

Via Láctea



Nome dados a faixa nebulosa que cruza o céu na direção norte-sul e pode ser observada a olho nu.

Esta faixa é parte de um sistema estelar gigantesco, do qual forma parte o sistema Solar, também conhecido como a Galáxia.

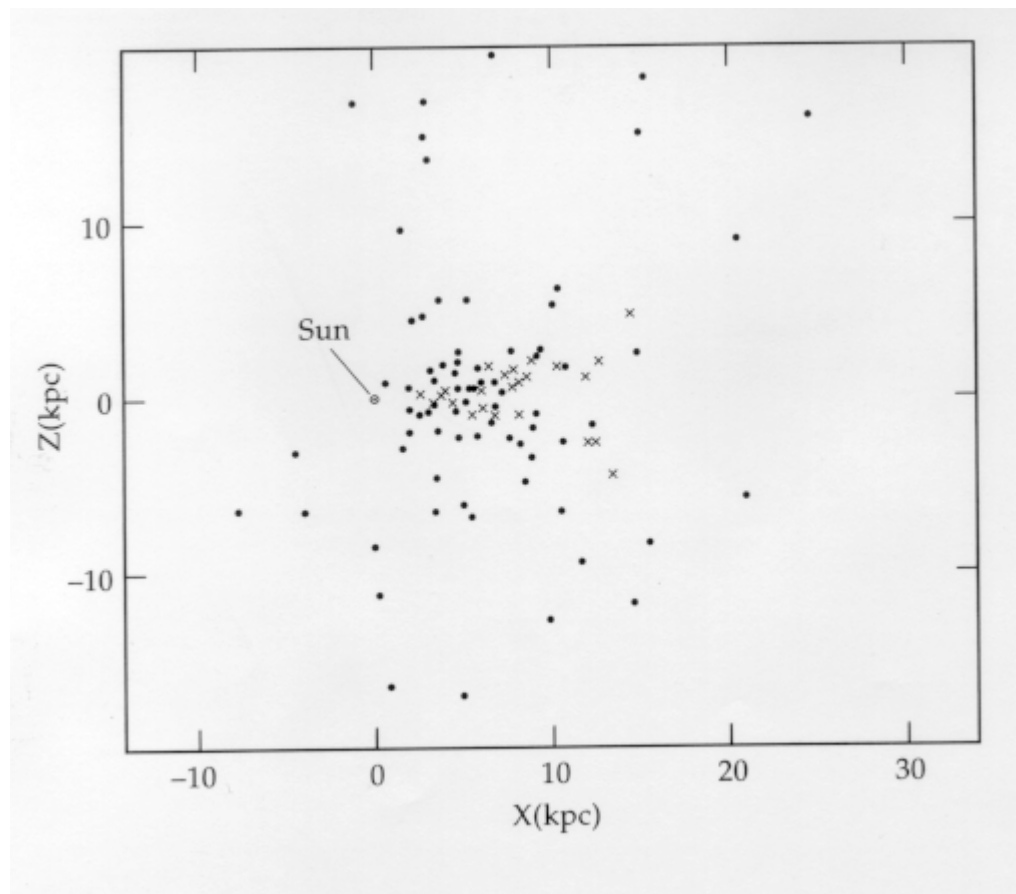
No século XVII Galileo Galilei descobriu que a Via Láctea era composta por milhões de estrelas.

.Em 1900 Jacob Kapteyn estima por primeira vez seu tamanho aproximado (10.000 parsecs), determinando a densidade de estrelas.

O tamanho verdadeiro foi determinado por Harlow Shapley, em 1920, mediante a distribuição dos aglomerados Globulares.

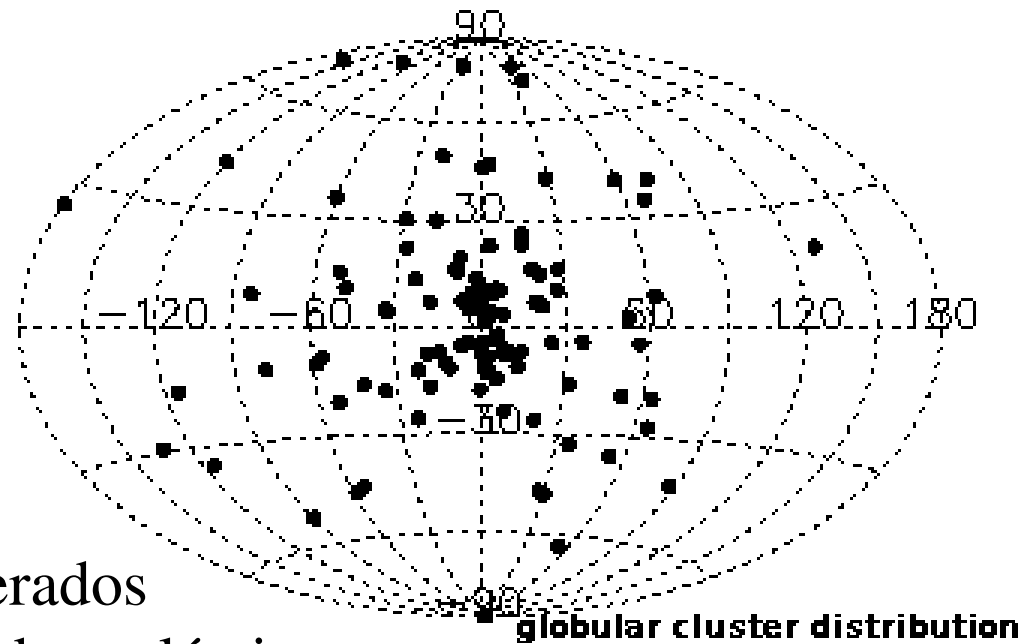
Determinação do tamanho real da Via Láctea

Em 1920 Harlow Shapley, observando de estrelas RR Lyrae determinou a distância dos aglomerados Globulares. Mostrou que a distribuição dos aglomerados é esférica e o Sol dista 15 kpc do centro





Aglomerado Globular ,
Sistema estelar formado
por estrelas velhas,
idade 10^{10} anos

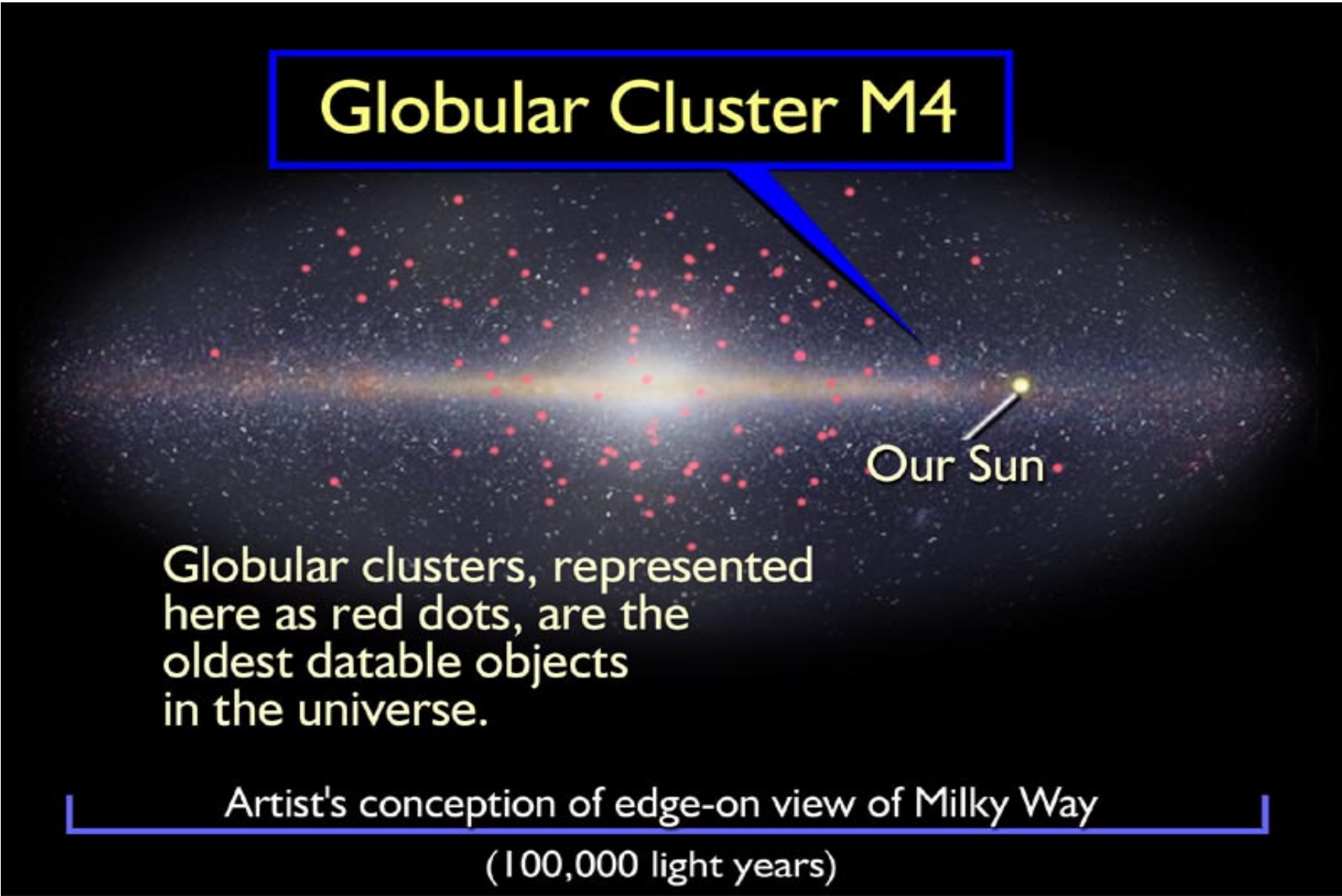


Distribuição dos aglomerados
No sistema de coordenadas galácticas

Miriani Pastoriza

Globular Cluster M4

Our Sun

An artist's conception of an edge-on view of the Milky Way galaxy. The galaxy is shown as a horizontal band of light with a bright central bulge. Numerous red dots, representing globular clusters, are scattered throughout the galaxy. A single yellow dot, representing the Sun, is located on the right side of the galaxy, with a white line pointing to it from the label 'Our Sun'. A blue box at the top contains the title 'Globular Cluster M4', with a blue arrow pointing from the box to a red dot in the galaxy.

Globular clusters, represented here as red dots, are the oldest datable objects in the universe.

Artist's conception of edge-on view of Milky Way

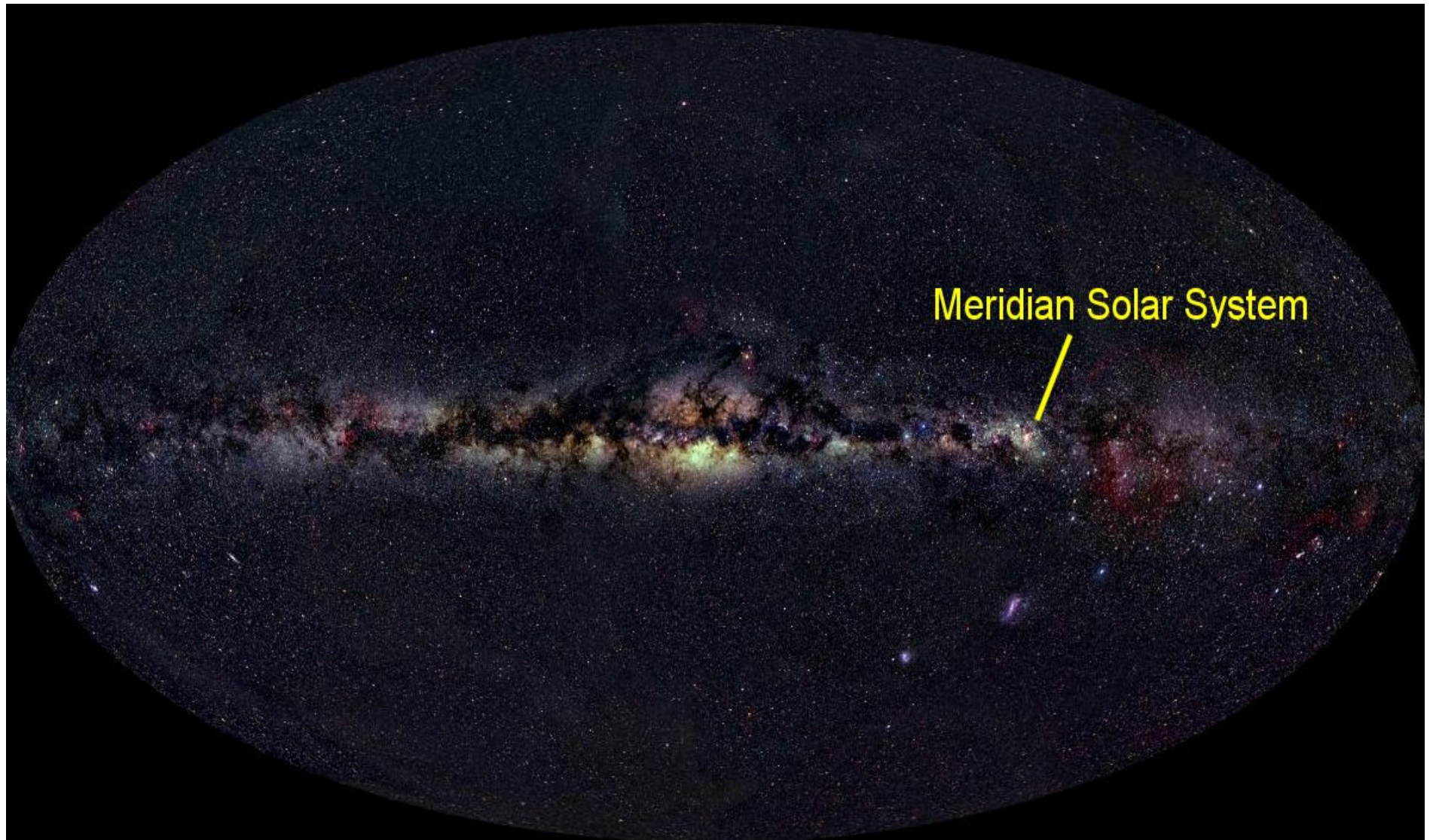
(100,000 light years)



Imagem na luz Infravermelha
do plano Galáctico

Mosaico da Região de
escorpião e Sagitário
Centro da Galáxia

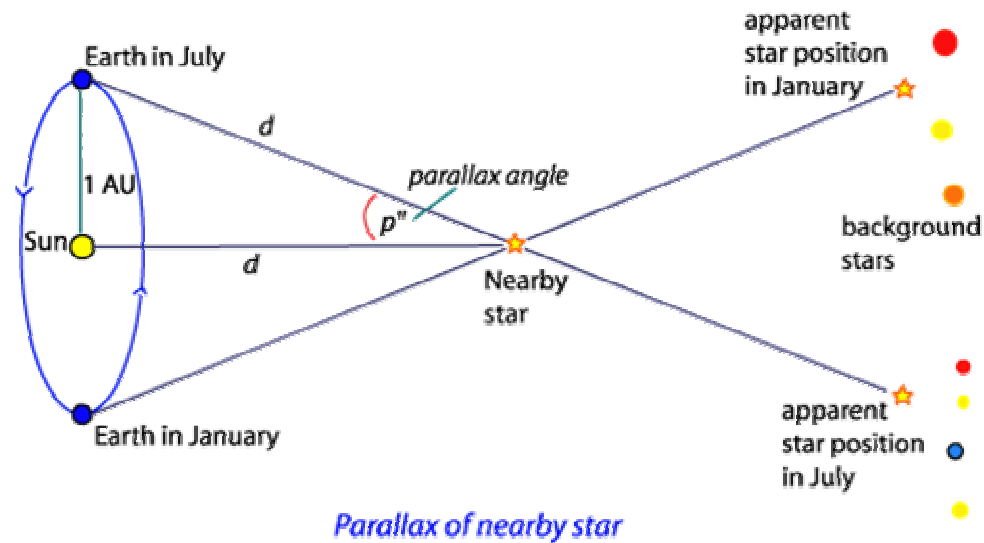




Esta vista panorâmica do Céu foi montado com 51 imagens de grande abertura angular. Cada imagem foi transformada para coordenadas cartesianas baseadas em coordenadas galácticas .

Miriani Pastoriza

Paralaxe trigonométrica



Movimento angular das estrelas próximas ocasionado pela translação da Terra em torno do Sol .

- $\text{tg } p = \text{Unidade Astronômica} / d \sim p = \text{UA} / p \quad p < 1 \text{ grão}$

- $d = \text{UA} / p(\text{Rad})$ distancia medida em UA

-Definimos 1 Parsec a distancia de uma estrela que tem a paralaxe de $1''$

$d = \text{UA} / p(\text{R}) = \text{UA} / 4.8 \times 10^{-6}$ (de arco segundos) = 206265 UA

= 3.0857×10^{16} m

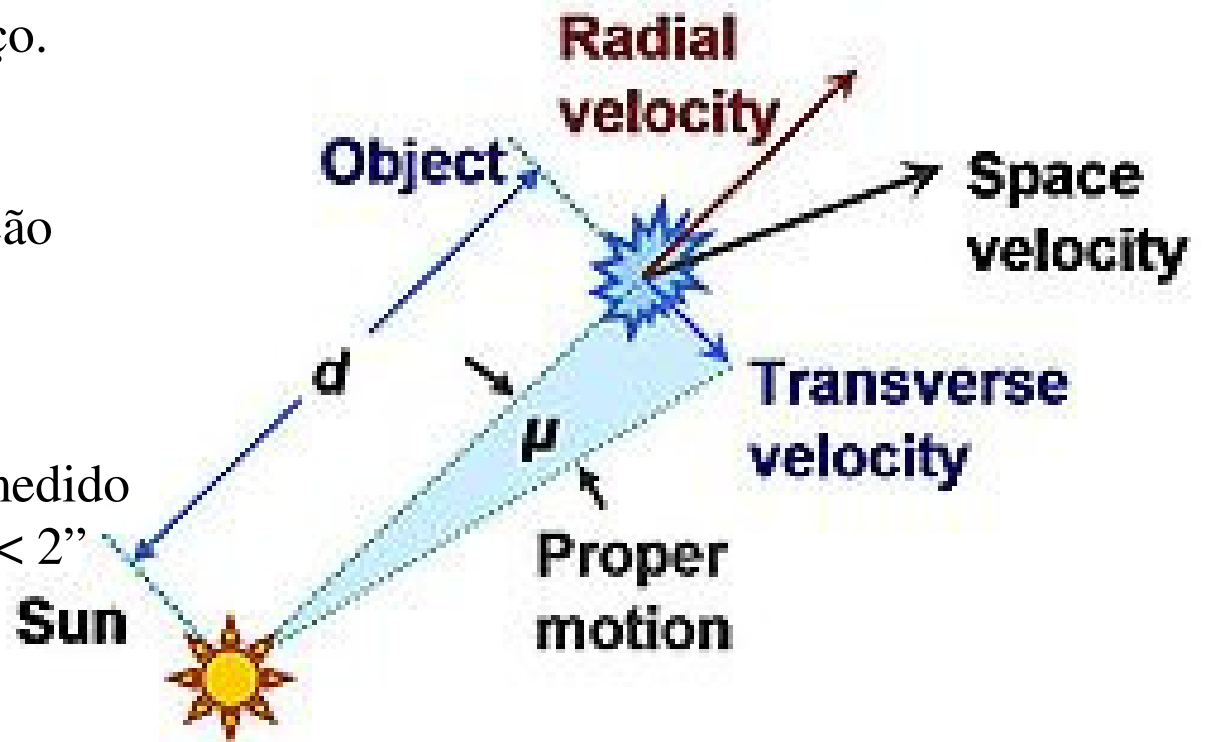
Movimento próprio das estrelas

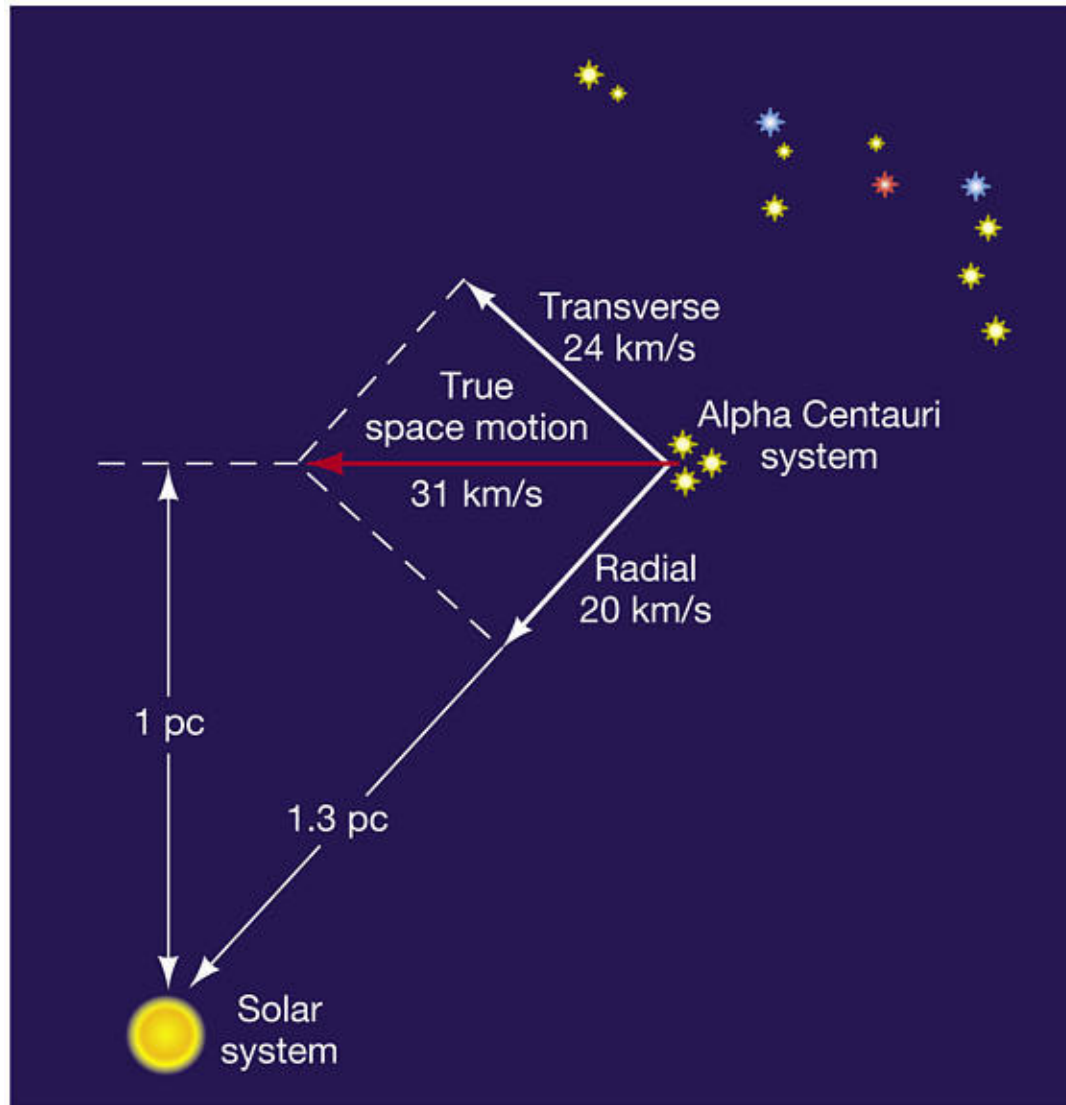
Movimento espacial das estrelas causado pelo movimento do Sol no espaço.

- V_r , velocidade radial
componente de V , na direção Sol-Objeto

- V_t , Velocidade tangencial
- μ , deslocamento angular medido em segundos de arco / ano $< 2''$

$$\sim \mu = V_t/d \quad d = V_t/\mu$$



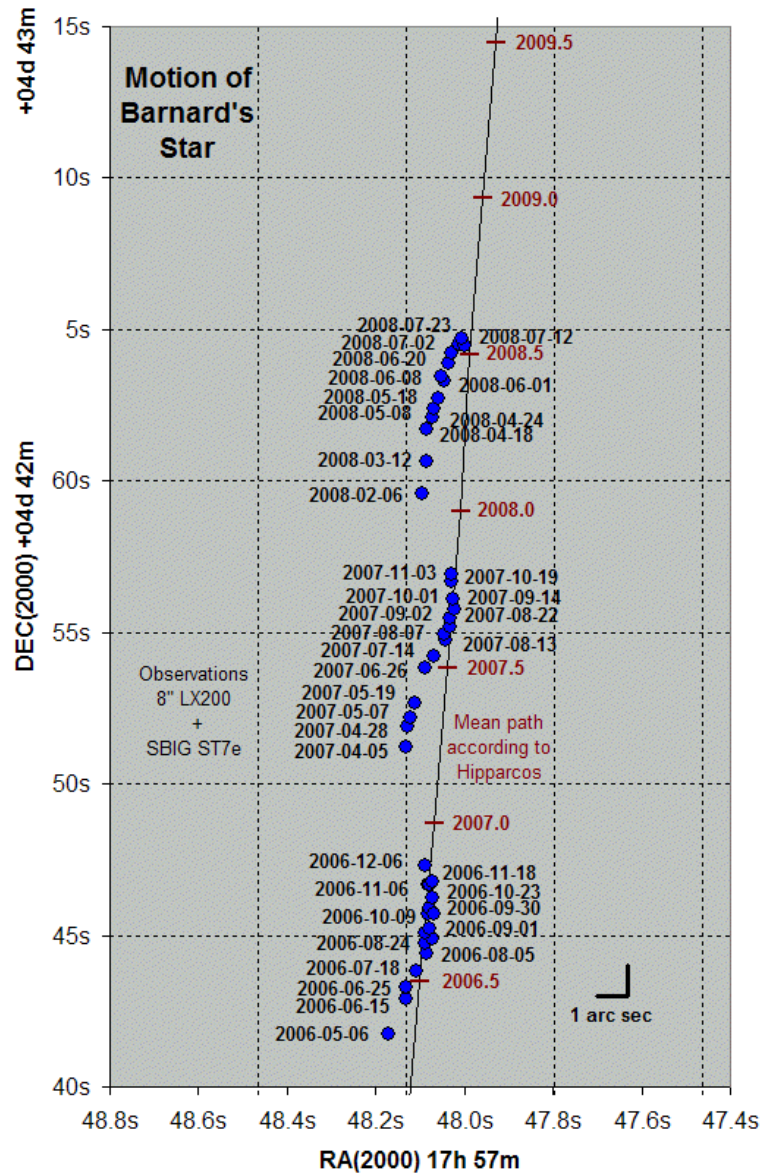


Animação das estrelas de Bernard

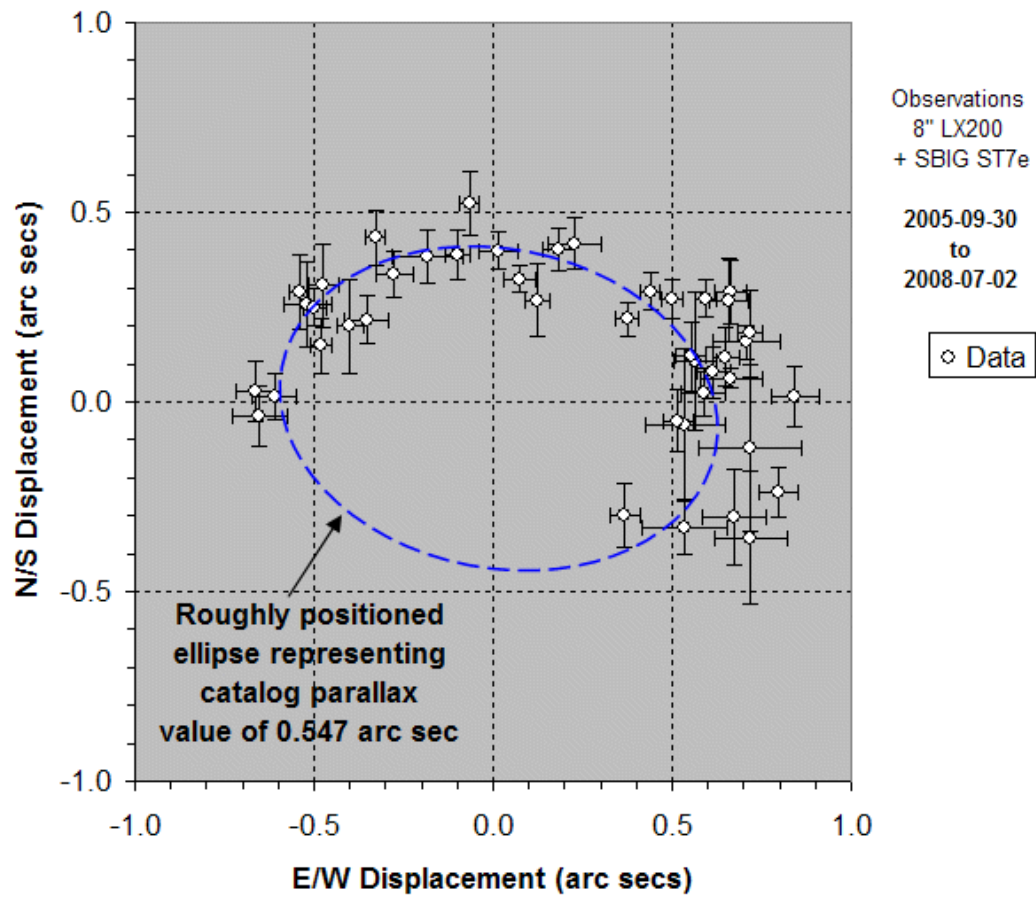


Miriani Pastoriza

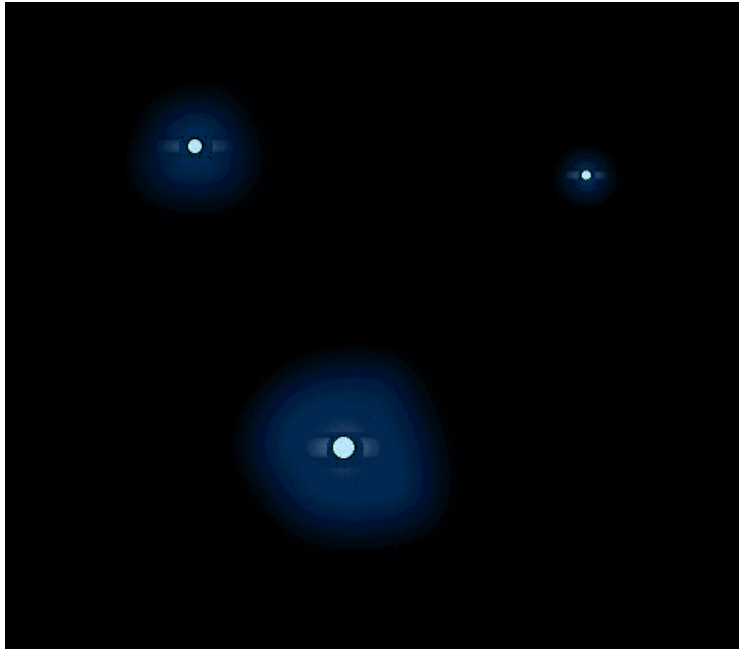
Movimento proprio das estrelas das estrelas



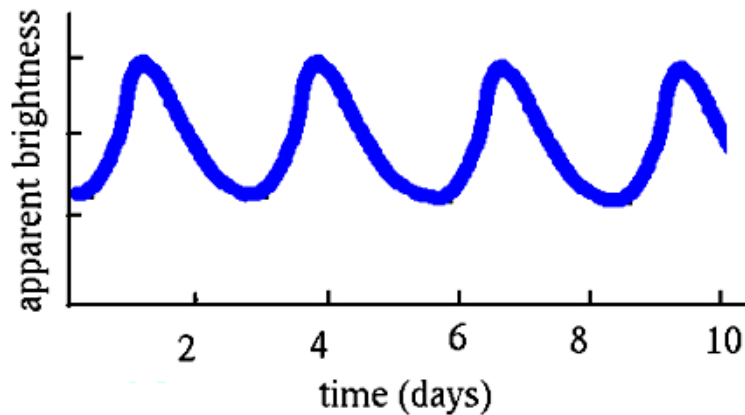
Barnard's Star - Parallax Plot
Displacement relative to position on
2006-05-06, corrected for proper motion



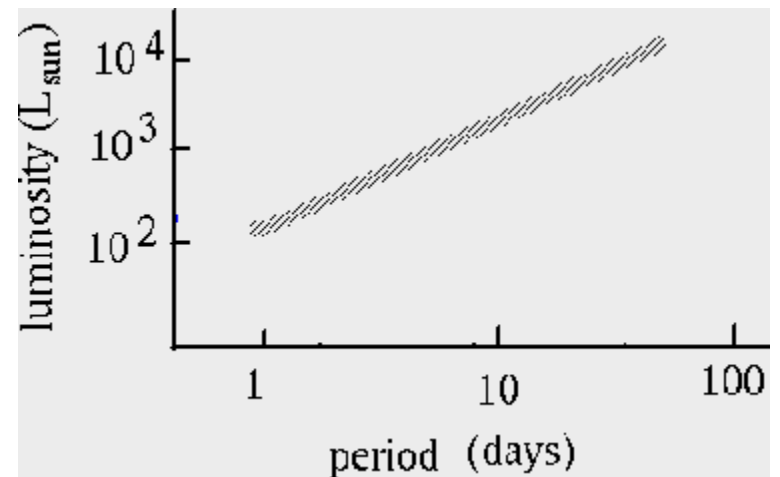
Estrelas Cefeidas



São estrelas que expandem e contraem periodicamente as camadas mais externas de sua atmosfera, o que produz variações de emissão de luz.

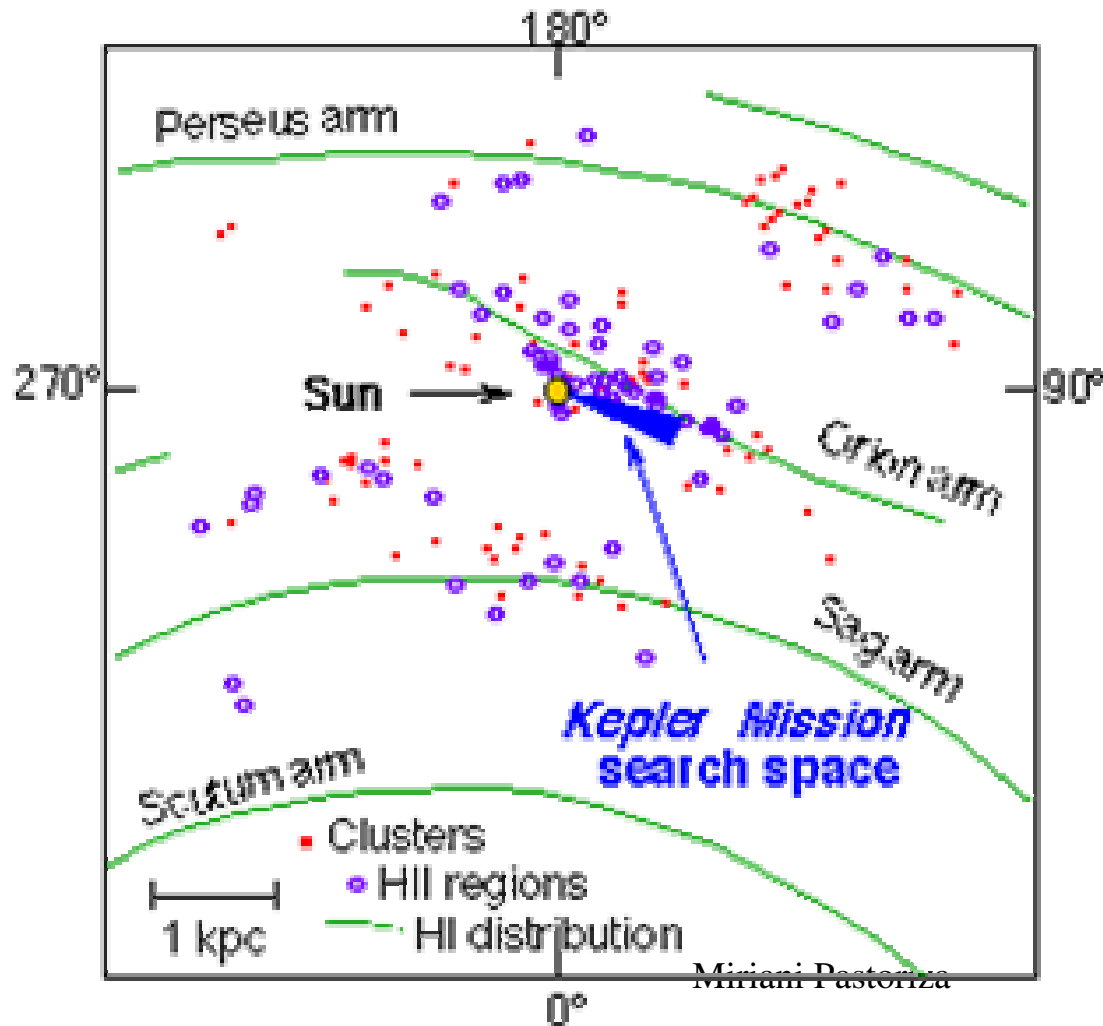


Curva de luz

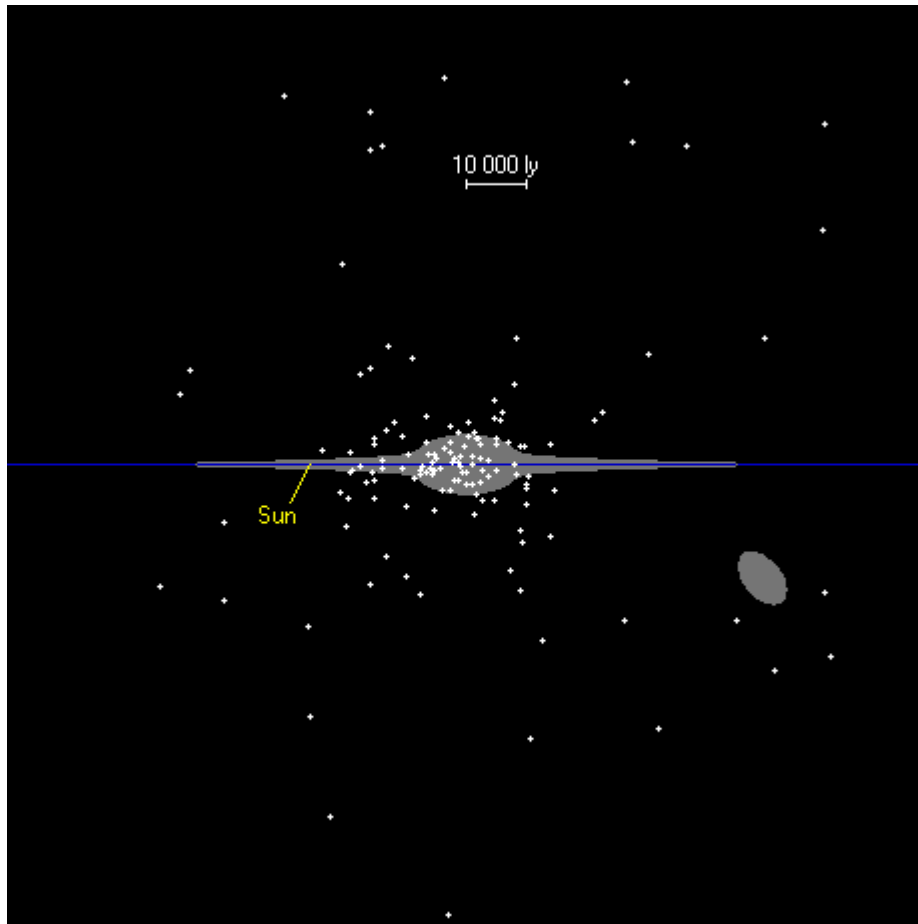


$$M_v = -2.76 \log P(\text{dias}) - 1.4$$

Distribuição no plano Galáctico dos aglomerados abertos , regiões de formação estelar e estrelas jovens (idade $< 10^7$ anos)

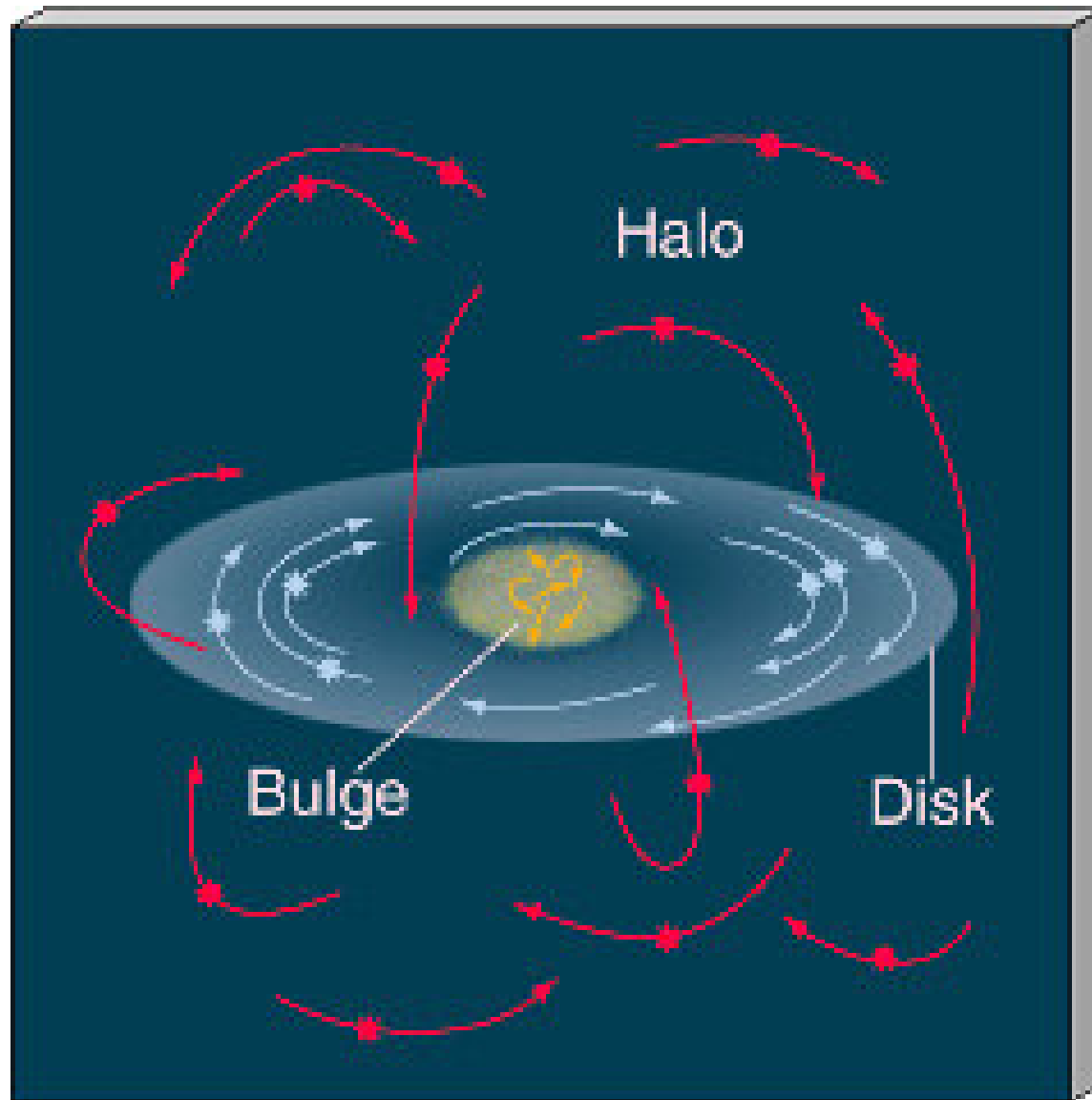


Distribuição dos aglomerados globulares e estrelas velhas (Idade $> 10^9$ anos)

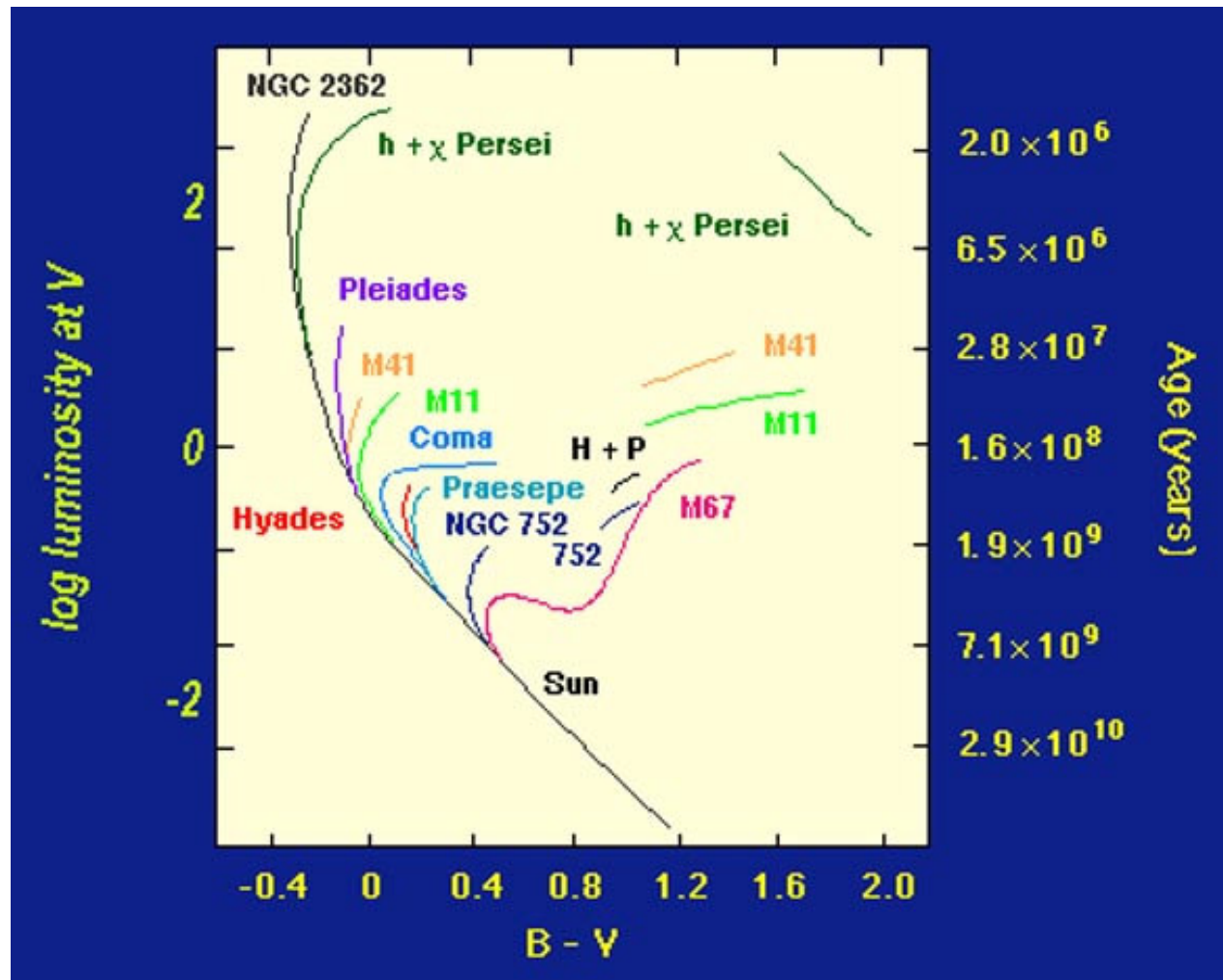


Miriani Pastoriza

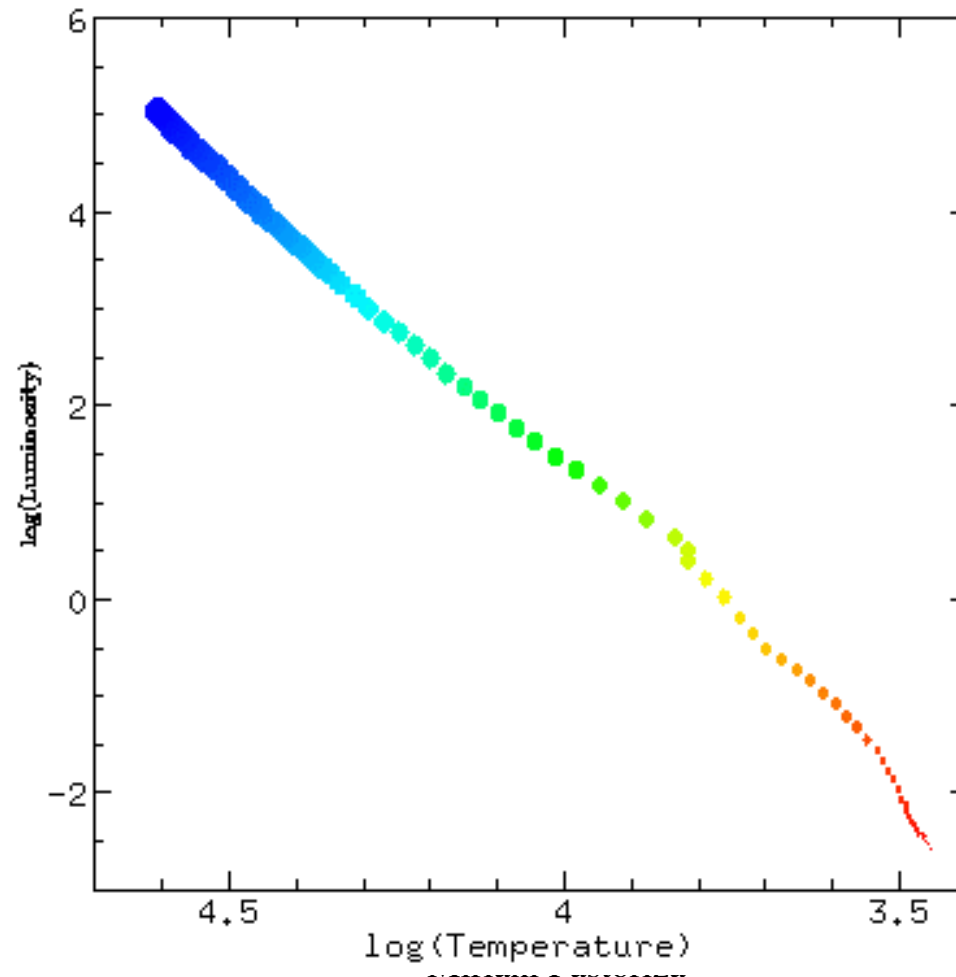
Cinemática das estrelas do Halo e do disco da Galáxia

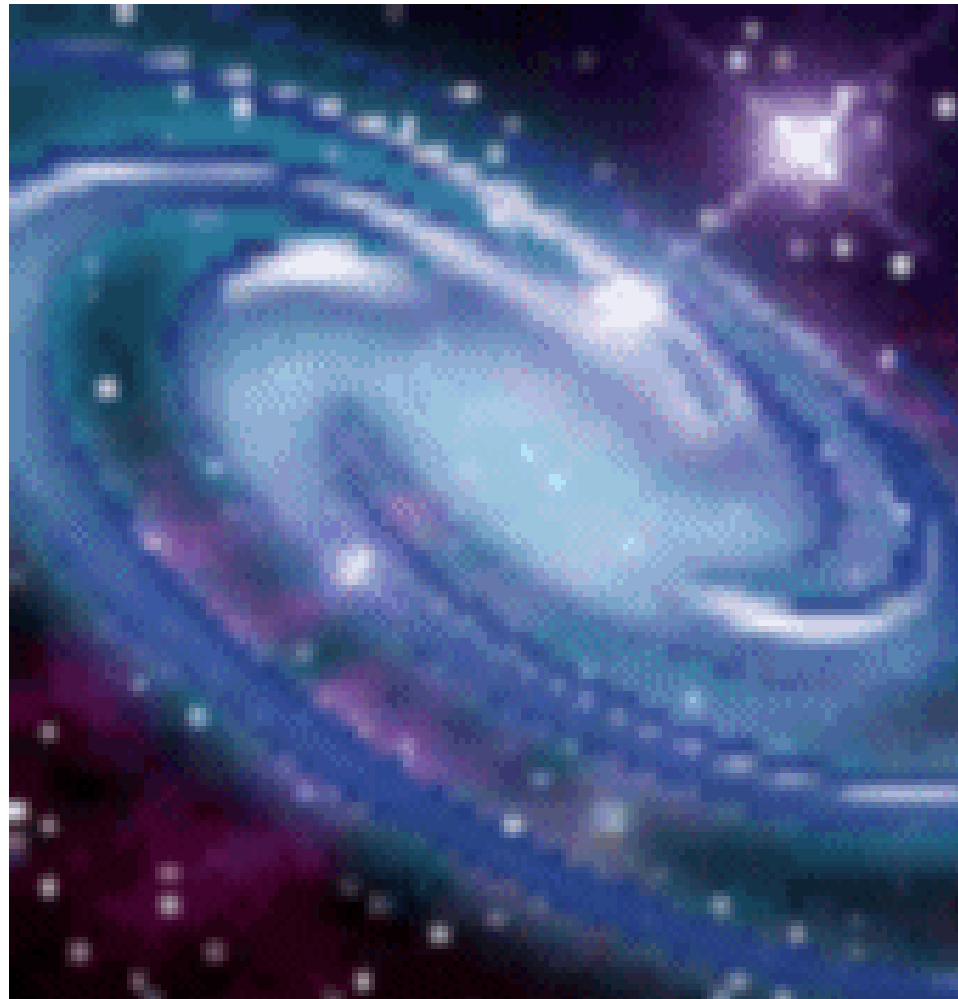


Idade dos aglomerados estelares



Evolução das estrelas dos aglomerados de 1 milhão a 10 bilhões de anos





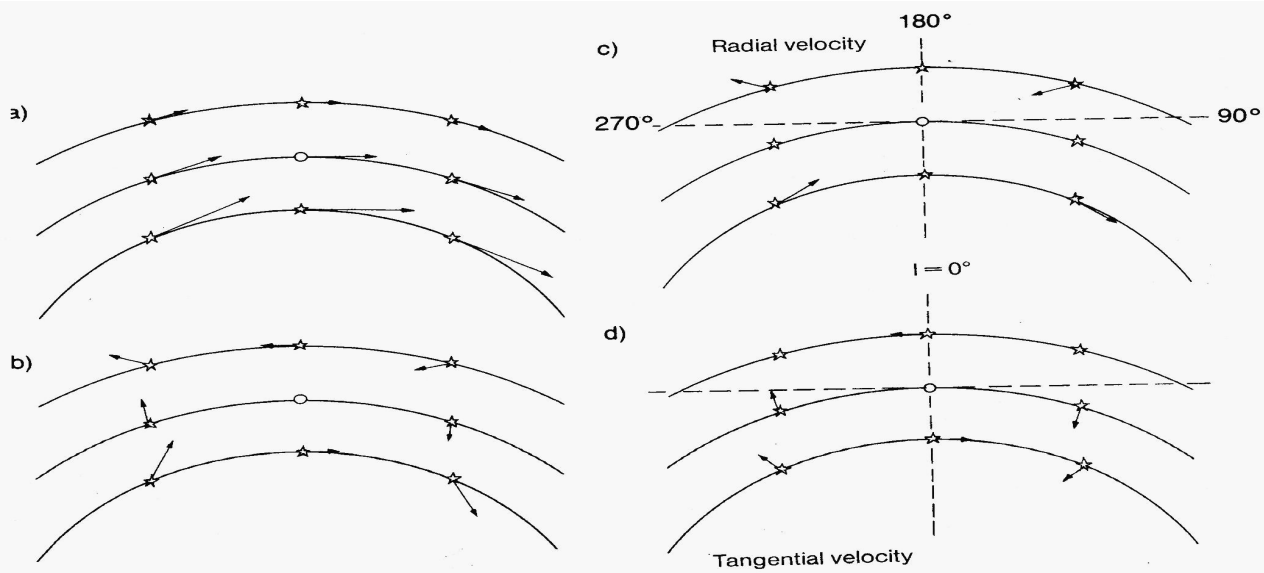


Fig. 18.13 a – d. The effect of differential rotation on the radial velocities and proper motions of stars. **(a)** Near the Sun the orbital velocities of stars decrease outwards in the Galaxy. **(b)** The relative velocity with respect to the Sun is obtained by subtracting the solar velocity from the velocity vectors in **(a)**. **(c)** The radial components of the velocities with respect to the Sun. This component vanishes for stars on the same orbit as the Sun. **(d)** The tangential components of the velocities

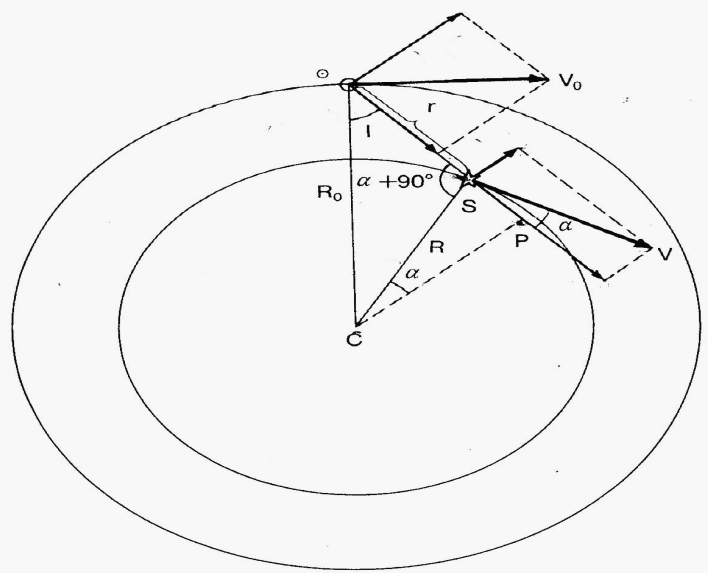


Fig. 18.14. In order to derive Oort's formulae, the velocity vectors of the Sun and the star S are divided into components along the line $\odot S$ and normal to it

Rotação da Via Láctea, Constantes de Oort

- Velocidade radial $V_r = A r \sin(2l)$
- Velocidade tangencial $V_t = A r \cos(2l) + B r$
- $A = 15 \text{ km/seg/Kpc}$ $B = -10 \text{ km /seg/kpc}$
- $A - B = V_o/R_o = \omega_o$
- r = distancia estrela ao Sol
- R = distancia estrela Centro galáctico
- R_o = distancia Sol ao Centro galáctico
- l = longitude galáctica da estrela

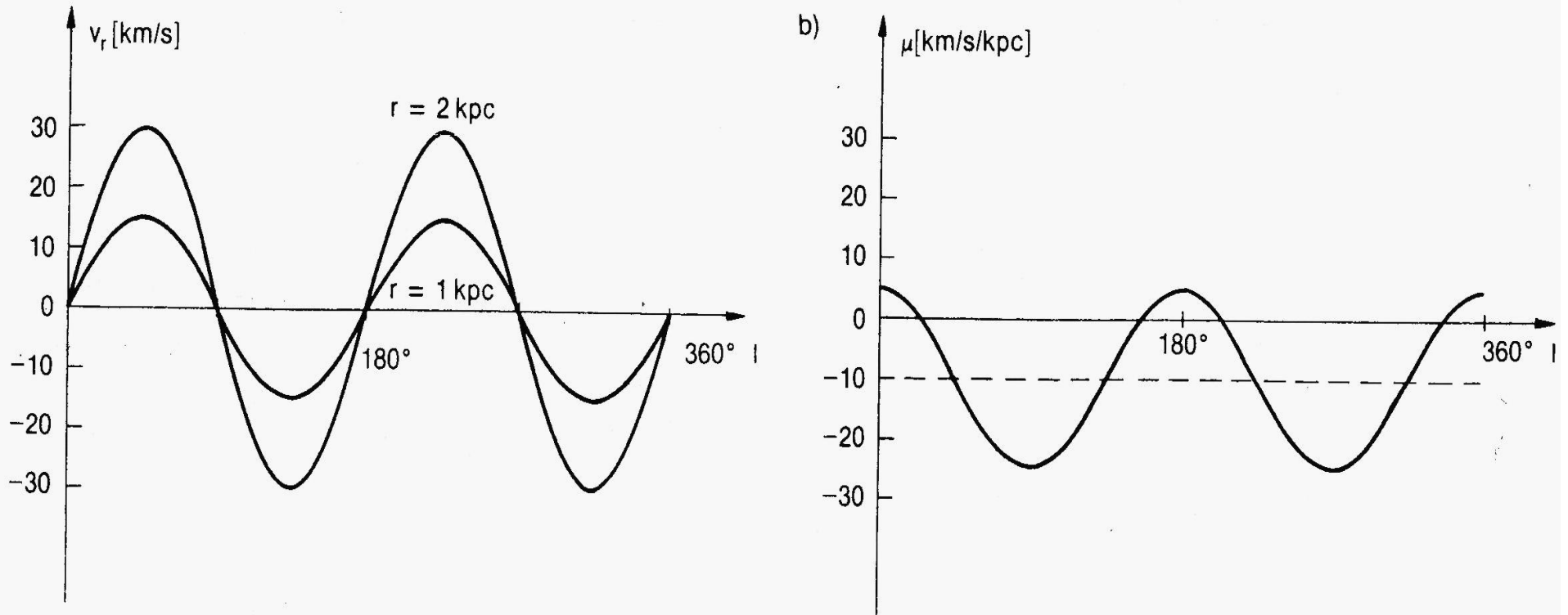
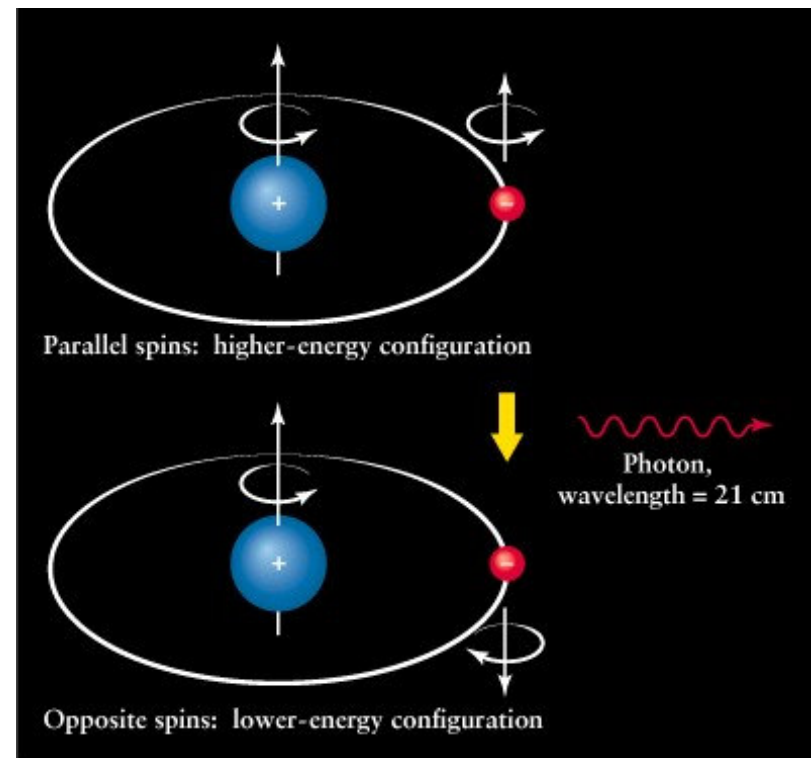


Fig. 18.15 a, b. The velocity components due to differential rotation according to Oort's formulae as functions of galactic longitude. (a) Radial velocities for objects at a distance of 1 and 2 kpc. (Compare with Fig. 18.13.) Strictly, the longitude at which the radial velocity vanishes depends on the distance. Oort's formulae are valid only in the close vicinity of the Sun. (b) Proper motions

Emissão da linha espectral em 21 cm do Hidrogênio

O spin do próton e do elétron no estado fundamental do Hidrogênio pode ser paralelo ou antiparalelo. A diferença de energia da estrutura hiperfina corresponde a uma frequência de 1420.4 MHz. A transição entre as estruturas hiperfina corresponde a emissão da linha espectral em 21 cm.



b

Velocidade radial das nuvens de

Uidao sôcio centro

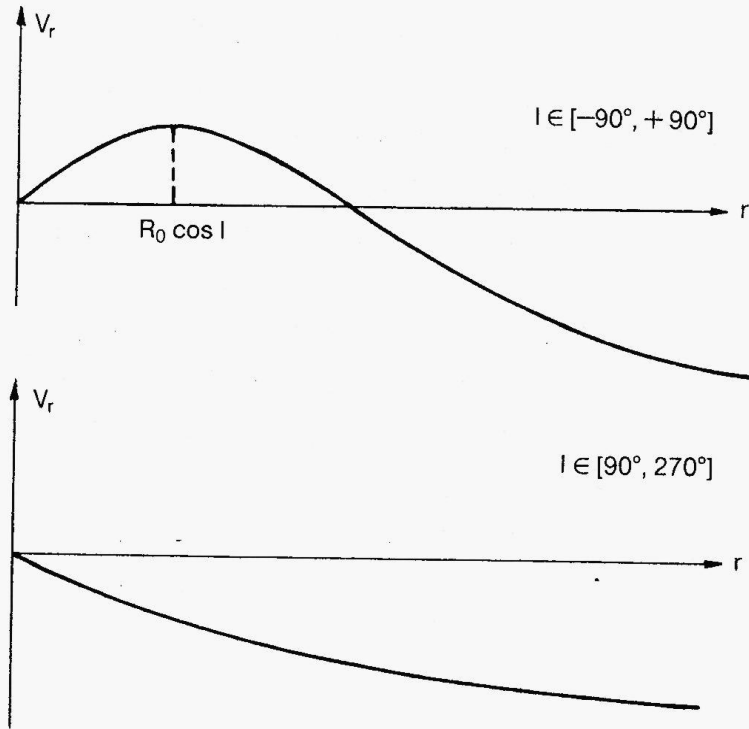
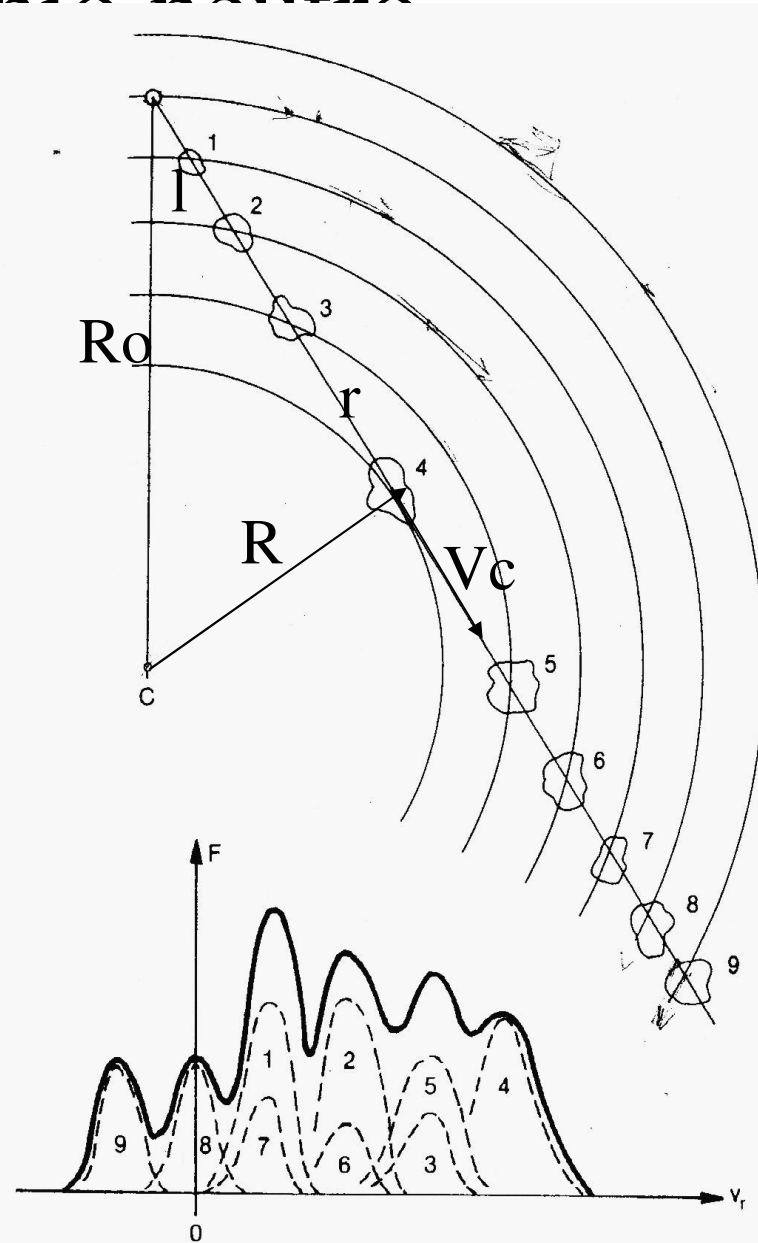


Fig. 18.17. The radial velocity as a function of distance (shown schematically)

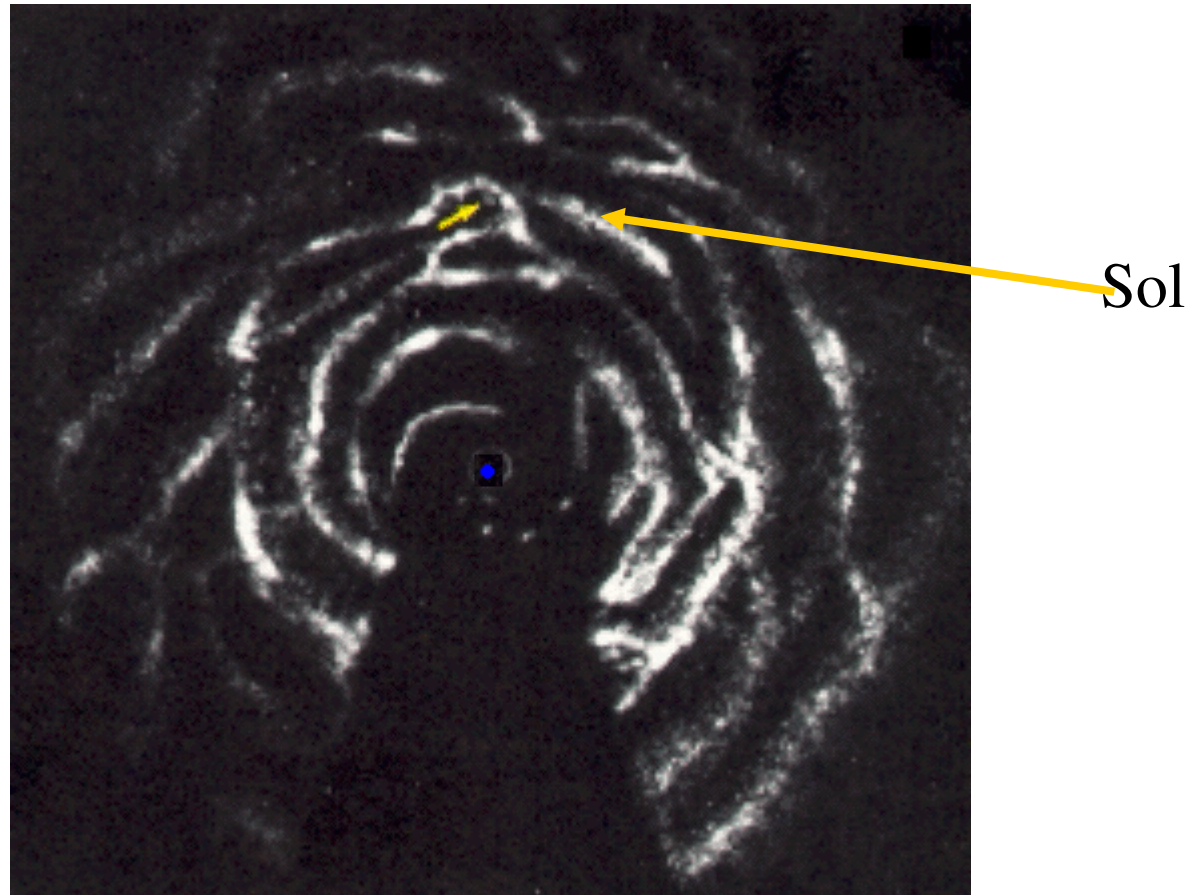
Fig. 18.18. Clouds at different distances have different velocities and therefore give rise to emission lines with different Doppler shifts. The observed flux density profile (*continuous curve*) is the sum of the line profiles of all the individual line profiles (*dashed curves*). The numbers of the line profiles correspond to the clouds in the upper picture



Distancia e velocidade da nuvem de Hidrogênio neutro que órbita em torno do centro galáctico, observada do Sol na posição n_4

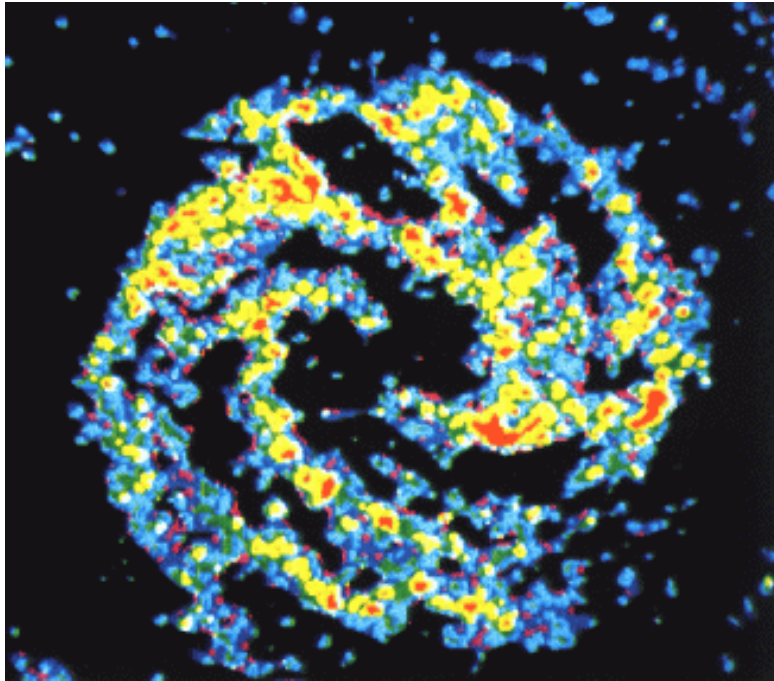
- R_0 distancia Sol – Centro galáctico
- r distancia Sol- Nuvem de HI
- L longitude galáctica da nuvem
- V_c Velocidade radial observada da nuvem na linha de 21 cm, na posição n_4
- V circular = $V_c = R (\omega - \omega_0)$
- $R = R_0 \sin l$ $V_c = R_0 \sin l (\omega - \omega_0)$
- $R = R_0 \cos l$

Distribuição da emissão em 21 cm da Via Láctea

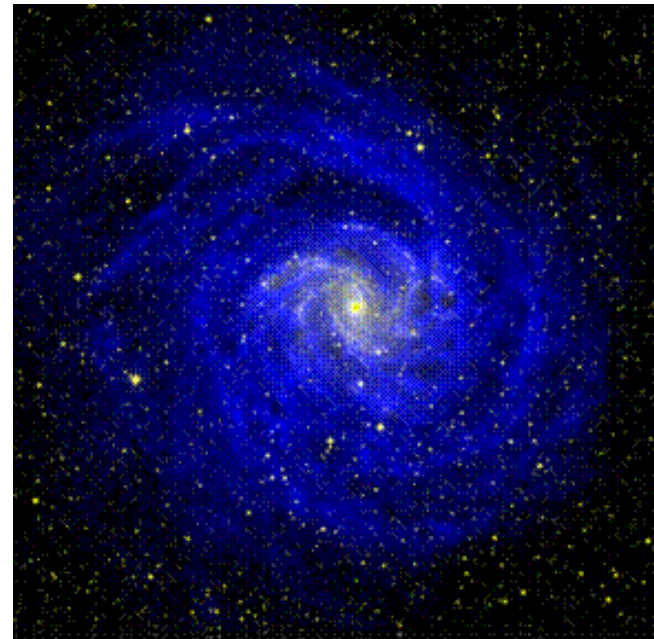


Miriani Pastoriza

Emissão de HI observado em outras galáxias



Messier 83, imagem de Hidrogenio neutro



Galáxia NGC6946, imagem ótica (cor branca) superposta a imagem em 21 cm (azul)

Curva de rotação da Galáxia

velocidade circular vs distancia ao centro galáctico

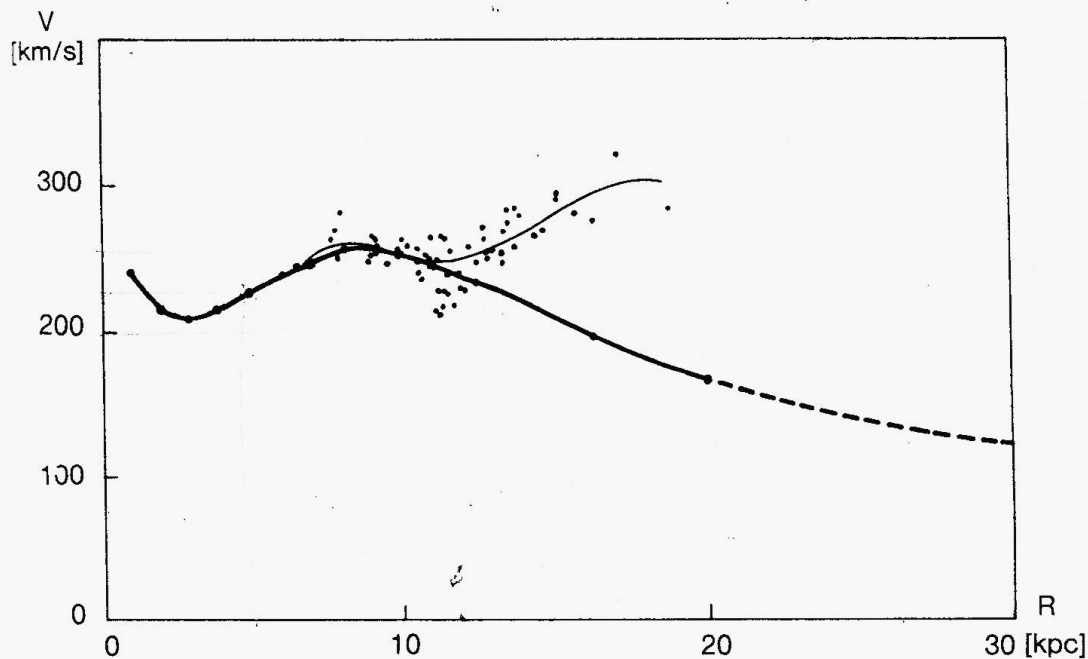
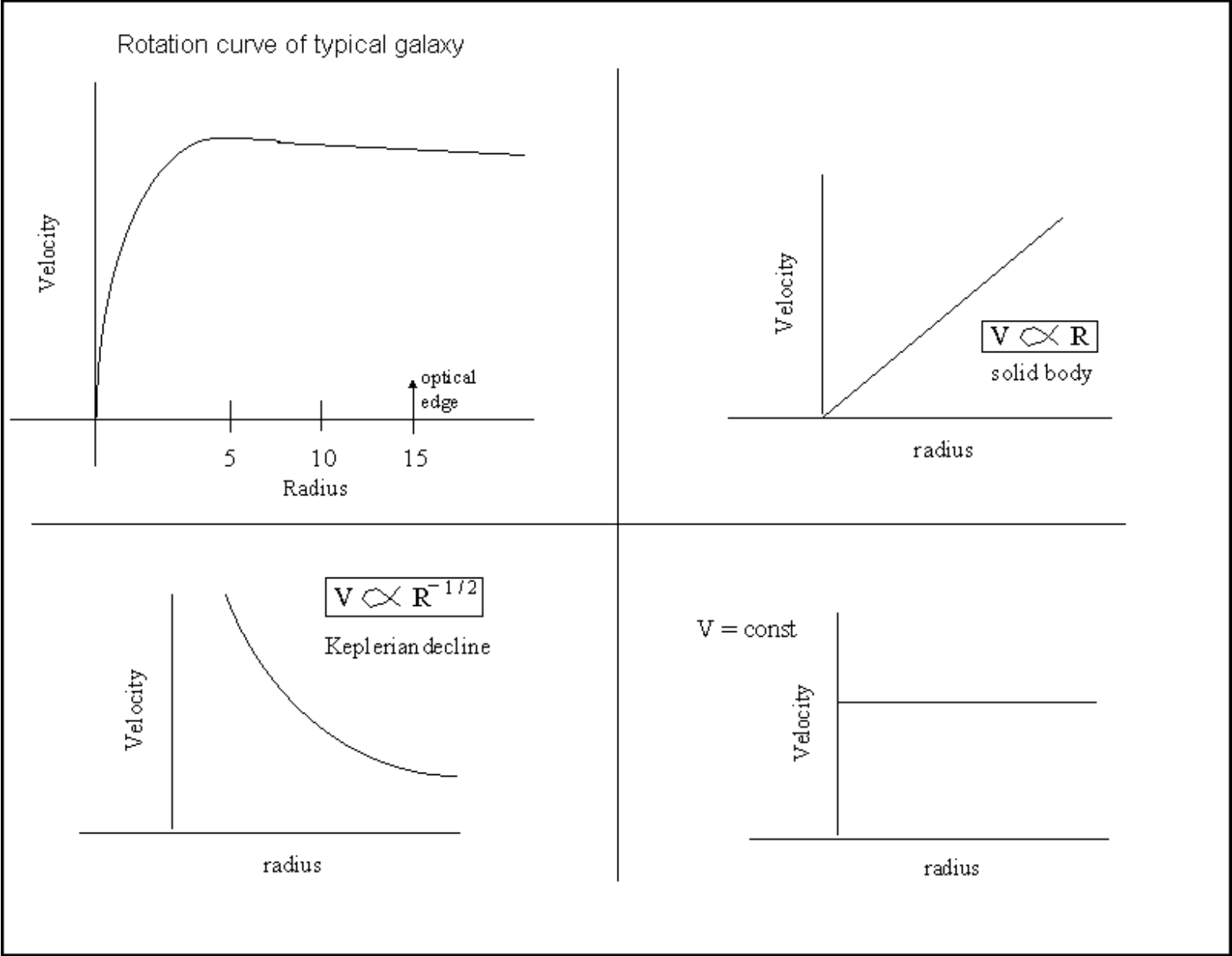


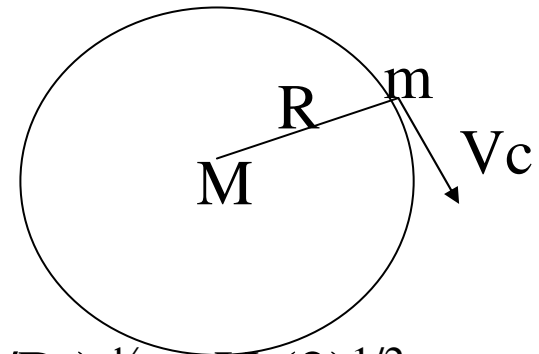
Fig. 18.19. Rotation curve of the Milky Way based on the motions of hydrogen clouds. Each point represents one cloud. The thick line represents the rotation curve determined by Maarten Schmidt in 1965. If all mass were concentrated within the radius 20 kpc, this curve would continue according to Kepler's third law (*broken line*). The rotation curve determined by Leo Blitz on the basis of more recent observations begins to rise again at 12 kpc

Curvas de rotação de galáxia espiral comparada: corpo sólido, a rotação Kepleriana e velocidade constante



Curva da rotação da Galáxia e determinação massa da Galáxia

- A Galáxia: Rota ~ como corpo sólido de 2 a 8 Kpc, ~ a curva de Rot, é Kepleriana de 8 a 12 Kpc, e sobe a partir dos 12 Kpc
- Calculo aproximado da massa assumindo que a curva continua Kepleriana
- Pela terceira Lei de Kepler



$$4 \pi / G(M+m)R^3 \sim (2 \pi R / V_c)^2 \quad M \gg m$$

- $M = V_c^2 R / G$ e $V_{\text{escape}} = (2GM/R)^{1/2} = V_c (2)^{1/2}$
- Para $R=8.5$ Kpc, $V_c=220$ km/seg
- $M= 1.0 \times 10^{11}$ Massas solares

Centro galáctico

Miriani Pastoriza

Centro Galáctico

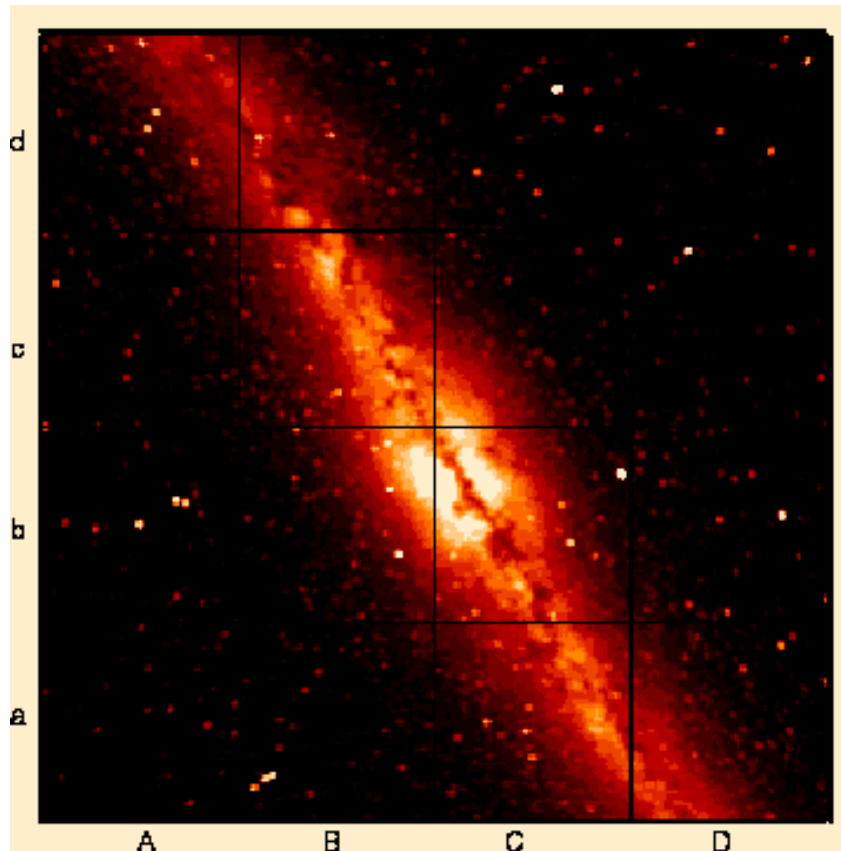
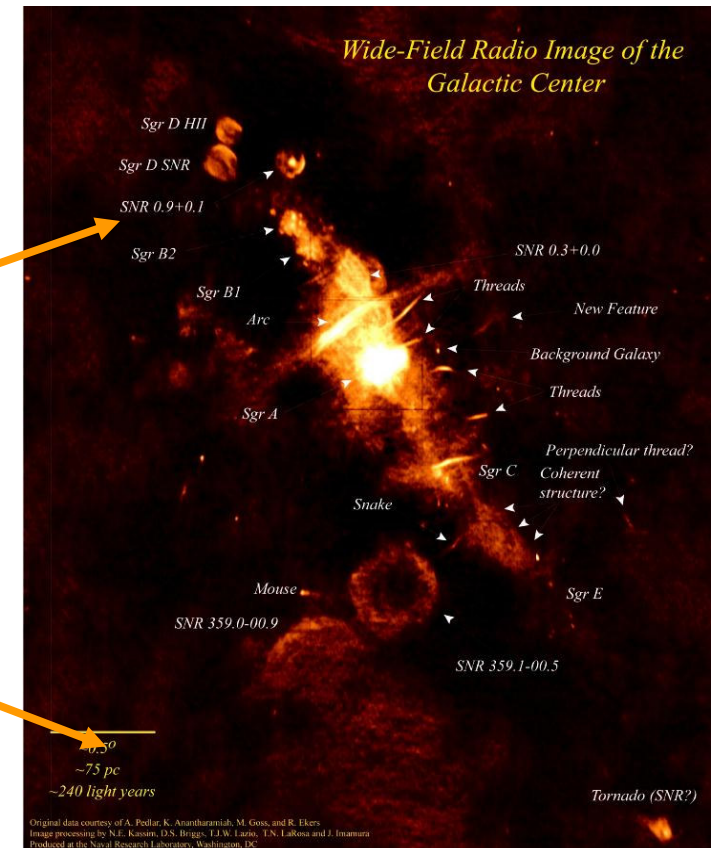
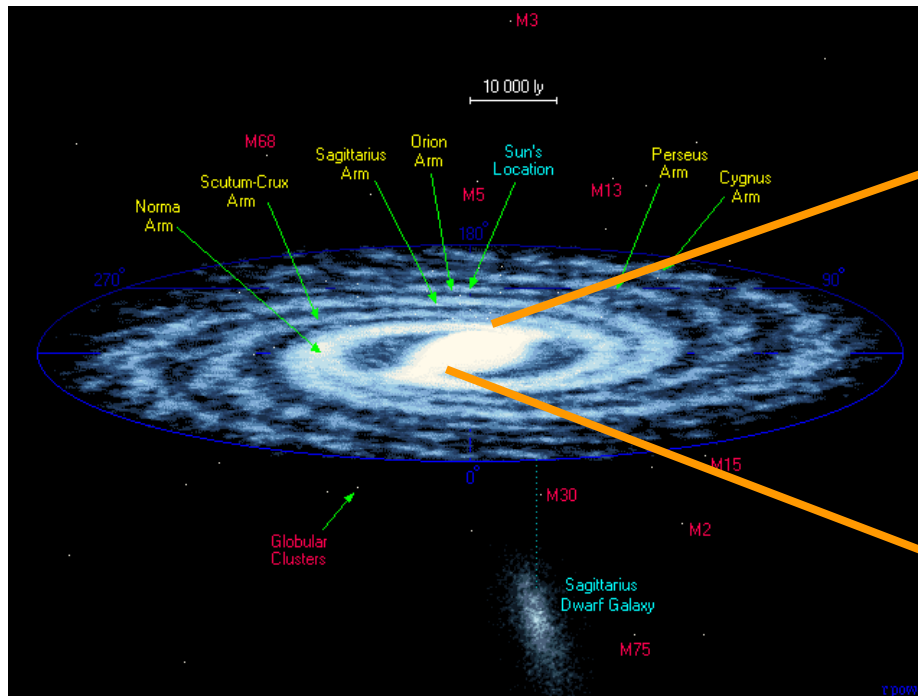


Imagem no Infravermelho do Centro Galáctico

O centro galáctico, observado desde a Terra, é obscurecido pela alta concentração de pó do plano galáctico. Por tanto é necessário observar em ondas de radio ou infravermelho, frequências que podem penetrar as nuvens de Pó.

o centro galáctico hospeda a radio fontes intensas
Sagitário A , B, C e E e muitas outras associadas com
explosões de supernovas



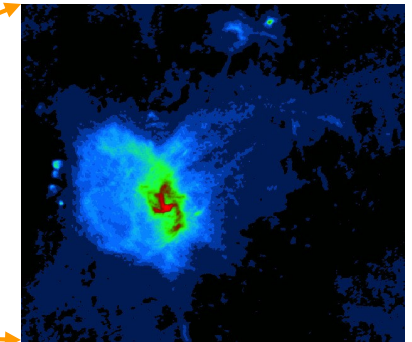
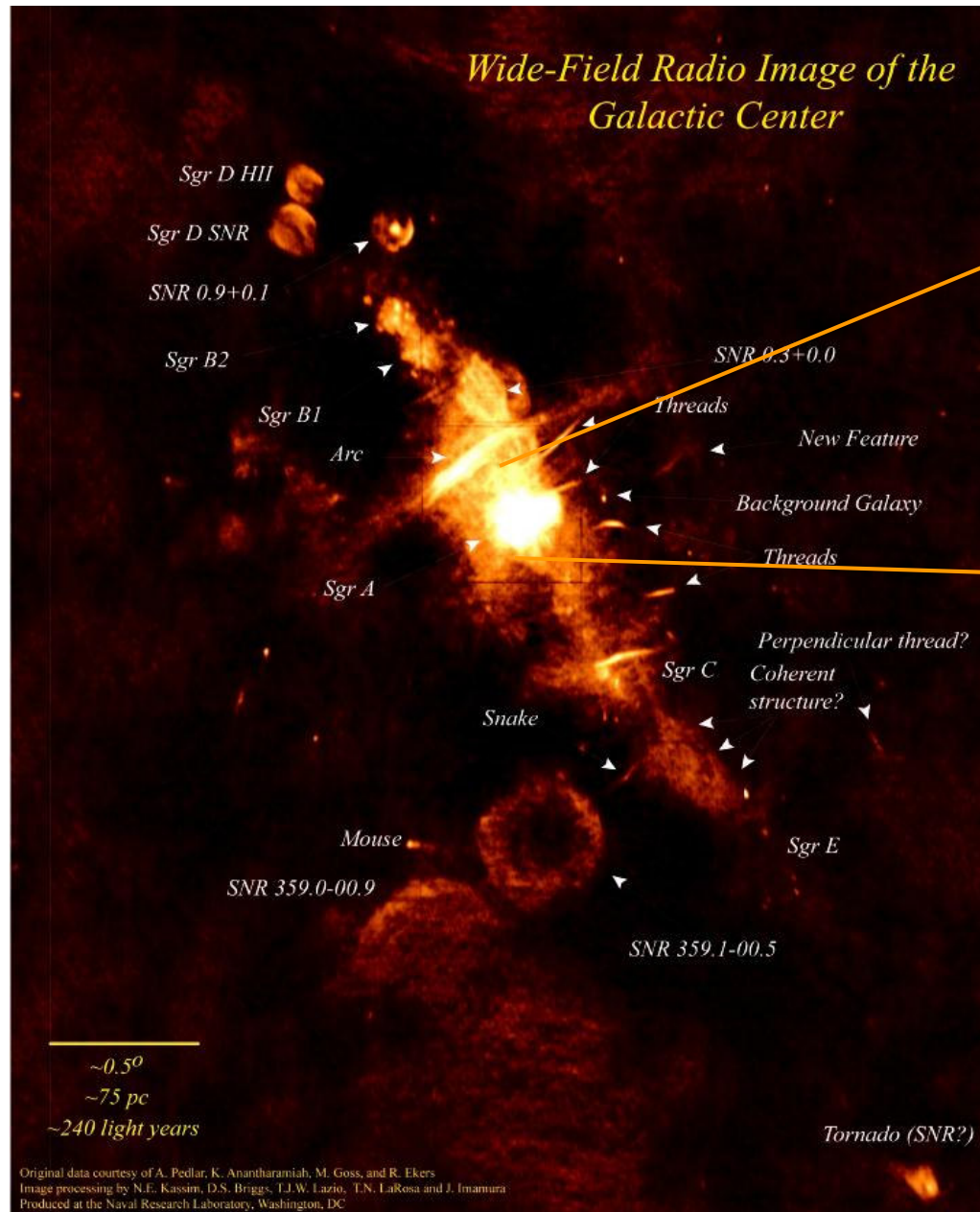
Diâmetro da Galáxia 100.000 AL

Sagitario A : Centro da Galáxia?

Núcleo da Via Láctea esta preenchido por elétrons relativísticos e campos magnéticos, o que produz intensa radio emissão

Possui uma fonte brilhante identificada como **Sagitário A**.

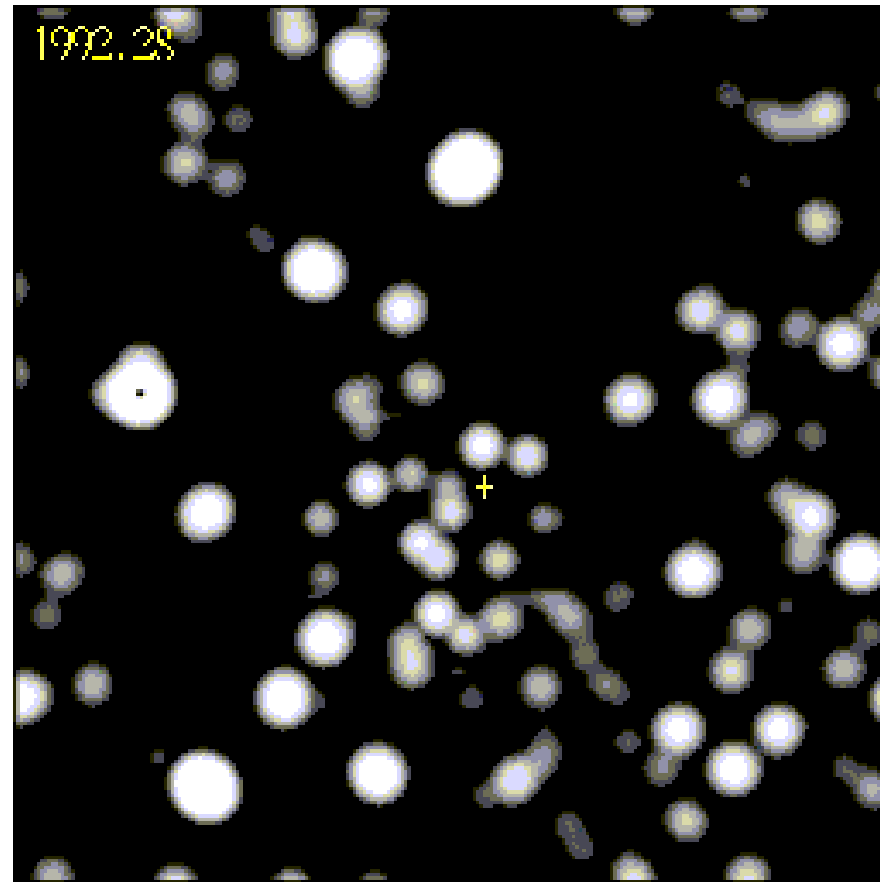
Existem outras fontes alguma delas como Sagitário são restos de explosões de Supernovas.



Sagitário A é o resto da explosão de uma Hipernova, buraco negro ou explosão de raios γ

Movimento das estrelas próximas a Sagitário

- As estrelas próximas a Sagitário A, foram observadas mediante uma sucessão de imagens durante vários anos. Isto permitiu determinar o movimento das estrelas a partir da medida de sua posição relativa a de Quasars distantes.
- Encontrou-se que a velocidade de rotação das estrelas mais próximas a Sagitário A é de 1500 km /seg.
- A posição de Sagitário A esta marcada com a cruz



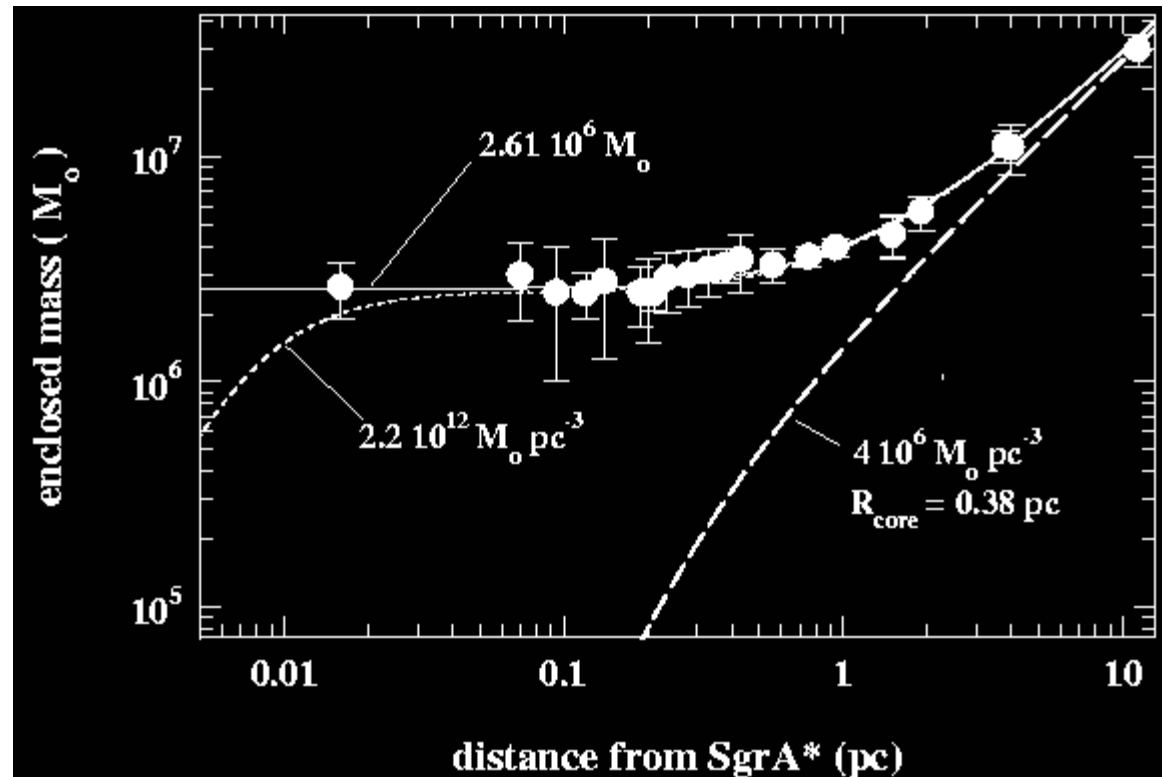
Com a ajuda da 3a lei de Kepler $M = V^2 R/G$ pode-se estimar que 6 milhões de massas solares são necessárias para manter as estrelas em Órbitas circulares a 1 parsec de distancia de Sagitário A

A matéria escura, no Centro Galáctico?

O que faz aumentar a velocidade das estrelas?

A resposta pareceria ser a existência de uma alta concentração de matéria no centro. Caso a massa total seja a massa das estrelas, ela deveria diminuir a medida que nos aproximamos ao centro porque menos e menos estrelas são incluídas. Entretanto verificamos como mostra a figura que a massa permanece constante. Indicando uma grande concentração de massa em uma pequena região.

Isto é um Buraco Negro?

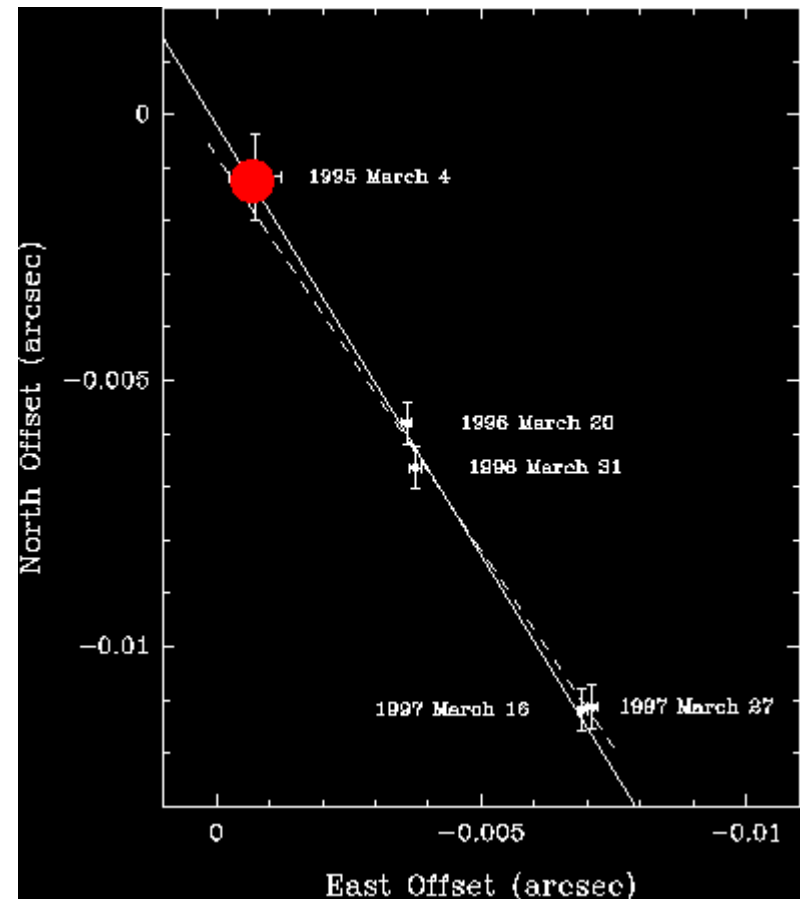


Sagitario A : pesado como uma rocha

A matéria escura do centro da Galáxia esta associada com Sagitário A?.

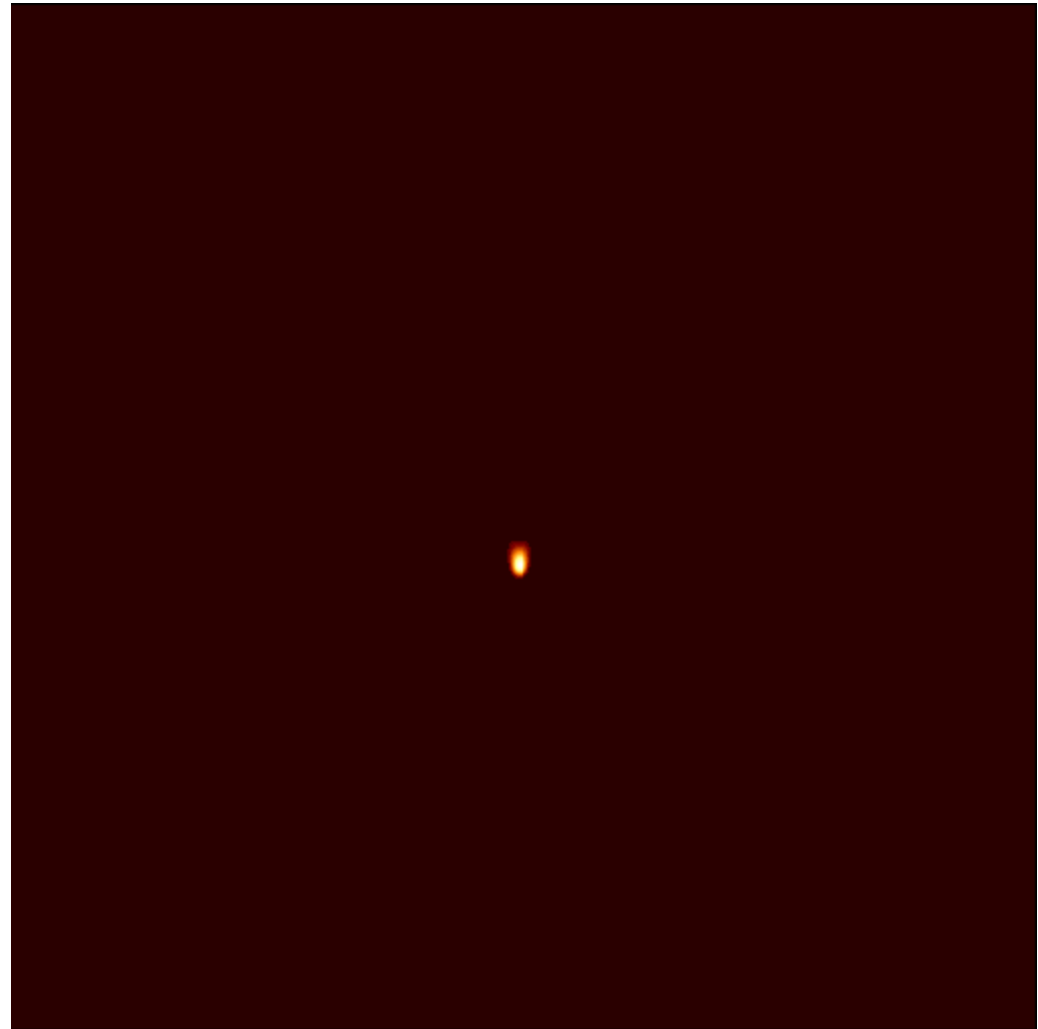
Radio observações de Sagitário A com Very Large Base Interferometer (VBLI), mostram que ele se move em linha reta no Céu. Porém, quem realmente se move e o Sol relativo a Sagitário, e nos podemos perceber este movimento, que leva 2×10^8 anos para completar uma volta em torno ao centro galáctico, **em apenas umas semanas**.

As outras estrelas próximas a Sagitário se movem a **centos de km/seg** entretanto Sagitário A aparece como uma pesada rocha, tão pesada, que não é puxada pela gravidade da matéria escura do centro galáctico ou quem sabe.... *ele é a matéria escura*.



Sagitário A : Extremamente Compacto

A alta resolução do VLBI, cresce com o aumento da radio frequência. A imagem mostra a dramática variação do diâmetro da fonte Sagitário A, quando vamos de 5 Ghz para 8 Ghz . A fonte se torna cada vez mais compacta.



Calculando a Massa do BN

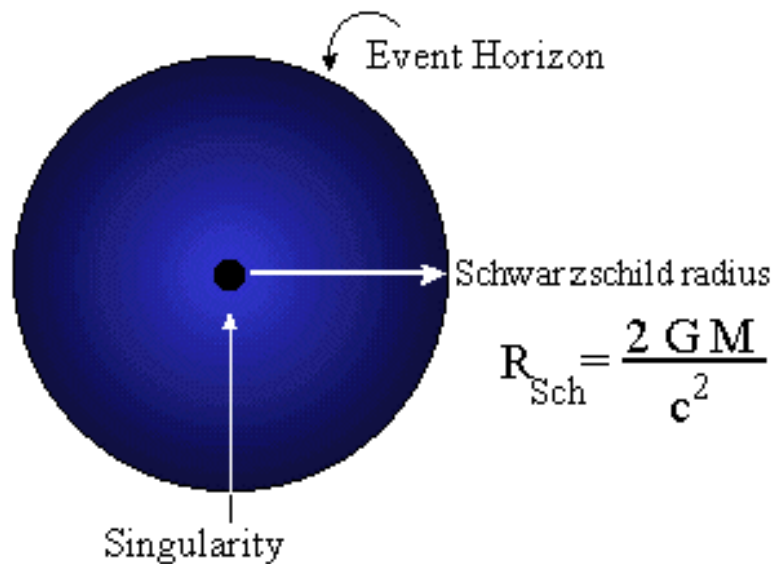
Se há um BN no centro da Via Lactea , uma massa m (estrelas ou gás) em equilíbrio virial no seu potencial gravitacional obedece a relação:

$$2T + U = 0 \Rightarrow mv^2 = \frac{GMm}{R} \Rightarrow M = \frac{Rv^2}{G}$$

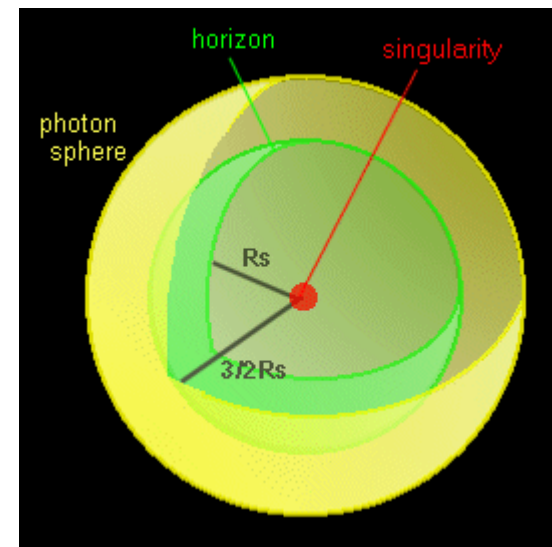
onde M =massa do BN; v =velocidade da massa m ; R =raio de sua órbita.

O raio de Schwarzschild

Raio de **Schwarzschild** corresponde ao raio onde a velocidade de escape é igual a velocidade da luz



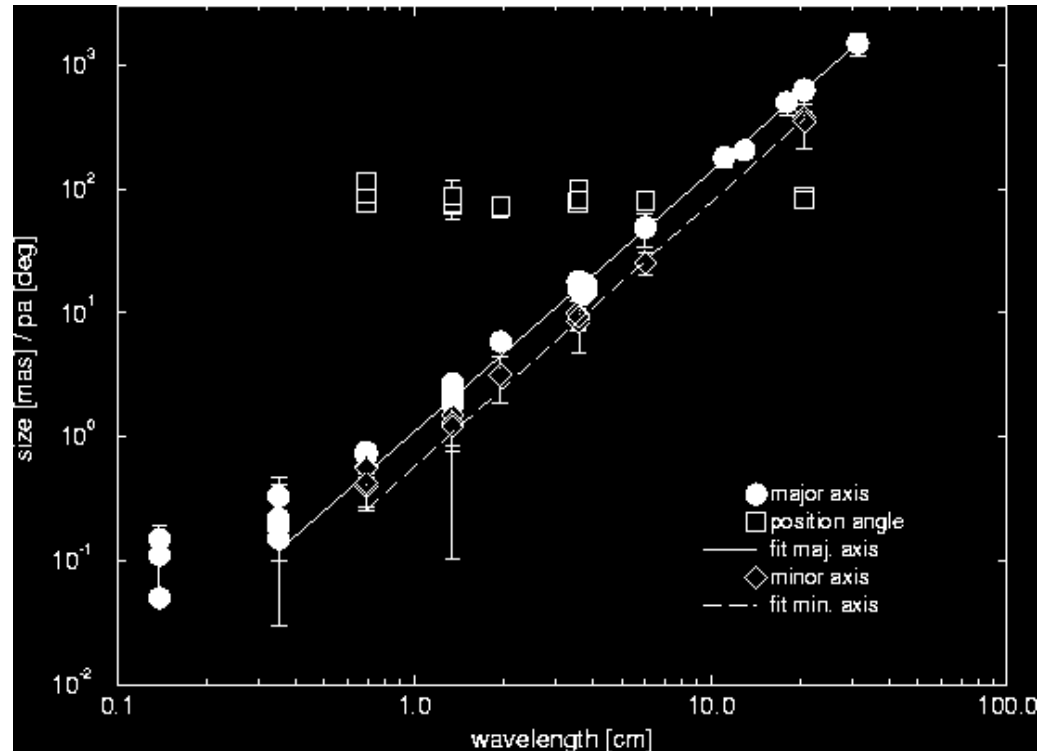
Sol $R_{\text{Sch}} = 3\text{km}$



Aproximando-nos ao raio de Schwarzschild

A figura mostra como o tamanho de Sagitário Decresce com a frequência.

Os diâmetros são dados em milissegundos de arco, e a distancia da fonte corresponde o menor diâmetro a centos de milhões de kilometros. O radio de Schwarzschild do Buraco Negro seria de apenas 40 milhões de Kilometros. Estamos observando uma região próxima mais ainda não o buraco Negro.



$$R_{\text{sch}} = 2 G M / c^2 \sim 40 \times 10^6 \text{ km}$$

M = Massa c = velocidade da Luz

Miriani Pastoriza

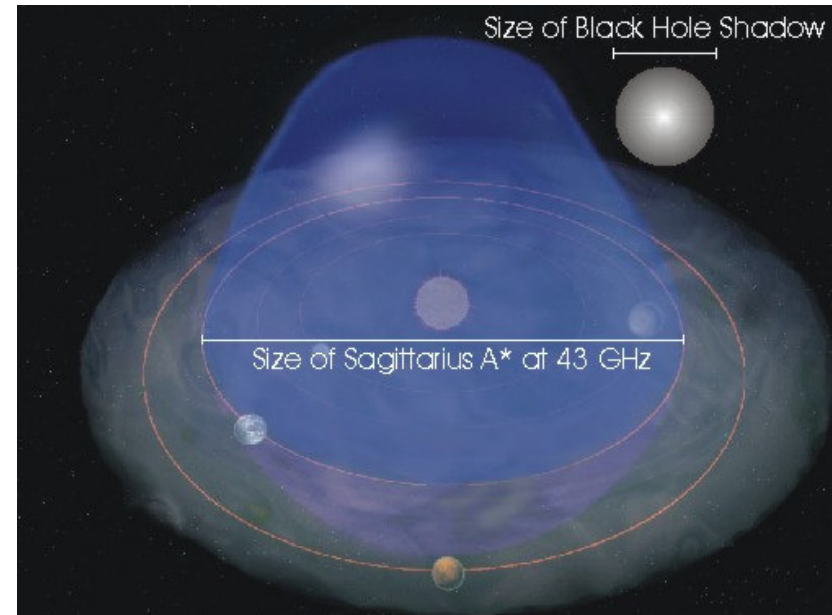
Tamanho intrínseco de Sagitário A

O tamanho intrínseco de Sagitário A em 43 GHz foi medido em 2004, o trabalho foi publicado na revista Science.

O diâmetro da fonte é de 2 UA

A imagem é uma interpretação artística e compara o diâmetro da fonte com o Sistema Solar.

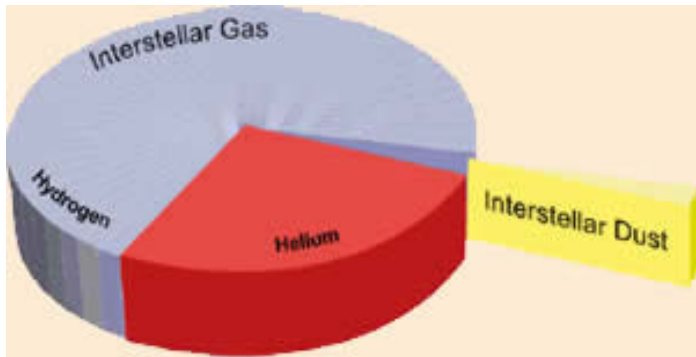
O círculo a direita mostra o tamanho do horizonte de eventos do buraco negro central que é um fator 5 do diâmetro detectado de Sagitário A



www.mpifr-bonn.mpg.de.staff/hfalcke/bh/sld.html

Miriani Pastoriza

Meio Interestelar



Meio interestellar

Gás atômico (H I, He,)

Gás Molecular (H₂ , CO, H₂O, SiO)

Gás Ionizado(H II, He II, O II, O III, Ne III)

Grãos , poeira , (H₂O , CO₂, CH₄ , Silicatos)

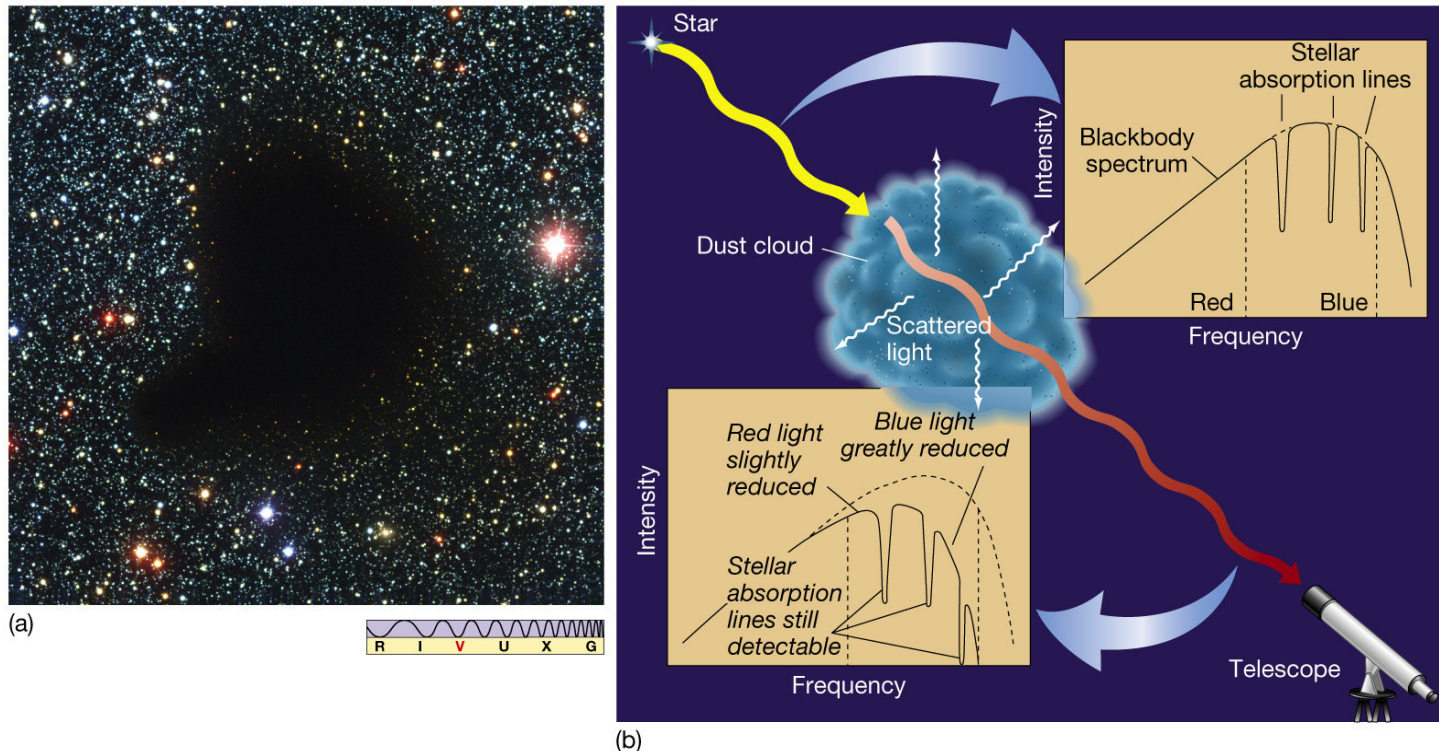
Observado no plano e braços da Galaxia. Densidade $\sim 1 / \text{cm}^3$



Keyhole Nebula, imagem do HST

Miriani Pastoriza

Meio Interestelar : Poeira



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

A luz das estrelas é absorvida nas nuvens de poeira. A luz azul é mais absorvida que a vermelha. A luz absorvida é emitida em frequências micrométricas (2 - 100 μ)

Miriani Pastoriza

Meio Interestelar Poeira

A primeira evidencia
Da existência da poeira,
foi consequência dos
estudos de aglomerados
galácticos
realizados por R.
Trumpler (1930)

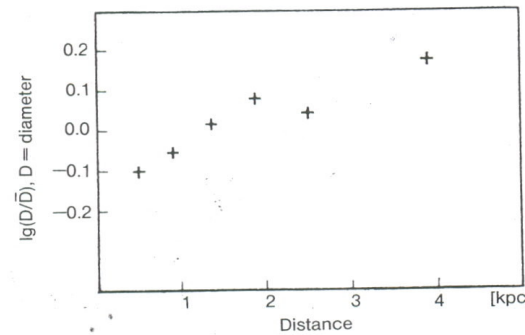


Fig. 16.1. The diameters of open star clusters calculated with the distance given by formula (16.1) according to Trumpler (1930). The increase of the diameter with distance is not a real phenomenon, but an effect of interstellar extinction, which was discovered in this way

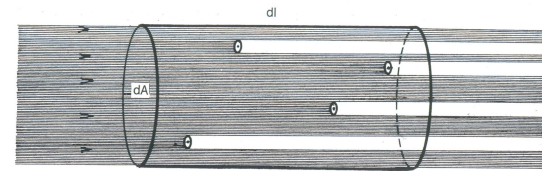


Fig. 16.2. Extinction by a distribution of particles. In the volume element with length dl and cross section dA , there are $n dA dl$ particles, where n is the particle density in the medium. If the extinction cross section of one particle is C_{ext} , the total area covered by the particles is $n dA dl C_{ext}$. Thus the fractional decrease in intensity over the distance dl is $dI/I = -n dA dl C_{ext}/dA = -nC_{ext} dl$

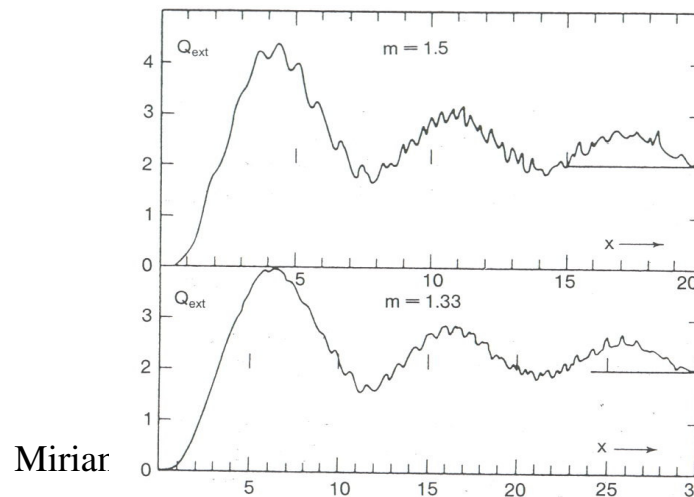


Fig. 16.3. Mie scattering: the extinction efficiency factor for spherical particles for the refractive indices $m = 1.33$ (refractive index of water) horizontal axis is related to the size parameter according to $x = 2\pi a/\lambda$, a is the particle radius and λ , the length of the radiation. [van de H. C. (1957): *Light Scattering by Particles* (Wiley, New York) p. 1

Miriar

- Hipótese de Trumpler
- $D \sim d \times r$ os aglomerados mais distantes (r) tem menor diâmetro angular (d).
- A figura ($D \times r$) mostra que os mais distantes aparentam ter maior diâmetro intrínseco (D). Isto porque a distancia (r) esta sobre estimada. A distancia foi calculada assumindo que o meio é transparente a Luz .
- $m-M=5 \log (r/10 \text{ pc}) + A$

O espaço não é transparente e A mede a extinção em magnitudes

Caso a extinção fosse a mesma em todas as direções e distribuída uniformemente $A = a \times r$

no plano galáctico $a = 2 \text{ mag/ Kpc}$, e na direção do centro galáctico a extinção no visual $A_v \sim 18$ magnitudes tornando difícil a observação de estrelas na Luz óptica

- Partículas sólidos (silicatos, gelo, carbono) de diâmetros aproximadamente igual ao comprimento da luz (0.1-1 microm) absorvem ou dispersam a luz das estrelas.
- Ao absorver a luz os grãos aquecem ($T \sim 100$ K) e emitem radiação em comprimentos de onda maior .

Partículas esféricas do cilindro:

diâmetro (a)

índice de refração (m)

n= numero total de partículas(a) / cm³

Sessão eficaz geométrica da partícula (π a)

A sessão eficaz de extinção

$$C_{ext} = Q_{ext} \pi a^2$$

A extinção da luz no cilindro

de volumem (dl x dA) e

proporcional ao numero de

partícula é a área coberta

$$d\tau = n dl dA C_{ext} / dA = n dl C_{ext}$$

A intensidade da radiação(I) e reduzida

$$dI = - I d\tau$$

τ é a profundidade óptica total entre a estrela e a Terra

$$\tau = \int d\tau = \int n dl C_{ext} = n C_{ext} r$$

(1)

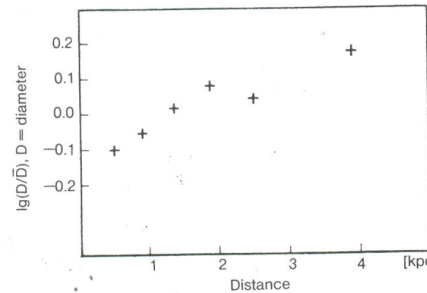


Fig. 16.1. The diameters of open star clusters calculated with the distance given by formula (16.1) according to Trumpler (1930). The increase of the diameter with distance is not a real phenomenon, but an effect of interstellar extinction, which was discovered in this way

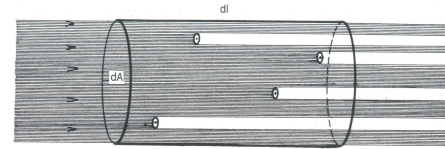


Fig. 16.2. Extinction by a distribution of particles. In the volume element with length dl and cross section dA , there are $n dA dl$ particles, where n is the particle density in the medium. If the extinction cross section of one particle is C_{ext} , the total area covered by the particles is $n dA dl C_{ext}$. Thus the fractional decrease in intensity over the distance dl is $dI/I = -n dA dl C_{ext} / dA = -n C_{ext} dl$

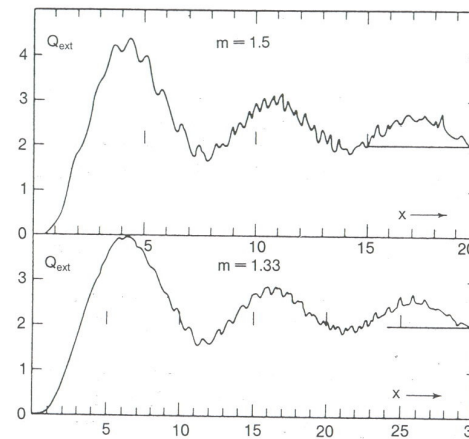


Fig. 16.3. Mie scattering: the extinction efficiency factor for spherical particle for the refractive indices $m = 1.5$ and $m = 1.33$ (refractive index of water). The horizontal axis is related to the size of the particle according to $x = 2\pi a / \lambda$, where a is the particle radius and λ , the wavelength of the radiation. [van de Hulst H. C. (1957): *Light Scattering by Sma Particles* (Wiley, New York) p. 177]

$$F(R) = [(F(R_0) \times R^2) / r^2] e^{-\tau}$$

$$m = -2.5 \log F(R) = -2.5 \log [(F(R_0) \times R^2) / r^2] + 2.5 \tau \log e$$

$$m = m_0 + (2.5 \log e) \tau \quad A = (2.5 \log e) \tau$$

$$A(r) = (2.5 \log e) n(\text{medio}) C_{\text{ext}} r$$

$$A(r) = n(\text{medio}) Q_{\text{ext}} \pi a^2$$

$$Q_{\text{ext}} = Q_{\text{absorção}} + Q_{\text{scattering}}$$

$$X = 2 \pi a / \lambda$$

A figura mostra $Q(\text{ext})$ vs X

Podemos calcular o numero de partículas

$$n(\text{medio}) = A(r) / Q_{\text{ext}} \pi a^2 r$$

Massa da nuvem esférica de raio R

$$M = 4 \pi R^3 n(\text{medio}) \overset{\text{Miriani Pastoriza}}{m} / 3 \quad m = \text{massa do grão.}$$

Lei de extinção Interestelar

A poeira absorve mais a luz azul. Este efeito é conhecido como

avermelhamento do espectro. Índice

de cor $(B-V) = M_b - M_v + A_b - A_v$

$$(B-V) = (B-V)_0 + E(B-V)$$

$E(B-V)$ excesso de Cor. Da Lei de extinção da Galáxia $A_\lambda \propto \lambda^{-1}$, ilustrada na figura, verificamos que:

$$A_v / (A_b - A_v) \sim 3 \quad A_v \sim 3.0 E(B-V)$$

Na Via Láctea o pó está concentrado no plano galáctico, Assumindo a distribuição como a da figura, Δm a extinção na direção do pólo Galáctico a extinção na latitude galac. b

$$\Delta m(b) = \Delta m / \sin b$$

A extinção é maior nas baixas

latitudes galácticas

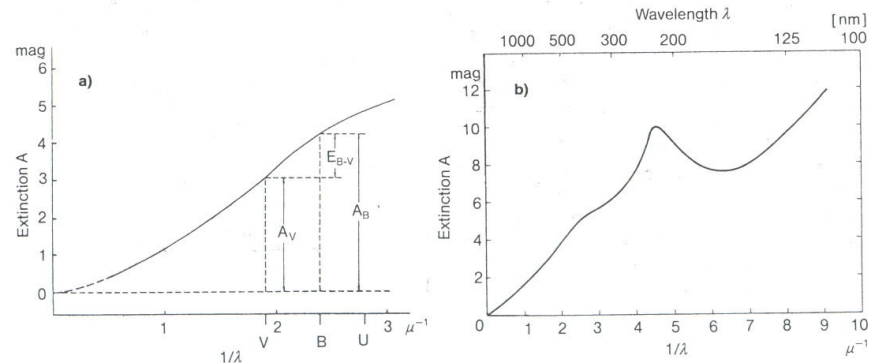
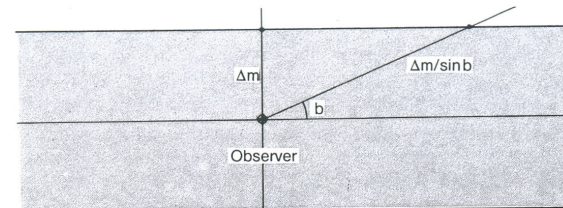


Fig. 16.4. (a) Schematic representation of the interstellar extinction. As the wavelength increases, the extinction approaches zero. [Greenberg, J. M. (1968): "Interstellar Grains", in *Nebulae and Interstellar Matter*, ed. by Middlehurst, B. M., Aller, L. H., Stars and Stellar Systems, Vol. VII (The University of Chicago Press, Chicago) p.224]. (b) Measured extinction curve, normalized to make $E_{B-V} = 1$. [Hoyle, F., Narlikar, J. (1980): *The Physics-Astronomy Frontier* (W. H. Freeman and Company, San Francisco) p. 156. Used by permission]

Fig. 16.5. In a homogeneous medium the extinction in magnitudes is proportional to the path-length traversed. If the extinction in the direction of the galactic pole is Δm , then the extinction at the galactic latitude b will be $\Delta m / \sin b$



Meio interestelar: gás ionizado, nas Nebulosas associadas com regiões de formação estelar como a Trífida e nas Planetárias o Hidrogênio, Hélio e outros elementos pesados são ionizados pela absorção de fótons ultra violeta emitidos pelas estrelas de alta temperatura efetiva $> 30000\text{K}$



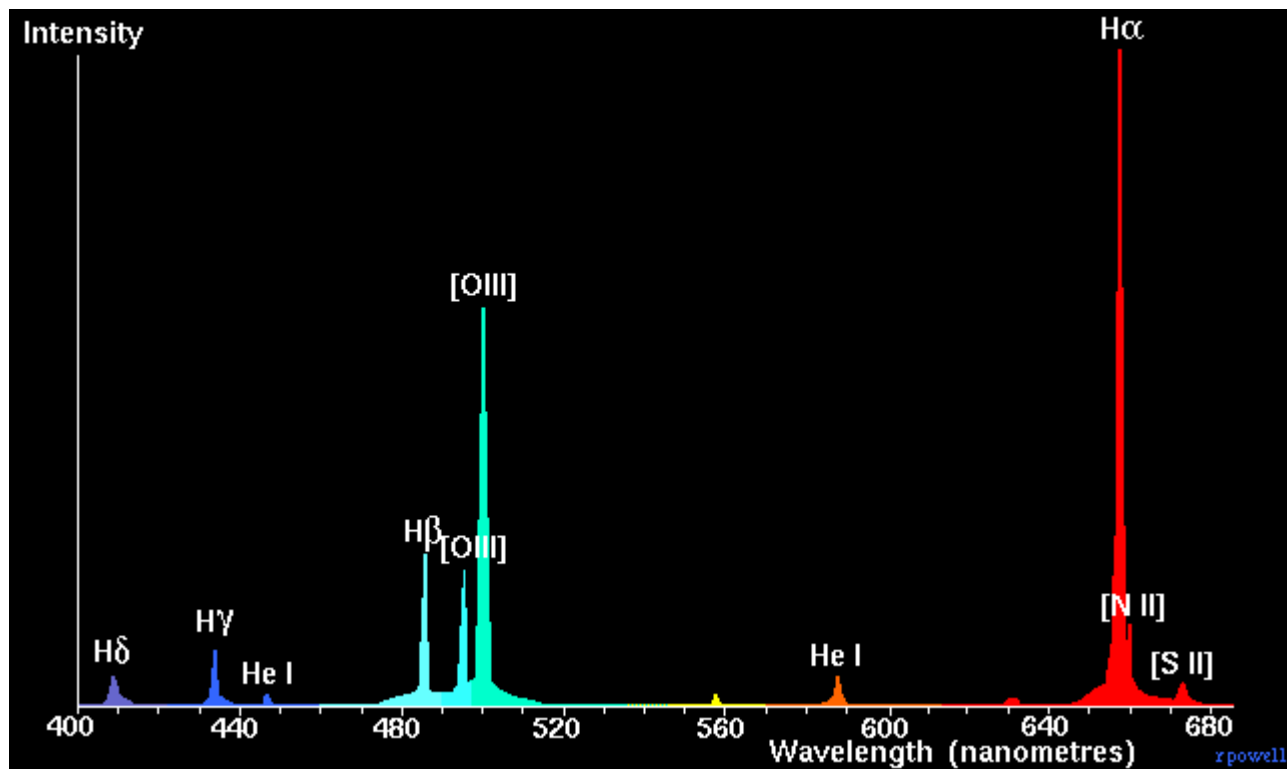
Trífida Nebula



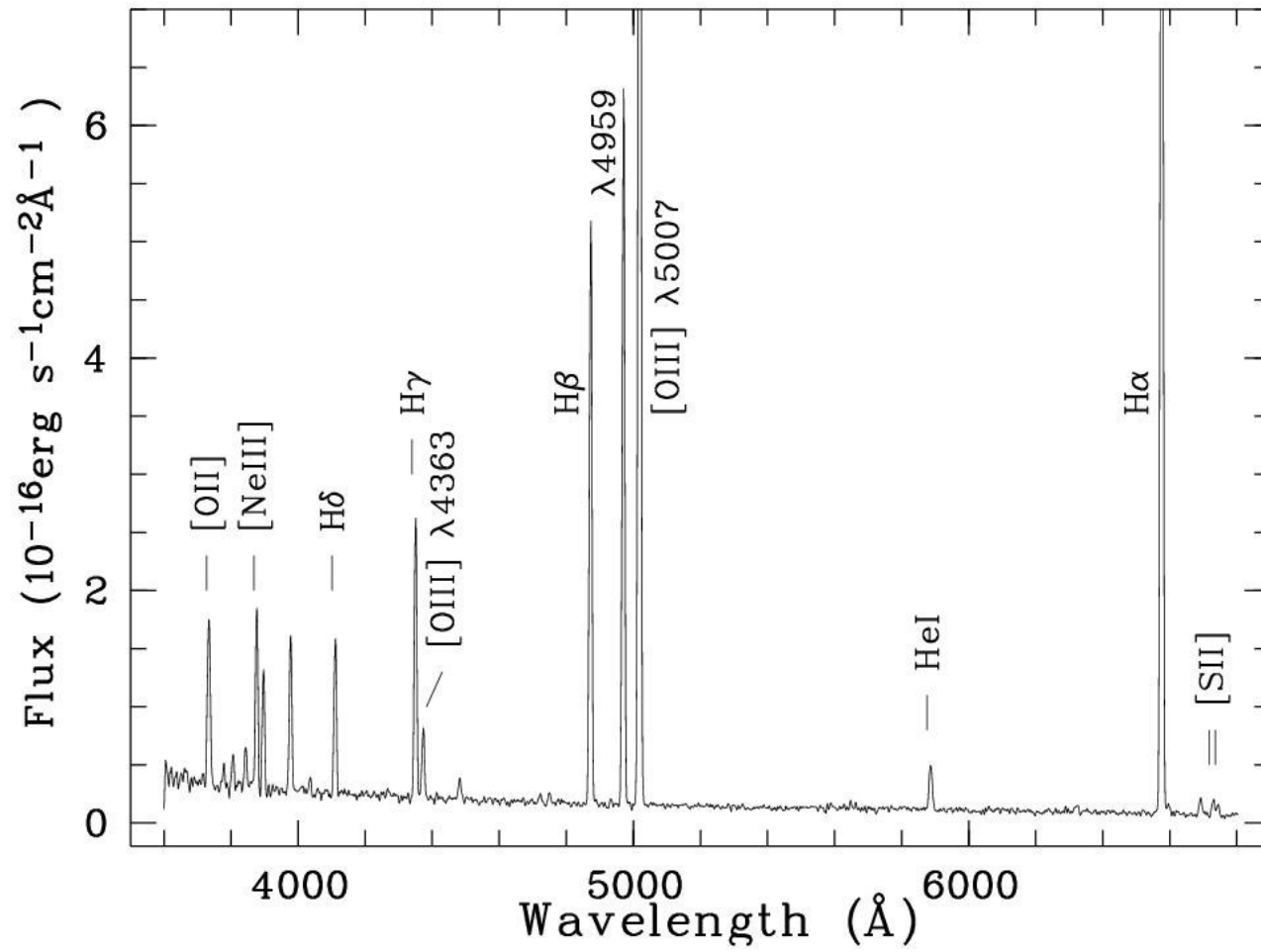
Miriani Pastoriza

Planetary Nebulae

Espectro de emissão de nebulosas linhas de HI e de Ions pesados O, S, Ne e outros

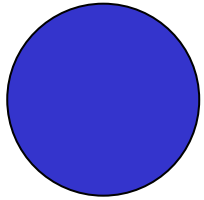


Miriani Pastoriza

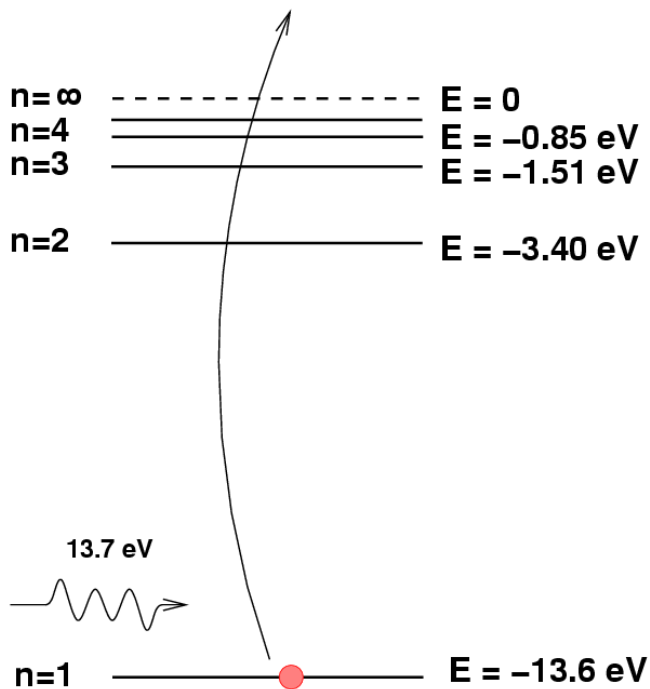
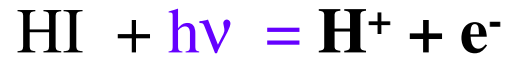


Miriani Pastoriza

Ionização e recombinação recombinação do HI e He



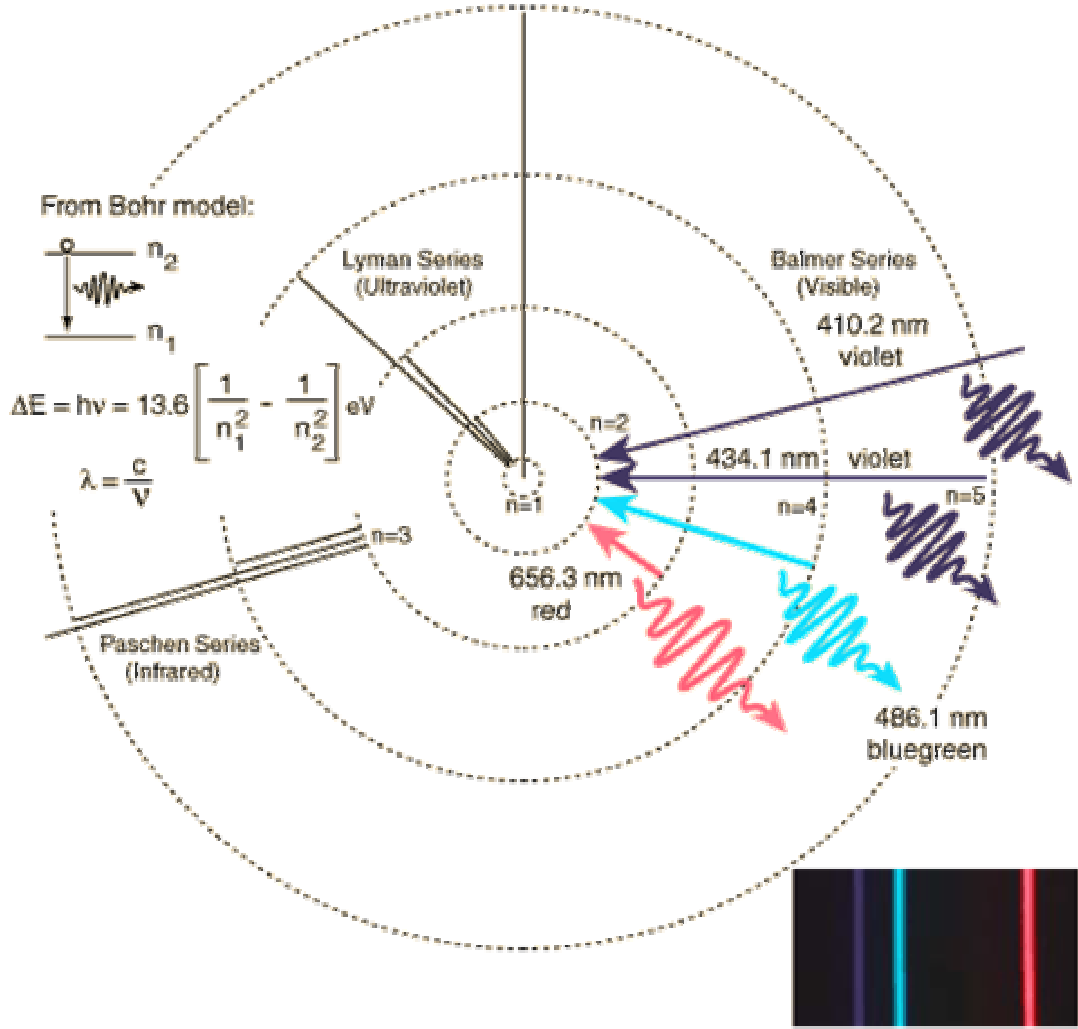
Estrela O,B emite fotons com energia maior $E(h\nu) > 13.6 \text{ eV}$



- M42, The Great Orion Nebula

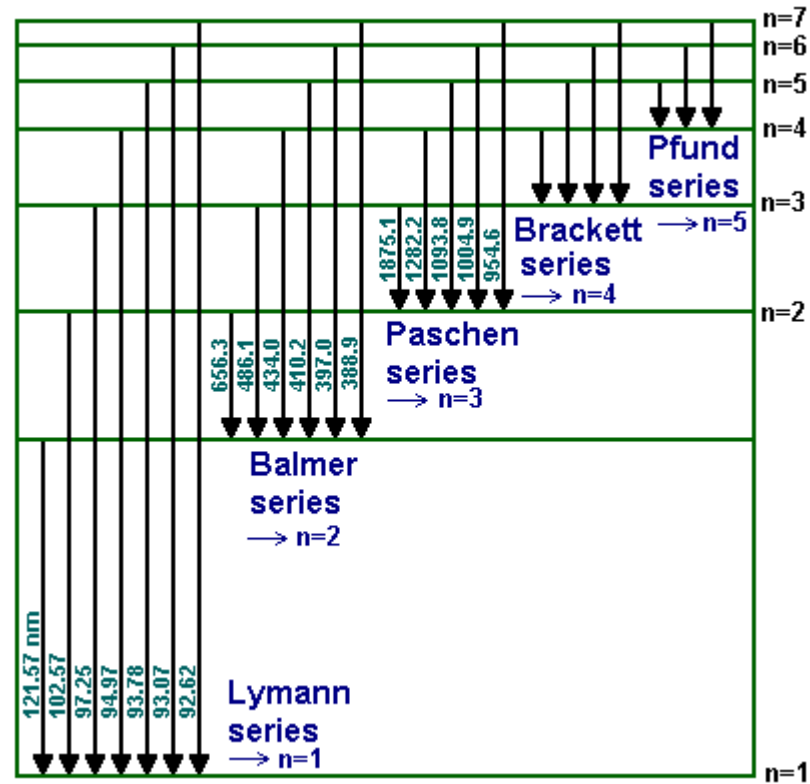


Series do Hidrogenio observadas nas nebulosas



Miriani Pastoriza

Níveis de Energia do HI



Luminosidade da linhas de Recombinação

- $L(H\beta) = \int_0^r 4\pi J_\beta dV$,
- J_β Coeficiente de emissão da linha $H\beta$, r (raio da nebulosa), V volumem da nebulosa
- $J_{nn'}$ coeficiente de emissão para quaisquer linha de recombinação do HI da transição n para n'
- $J_{nn'} = (h\nu_{nn'} / 4\pi) N_n A_{nn'}$
- N_n (numero de átomos de HI no nível n) $A_{nn'}$ (coeficiente de Einstein de transição do nivel n para n'
- $J_{nn'} 4\pi = N_p N_e h\nu_{nn'} \alpha_n$
- $\alpha_n =$ coeficiente de recombinação no nível transição n e depende da temperatura (T_e) e densidade (N_e) eletrônica do gás
- A relação do coeficiente de emissão $J_{nn'}$ entre duas linhas de HI e constante (decremento de Balmer $H\alpha/H\beta = 2.9$

Radiação ionizante da estrela

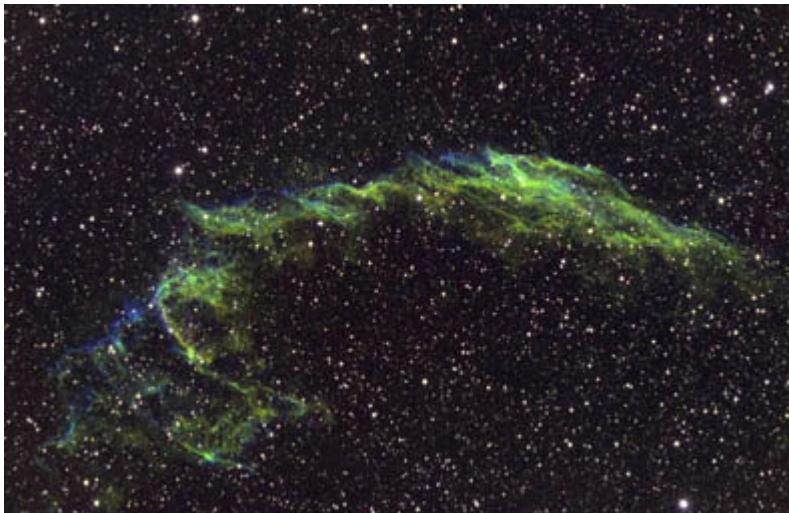
Se a nebulosa está em equilíbrio de ionização o número de ionizações deve ser igual ao número de recombinações

$$\int_{\nu_0}^{\infty} (L\nu/h\nu) d\nu = \int_0^{\infty} N_p N_e \alpha_B(H,T) d\nu \quad L\beta/h\nu_\beta = \int_0^{\infty} N_p N_e \alpha_\beta(H,T) dV$$

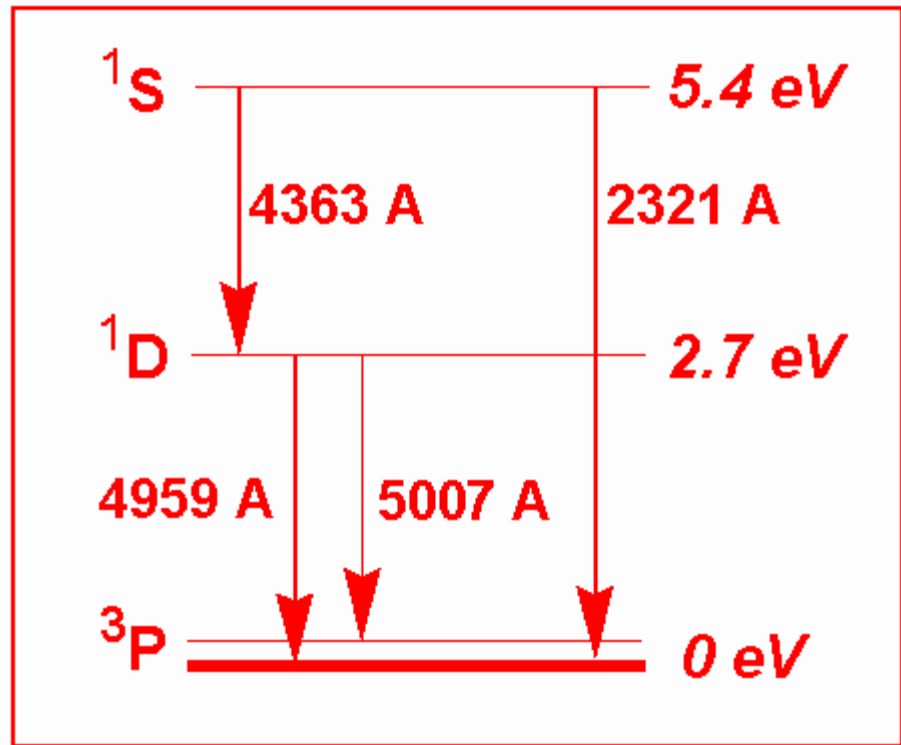
$$[L(H\beta)/h\nu(H\beta)] / [\int (L\nu/h\nu) d\nu] \sim \alpha_B(H,T) / \alpha_\beta(H,T)$$

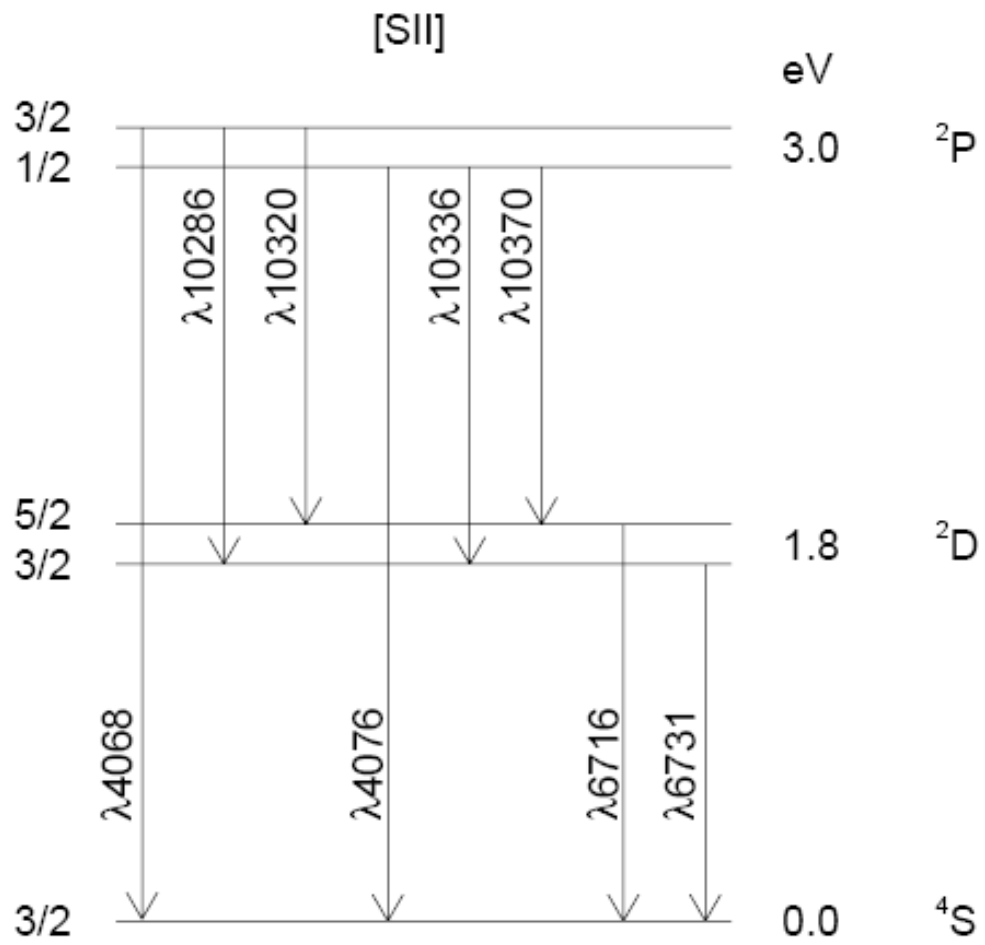
Radiação ionizante da estrela

$$[\int (L\nu/h\nu) d\nu] = [L(H\beta)/h\nu(H\beta)] [\alpha_B(H,T) / \alpha_\beta(H,T)]^{-1}$$



NGC 6960 The Cirrus Nebula HaOIIIIB





Miriani Pastoriza