۱- انتخاب مدل برای کهکشان

$$\rho = \rho_0 \, e^{-\frac{Z}{|n|}} \, e^{-\frac{R-R_0}{R_c}}$$

چگالی استوانه ای از مرکز کهکشان

$R_0 = 8$ Kpc فاصله خورشید تا مرکز کهکشان $\qquad \rho_0 = 0.08 \frac{M_\odot}{pc^3}$

$R_c = 3$ Kpc

۲- توزیع ستاره ها . Mass function

فراوانی ستاره ها برحسب جرم Chabrier-2003 A&A

$$\frac{dN}{dM} \propto M^{-1.35}$$

۳- فلزیت ۴- چگالی هیدروژن n_H

برای اینکه مدل دقیق تر باشد می توان بازو اضافه کرد.

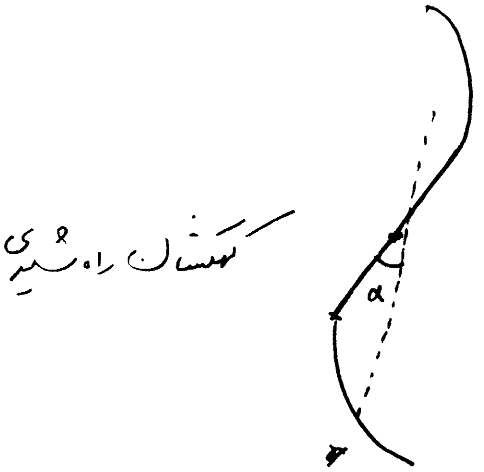
سپس ریزهمگرایی گرانشی را شروع می کنیم. سپس عمق نوری - توزیع t_E و نمودار قدر رنگ ستارگان را بدست می دهیم.

به عنوان نمونه های شبیه سازی از داده های هیپارخوس استفاده می کنیم که بانک داده های کاملی از رنگ و قدر ستاره ها است. سپس پارامترهای مسئله را تغییر می دهیم تا بهترین برازش را با داده های تجربی داشته باشد

در این صورت بهترین مدل کهکشان را بدست می آوریم.

همچنین به این روش می توانیم چگالی هیدروژن را بدست آوریم.

با استفاده از داده های ریزهمگرایی پی می بریم که ساختار هسته کهکشان دارای بار (bar) - میله است.

میله به معنی وجود چگالی بالاتر است، α زاویه دید ما تا بار هسته کهکشان

که این زاویه خود پارامتر آزاد مسئله است.