

AGA0210 - Introdução à Astronomia
Resolução da Lista 3

Prof. Dr. Alex Cavaliéri Carciofi
*Monitor: Bruno C. Mota**
(Dated: 5 de novembro de 2012)

I. QUESTÃO 1

A estrela 1 tem uma magnitude aparente $m = 10$, e a estrela 2, $m = 15$.

- a) Supondo que as duas estrelas estejam à mesma distância, qual delas é a mais brilhante? Quantas vezes mais brilhante?

Segundo a classificação imposta por Hiparcos, a estrela 1 é mais brilhante. Quando a diferença de magnitudes é igual a 5, há uma diferença de brilho de 100 vezes, para verificar isto basta calcular

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log \left(\frac{F_1}{F_2} \right) \Rightarrow 10 - 15 = -2.5 \log \left(\frac{F_1}{F_2} \right) \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 100 \quad (1)$$

Portanto, $F_1 = 100 F_2$.

- b) Supondo que a luminosidade das duas estrelas seja a mesma e que a estrela 1 está a uma distância de 10 pc, qual é a distância da estrela 2?

1ª Forma

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log \left(\frac{F_1}{F_2} \right) = -2.5 \log \left(\frac{L_1 d_2^2}{d_1^2 L_2} \right) = -2.5 \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 = -5 \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right) \quad (2)$$

então

$$m_1 - m_2 = -5 \Rightarrow \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right) = 1 \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 10 \quad (3)$$

Portanto, $d_2 = 10 \text{ pc}$.

2ª Forma

Sabemos que

$$m - M = 5 \log d - 5, \quad (4)$$

*e-mail:bruno.mota@usp.br

então, temos duas expressões, uma para cada estrela,

$$m_1 - M_1 = 5 \log d_1 - 5 \quad (5)$$

$$m_2 - M_2 = 5 \log d_2 - 5 \quad (6)$$

subtraindo uma da outra e sabendo que $M_1 = M_2$, temos

$$m_1 - m_2 = 5 \log d_1 - 5 \log d_2 \Rightarrow 15 - 10 = 5 \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right). \quad (7)$$

Portanto, $d_1 = 10 d_2 = 100 \text{ pc}$.

3ª Forma

Usando a fórmula dos fluxos,

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}, \quad (8)$$

assim o fluxo entre os fluxos entre duas estrelas é

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_1}{4\pi d_1^2} \frac{4\pi d_2^2}{L_2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \quad (9)$$

Do item (a) $F_1/F_2 = 100$, então $d_2/d_1 = 10 \Rightarrow d_2 = 100 \text{ pc}$.

II. QUESTÃO 2

Explique o que é índice de cor de uma estrela, e qual a relação do índice de cor com a temperatura da fotosfera.

O índice de cor é obtido tomando a diferença entre magnitudes aparentes de duas bandas, por convenção tomamos a diferença da banda mais azul pela mais vermelha,

$$B - V = m_B - m_V = -2.5 \log \left(\frac{F_B}{F_V} \right), \quad (10)$$

para uma estrela quente (azulada) temos um F_B maior, enquanto que para uma fria temos F_V maior. Logo, para uma estrela quente o índice de cor será negativo,

$$F_B > F_V \rightarrow B < V \rightarrow (B - V) < 0, \quad (11)$$

para uma estrela fria (avermelhada) o índice será positivo

$$F_B < F_V \rightarrow B > V \rightarrow (B - V) > 0, \quad (12)$$

para uma estrelas com temperaturas intermediárias (amarelas e alaranjadas) o índice será

$$F_B \simeq F_V \rightarrow B \simeq V \rightarrow B - V \simeq 0, \quad (13)$$

III. QUESTÃO 3

Explique o que é o diagrama HR e qual sua importância para a astrofísica estelar.

O diagrama HR ou diagrama de Hertzsprung-Russell relaciona a magnitude absoluta ou luminosidade com o tipo espectral ou temperatura efetiva da estrela, constitui uma ferramenta importante, pois facilita o entendimento da evolução estelar auxiliando na determinação de propriedades físicas estelares, como a provável massa e raio da estrela, a partir da posição da estrela no diagrama. Hoje, podemos determinar caminhos no diagrama HR que estão relacionados principalmente à massa e em segundo lugar à composição química da estrela, para ver em detalhes os caminhos percorridos para diferentes massas consulte o livro [1].

IV. QUESTÃO 4

A estrela 1 tem uma paralaxe de $0,1''$, enquanto que a estrela 2 tem uma paralaxe de $0,3''$.

a) Qual a distância entre nós e as estrelas 1 e 2?

Utilizando a expressão,

$$d = \frac{1}{p('')} [\text{pc}], \quad (14)$$

Temos, $d_1 = 10 \text{ pc}$ e $d_2 = (10/3) \text{ pc}$.

b) Supondo que a estrela 1 tenha a mesma luminosidade que a 2, qual a razão entre seus fluxos aparentes?

Vimos da expressão 9 que

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{10/3}{10}\right)^2 = \frac{1}{9} \quad (15)$$

Logo, $F_2 = 9F_1$.

V. QUESTÃO 5

Considere a evolução de uma estrela de uma massa solar.

a) Coloque em ordem cronológica as seguintes fases evolutivas: gigante vermelha, anã branca, protoestrela, nebulosa planetária, sequência principal, ramo horizontal

Proto estrela \rightarrow sequência principal \rightarrow gigante vermelha \rightarrow ramo horizontal \rightarrow nebulosa planetária \rightarrow anã branca.

b) Para cada uma das fases acima, diga qual a origem da energia que a estrela emite.

Fase	Fonte de energia
Proto estrela	Energia gravitacional \rightarrow energia térmica
Sequência principal	Queima de H em He
Gigante vermelha	Queima de H em He numa camada externa
Ramo horizontal	Queima de He em C no núcleo e de H em He numa camada externa
Nebulosa planetária	Colapso (Pressão de radiação maior que a gravidade)
Anã branca	Resfriamento

[1] W.Maciél, *Introdução à Estrutura e Evolução Estelar*, (Edusp, 1999).