

VI OLIMPÍADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Lavalleja - Uruguay, 10 a 16 de outubro de 2014

PROVA TEÓRICA GRUPAL

1. Para uma galáxia espiral, estima-se uma massa visível de 10^{11} massas solares. Com um radiotelescópio se observa a linha de 21 cm, proveniente de uma nuvem de hidrogênio neutro localizada no plano médio da galáxia, a uma distância de 30000 parsecs do centro da galáxia (ver figura 1). Para essa linha se observa um desvio por efeito Doppler de $1,54 \times 10^{-4}$ m. Considerando, ainda, que a linha de visada do observador está praticamente contida no plano médio da galáxia, calcule:
 - (a) (3 pontos) A velocidade de rotação da nuvem de hidrogênio com base no desvio Doppler medido na linha de 21 cm, assumindo que a nuvem seja uma massa pontual que gira em torno do centro galáctico, o qual contém toda a massa visível da galáxia, em uma órbita circular; e
 - (b) (4 pontos) a velocidade de rotação teórica que a nuvem de hidrogênio deveria ter se toda a massa visível da galáxia estivesse concentrada em seu centro.
 - (c) (3 pontos) Havendo alguma diferença entre a velocidade de rotação teórica calculada em (b) com a medida em (a), qual seria a causa mais importante dessa diferença? Fundamente sua resposta.

2. A figura mostra a curva de luz de uma binária eclipsante tipo Algol, cujo plano orbital jaz na direção da linha de visada. Indicam-se as magnitudes aparentes m_A y m_B , correspondentes aos mínimos primário e secundário da curva de luz, respectivamente. A profundidade de cada mínimo Δmag se define como a diferença entre a magnitude aparente total da binária m_{tot} (quando não há eclipse) e as magnitudes aparentes m_A ou m_B . Sejam T_B e T_A as temperaturas efetivas da componente mais brilhante e da componente mais débil, respectivamente. As duas componentes têm o mesmo raio R .
 - (a) (3 pontos) Faça um esquema das posições relativas entre as duas componentes do sistema, com respeito ao observador, correspon-

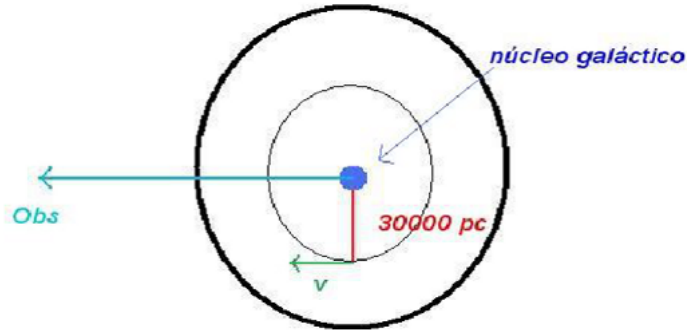


Figura correspondente ao exercício 1.

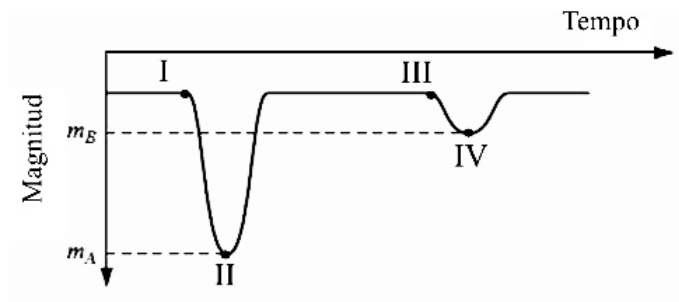


Figura correspondente ao exercício 2.

dentes aos seguintes pontos da curva de luz: I) imediatamente antes que se comece a produzir o mínimo primário, II) quando se alcança o mínimo primário, III) imediatamente antes que se comece o mínimo secundário e IV) quando se alcança o mínimo secundário. Indique claramente qual é a estrela A e qual é a B.

- (b) (4 pontos) Encontre uma expressão que relacione a profundidade de cada mínimo da curva de luz com a luminosidade total da binária (L_{tot}) e a luminosidade individual de cada componente (L_A, L_B).
- (c) (4 pontos) Sabendo que as temperaturas efetivas das componentes são $T_B = 12000$ K e $T_A = 5000$ K, calcule a profundidade Δmag de cada mínimo.
3. Se distribuíssemos toda a massa da Lua pela superfície terrestre, preservando a densidade lunar;

- (a) (4 pontos) Em quanto aumentaria o raio desta nova versão do planeta Terra?
- (b) (4 pontos) Sendo g e g' as acelerações da gravidade na superfície antes e depois da incorporação da massa da Lua, respectivamente, calcule o quociente g'/g da aceleração da gravidade na nova superfície sobre a atual.

Dados: $R_L = 1740$ km, $R_T = 6370$ km, $M_L = 0.012M_T$.

4. O período orbital de um asteroide é exatamente a terça parte do período orbital de Júpiter, sendo este de 11.87 anos.
 - (a) (3 pontos) Calcule o semi-eixo maior a da órbita do asteroide.
 - (b) (4 pontos) Sabendo que a órbita do asteroide tem excentricidade $e = 0,3$ e que é coplanar com a eclíptica, calcule a mínima distância possível que este asteroide pode chegar da Terra, supondo que a órbita da Terra seja circular.
5. A chamada “Lei de Hubble” é uma relação empírica que permite estimar a distância aos objetos mais remotos do Universo. Tal relação estabelece que a velocidade de recessão v das galáxias distantes é diretamente proporcional a sua distância r ($v = H_0 \times r$, sendo H_0 a chamada constante de Hubble). Por sua vez, quando $v \ll c$, pode se determinar v a partir do desvio Doppler, z , das linhas espectrais, dado que $z = v/c$, sendo c a velocidade da luz no vácuo.
 - (a) (4 pontos) Supondo $H_0 = 65$ km s⁻¹ Mpc⁻¹, a que distância se encontra uma galáxia com $z = 0.05$?
 - (b) (4 pontos) Supondo que as velocidades tenham permanecido constantes ao longo do tempo, quanto tempo uma galáxia remota qualquer levaria para chegar na sua distância atual de nós, segundo o modelo cosmológico ordinário do *Big Bang*?

Considere $c = 3.0 \times 10^8$ m s⁻¹, 1 pc = 30.8×10^{12} km.

6. Descobre-se um planeta extrasolar orbitando ao redor de uma estrela a 25 pc de distância ao Sol com o telescópio Gemini Sul, de 8.1 m, em $\lambda = 1.6 \times 10^{-6}$ m. O exoplaneta está a 5 ua da estrela e esta tem uma massa de $1.1 M_\odot$.

- (a) (3 pontos) Estime a velocidade orbital do planeta assumindo uma órbita circular.
 - (b) (4 pontos) Estime quantos meses os astrônomos teriam que esperar para observar o planeta mover-se em sua órbita. *Nota:* Isto ocorre aproximadamente quando o planeta avança uma distância equivalente ao poder de resolução do telescópio.
7. Faça um esquema das posições relativas da Terra, do Sol e da Lua e os cones de sombra e penumbra durante:
- (a) (3 pontos) um eclipse total do Sol. Indique a zona da Terra de onde se veria o eclipse total, e a zona de onde se veria o eclipse parcial.
 - (b) (3 pontos) um eclipse anular do Sol. Indique a zona da Terra de onde se veria o eclipse anular, e a zona de onde se veria o eclipse parcial.