Lista de Questões sobre o Cap. 2 do PS , p. 35-44

1 - Descreva o sistema de coordenadas Galácticas. Qual a origem do sistema? Qual a direção que corresponde a (l,b)=(0º,0º)?

R:
Trata-se de um sistema esférico, baseado em duas medidas angulares e um plano de referência, o que é comum no caso astronômico. A origem do sistema é a localização do Sol na Galáxia. No caso do sistema em questão, o plano de referência é o do disco da Galáxia, passando pelo Sol. A latitude Galáctica, b, é contada perpendicularmente a este plano, tendo domínio de -90º < b < +90º, sendo que os extremos correspondem aos chamados pólos Galácticos. A longitude Galáctica é contada ao longo do plano do disco, sendo a origem na direção do centro Galáctico, o qual, por conseguinte, tem coordenadas (l,b)=(0º,0º).

2 - O que é a Zona de Exclusão (Zone of Avoidance)? Por que ela é importante quando estudamos objetos extragalácticos no regime óptico?

R:
Zona de Exclusão é o nome dado à região de baixa latitude Galáctica (|b| < 15º aprox), na qual a alta densidade estelar e a grande quantidade de poeira no meio interestelar dificultam enormemente estudos extragalácticos, em especial no domínio óptico e UV do espectro EM.

3 - Defina o que é luminosidade de uma fonte. Quais as dimensões físicas dessa grandeza?

R: Luminosidade é a quantidade de energia EM emitida por uma fonte por unidade de tempo. Suas dimensões são, portanto, de energia por tempo ([E]/[T]), ou seja, de potência.

4 - Defina o que é fluxo de uma fonte. Quais as dimensões físicas dessa grandeza?

R: Fluxo é a quantidade de energia EM proveniente de uma fonte e que chega a uma área unitária num dado ponto do espaço e durante um intervalo de tempo unitário. Portanto, tem dimensão de energia por tempo por área ([E]/([T][L^2])).

O fluxo F de uma fonte depende da luminosidade L da mesma e da distância d do ponto à mesma. Matematicamente:

$F = L / (4 \text{ pi } d^2)$

5 - Considerando que o satélite GAIA será capaz de medir paralaxes com precisão de 0.0002 segundos de arco, qual a distância máxima confiável que o GAIA com este limite?

R:
A distância d de uma fonte cujo paralaxe medido é p é simplesmente da por

d(pc) = 1 / p(“)

Se a incerteza nas medidas de p pelo GAIA é de 0.0002”, somente medidas maiores do que este valor serão minimamente confiáveis. Assim sendo, o limite máximo de distâncias medidas pelo GAIA, usando a técnica do paralaxe trigonométrico, será de

$D_{max} = 1 / 0.0002 = 5000$ pc

6 - Partindo da relação básica

$V_t = \mu * D$

onde V_t é a velocidade tangencial de uma fonte, mu é seu movimento próprio e D sua distância, deduza a relação dada em 2.6.

R:

V_t (km/s) = μ (rad/s) x D(km) = [μ(“/s) x D(km)]/[$2.06x10^5$]

V_t (km/s) = [μ(“/ano) x D(pc) x $3.1x10^{13}$] / [$3.15x10^7$ x $2.06x10^5$]

V_t (km/s) = [μ(“/ano) x D(pc) x $3.1x10^{13}$] / [$6.5x10^{12}$] = 4.74 μ(“/ano) x D(pc)

7 - Determine a distância do aglomerado das Hyades, considerando-se que o movimento próprio típico de suas estrelas é μ=100mas/ano, a velocidade radial típica é de V_r=40km/s e o ângulo entre a visada ao centro do aglomerado e o ponto de convergência é de ψ=33graus (dados tirados de Perryman et al 1998, A&A, 331, 81).

R:
D(pc) = V_t (km/s) / [4.74 μ(“/ano)]

$V_t = V_r$ (km/s) tan(ψ)

D(pc) = [V_r tan(ψ)] / [4.74 μ(“/ano)] = [40 x tan(33º)] / [4.74 x 0.1] = [0..65 x 40]/0.47 = 55 pc

8 - Use a figura 2.5 para determinar a distância de um aglomerado cuja sequência principal passa pelo ponto (V,B-V)=(13,0.4). Despreze o efeito de extinção pelo meio interestelar.

R:
Pela figura, uma estrela da SP com (B-V)=0.4 tem magnitude absoluta M_V= 4 aprox. Ora, se a magnitude aparente medida é V=13.0, então o módulo de distância observado é

m-M = 13 – 4 = 9.0.

Pela expressão 2.23, temos que

5 x log10[D(pc)] -5 + A_V = 9.0

Assumindo A_V=0, temos então que

D(pc) = $10^{14/5}$ pc = $10^{2.8}$ pc = 631 pc

9 - Seja agora o mesmo aglomerado dado anteriormente. Assuma que a extinção é de A_V=0.5 e que R_V=3.1. Calcule o excesso de cor E(B-V) para esse aglomerado. Corrigindo os valores observados de V e B-V do ponto dado na questão anterior, redetermine sua distância, novamente usando a figura 2.5.

R:
Temos que lembrar que a extinção afeta não apenas a magnitude (eixo vertical) do diagrama cor-magnitude (CMD), mas também a cor (eixo horizontal do CMD). Para poder comparar com a o CMD da figura 2.5, precisamos primeiro determinar a cor intrínseca da estrela, corrigindo a cor observada pelo excesso de cor:

$(B\text{-}V)_0 = (B\text{-}V) - E(B\text{-}V)$

Pela expressão 2.21, temos que $E(B\text{-}V) = A_V/R_V = 0.5/3.1 = 0.16$

Logo a cor intrínseca será

$(B\text{-}V)_0 = (B\text{-}V) - 0.16 = 0.4 - 0.16 = 0.24$

Uma estrela com essa cor intrínseca, tem $M_V = 3$ aprox.

Logo temos

$m - M = 13 - 3 = 10 = 5 \times \log10[D(pc)] -5 + A_V$

$5 \log D(pc) = 10 - 0.5 + 5 = 14.5$

$D(pc) = 10^{14.5/5} = 10^{2.9} = 794$ pc

10 - Siga a argumentação do livro, mas com suas próprias palavras, e deduza a expressão 2.26.

R:

O período de oscilação de uma estrela pulsante é dado aproximadamente pela razão do seu tamanho (raio R) pela velocidade de propagação do som no seu interior (c_s):

$P = R/c_s$

A velocidade do som é da ordem da velocidade térmica típica das partículas no interior da estrela, que entra na expressão de equivalência entre energia cinética e térmica de um gás clássico

$k_B T = m v^2 = m c_s^2$

onde m é a massa de uma partícula típica no interior da estrela (o próton) e k_B é a constante de Boltzmann. Mas a energia térmica é da ordem da energia potencial, assumindo-se que a estrela esteja aproximadamente em equilíbrio. Então vale a relação escalar do virial entre a energia potencial gravitacional (U) e a energia cinética interna da estrela:

$U = -2K$

$GM_* m/R = k_B T = m c_s^2$

$GM_*/R = c_s^2 = R^2/P^2$

$P^2 \propto R^3/M \rightarrow P \propto R^{3/2} / M^{1/2} \propto \rho^{-1/2}$

Usando agora o fato de que a luminosidade (L) depende da massa ao cubo e do raio ao quadrado (assumindo que a temperatura efetiva, Teff, das estrelas pulsantes varia pouco)

$L \propto M^3$
$L \propto R^2$

temos então que

$P \propto L^{3/4} / L^{1/6} = L^{14/24} = L^{7/12}$

11 - Seja uma Cefeida com período de 8 dias e metalicidade [Fe/H] = -0.4. Use a eq. 2.28 para determinar sua magnitude absoluta na banda K, M_K.

Determine também a sua distância, considerando-se que sua magnitude aparente medida é de K=11.1 e que a extinção na direção desta estrela A_K = 0.2.

R:
Se P=8d e [Fe/H]=-0.4, temos que

$M_K = -2.53$

$K - A_K - M_K = 5 \log d(pc) - 5$
$13.43 = 5\log d(pc) - 5$
$d = 10^{18.43/5} = 10^{3.68} = 4.85 \times 10^3$ pc

12 - Seja a variável Cefeida do problema anterior. Determine a razão entre o número de átomos de Fe e o número de átomos de H na sua atmosfera, razão esta medida usando o valor para o Sol como unidade.

R:
$\log\{[n(Fe)/n(H)]/[n(Fe)/n(H)]_{sol}\} = -0.4$
$n(Fe)/n(H) = n(Fe)/n(H)_{sol} \times 10^{-0.4} = 0.40 \times n(Fe)/n(H)_{sol}$