


Banco de questões de astronomia

Estas questões foram produzidas/selecionadas cuidadosamente com o objetivo de preparar os estudantes para o processo seletivo de astronomia no Brasil. Algumas questões não são de autoria própria e estão devidamente sinalizadas por () antes do enunciado. O template do banco de questões é o mesmo do Professor Kevin Zhou. Seu trabalho é valioso, e diversas ideias desta lista podem ser encontradas em seus Handouts.

1 Miscelânea

- [4] **Problema 1.**  Dudu Leiteiro, estava observando o céu, no interior de sua fazenda no Mato Grosso do Sul e observou o sistema binário formado pelas estrelas Iaum e Sezenem. Dudu, observou as estrelas e coletou os seguintes dados, com um intervalo de 6 meses entre eles:

Medida	Iaum	Sezenem
Ascensão Reta 1	$4^h 19^m 53,91^s$	$4^h 19^m 53,078^s$
Ascensão Reta 2	$4^h 19^m 53,92^s$	$4^h 19^m 53,077^s$
Declinação 1	$-13^\circ 33' 45,28''$	$-13^\circ 33' 47,78''$
Declinação 2	$-13^\circ 33' 45,20''$	$-13^\circ 33' 48,03''$

Com esses dados, você e Dudu Leiteiro, juntos vão analisar propriedades desse sistema binário. O primeiro passo importante para isso, é encontrar as coordenadas do centro de massa do sistema, denotadas pelo subscrito CM . Você lembra que em uma das aulas sobre o estudo de binárias, seu professor, LuCav, te ensinou que:

$$\delta_{CM} = \delta_A + \Delta\delta_A$$

$$\alpha_{CM} = \alpha_A + \Delta\alpha_A$$

Onde δ_A e α_A são as coordenadas de uma das estrelas do binário e Δ representa a diferença de coordenadas entre a estrela e o centro de massa, temos a seguinte relação:

$$\frac{a_A}{a} = \frac{\Delta\delta_A}{\Delta\delta_{CM}} = \frac{\Delta\alpha_A}{\Delta\alpha_{CM}}$$

Onde a_A é a distância da estrela A até o CM , a o semi-eixo maior da órbita e $\Delta\alpha_{CM}$ a variação das coordenadas do CM .

a) Sabendo que Iaum possui $3/2$ da massa de Sezenem, calcule $\Delta\delta_{CM}$ e $\Delta\alpha_{CM}$.

b) Com isso e considerando que as variações angulares são pequenas o suficiente para triângulos esféricos serem planos, encontre a paralaxe do sistema e sua distância até a Terra.

c) Considerando a massa de Iaum, $M_I = 4,9M_\odot$, e o período do sistema igual a $P = 29,01$ anos, calcule o maior redshift advindo de Sezenem, sendo que ambas as órbitas são circulares e Sezenem possui velocidade tangencial de $\mu = 1509''/\text{ano}$.

- [3] **Problema 2.** Marisso estava cansado de não conseguir encontrar com precisão a posição de uma estrela em seu telescópio e decidiu investigar os efeitos que poderiam estar causando esse erro aparente. Após ler alguns artigos, ele descobriu 2 principais efeitos que fazem um objeto aparentar estar em um ângulo $\Delta\theta_i$, desviado da sua posição original, são eles: *Paralaxe* e *Aberração Estelar*. Nessa questão, seu objetivo é ajudar Marisso, a entender o porque desses efeitos acontecerem.

- a) A paralaxe é o mais básico deles e ocorre por causa da mudança de posição da Terra ao longo do Ano. Considere que uma estrela está localizada de tal modo que a linha *Sol – Estrela* é perpendicular ao plano da órbita da Terra. Desenhe o esquema da situação e, considerando o raio da órbita da Terra como r e a distância da estrela como d , obtenha uma fórmula para $\Delta\theta_p$ causado pela paralaxe.
- b) Suponha agora, que a linha *Sol – Estrela* faça um ângulo ϕ qualquer com a órbita da Terra. Como sua resposta muda?
A aberração estar por sua vez advem de efeitos relativísticos a serem explorados a seguir.
- c) Considere um referencial S' se movendo com velocidade $v\hat{\mathbf{x}}$ em relação ao referencial S . Como as coordenadas (x', t') se relacionam com as coordenadas (x, t) ? Deixe suas respostas em função de γ .
- d) Supondo que haja um emissor de radiação no referencial S' e que o mesmo emita luz em um ângulo α' em relação ao eixo x . No referencial S o dispositivo aparentará emitir luz em um ângulo α . Prove, utilizando as transformações de Lorentz, que a relação entre α e α' é dada por:

$$\cos \alpha = \frac{\cos \alpha' + v/c}{1 + (\cos \alpha')v/c}$$

- e) Repita o item anterior, mas prove utilizando a adição de velocidade relativística.
- f) Considerando que a linha *Sol – Estrela* é perpendicular ao plano da órbita da Terra, e que a Terra se move com velocidade v , encontre uma expressão para o desvio $\Delta\theta_A$ causado pela aberração estelar.
- g) Qual desses efeitos você acha que é mais significativo, a paralaxe ou a aberração estelar?