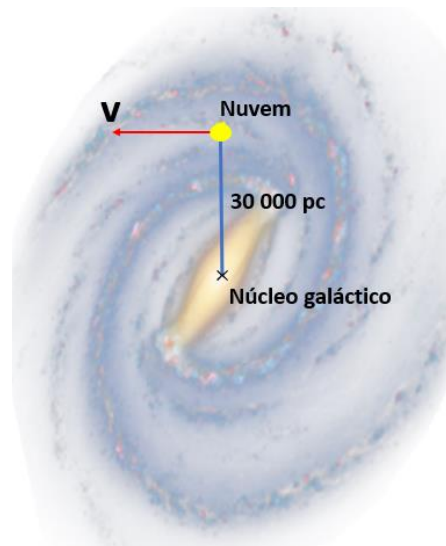


Prova Teórica em Grupo

PROBLEMA I

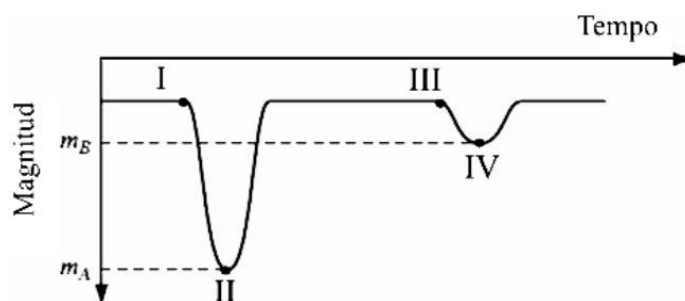
Para uma galáxia espiral, estima-se uma massa visível de 10^{11} massas solares. Com um radiotelescópio se observa a linha de 21 cm, proveniente de uma nuvem de hidrogênio neutro localizada no plano médio da galáxia, a uma distância de 30 000 parsecs do centro da galáxia. Para essa linha se observa um desvio Doppler de $1,54 \cdot 10^{-4}$ m. Considerando, ainda, que a linha de visada do observador está praticamente contida no plano médio da galáxia, calcule:

- 1) 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 em uma órbita circular.
- 2) A velocidade de rotação teórica que a nuvem de hidrogênio deveria ter se toda a massa visível da galáxia estivesse concentrada em seu centro.
- 3) Havendo alguma diferença entre a velocidade de rotação teórica calculada em (2) com a medida em (1), qual seria a causa mais provável dessa diferença? Fundamente sua resposta.



PROBLEMA II

A figura abaixo mostra a curva de luz de uma binária eclipsante tipo Algol cujo plano orbital está na direção da linha de visada. Indicam-se as magnitudes aparentes, m_A e m_B , correspondentes aos mínimos primário e secundário da curva de luz, respectivamente. A profundidade de cada mínimo Δmag é definido como a diferença entre a magnitude aparente m_A ou m_B e a magnitude aparente total da binária m_{tot} (quando não há eclipse). 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 .



- 1) Faça um esquema das posições relativas entre as duas componentes do sistema, com respeito ao observador, correspondentes 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.
- 2) 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).
- 3) Sabendo que as temperaturas efetivas das componentes são $T_B = 12\,000$ K e $T_A = 5\,000$ K, calcule a profundidade Δmag de cada mínimo.

PROBLEMA III

Considere a situação em que se distribui, de maneira uniforme, toda a massa da Lua pela superfície terrestre preservando a densidade lunar.

- 1) Em quanto aumentaria o raio desta nova versão do planeta Terra?
- 2) Sendo g e g' as acelerações da gravidade na superfície, respectivamente, antes e depois da incorporação da massa da Lua, determine a razão g'/g da aceleração da gravidade na nova superfície sobre a atual.

PROBLEMA IV

O período orbital de um asteroide é exatamente um terço do período orbital de Júpiter, sendo este de 11,87 anos.

- 1) Calcule o semieixo maior a da órbita do asteroide.
- 2) 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.

PROBLEMA V

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 ($v = H_0 \cdot r$, 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.

- 1) Supondo $H_0 = 65 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$, a que distância se encontra uma galáxia com $z = 0,05$?
- 2) Supondo que as velocidades tenham permanecido constantes ao longo do tempo, quanto tempo, em anos terrestres, uma galáxia remota qualquer levaria para chegar na sua distância atual segundo o modelo cosmológico ordinário do *Big Bang*?

PROBLEMA VI

Descobre-se um planeta extra-solar orbitando uma estrela a 25 pc de distância do Sol com o telescópio Gemini Sul, de 8,1 m, em $\lambda = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. O exoplaneta está a 5 ua da estrela que possui uma massa de 1,1 massa solar.

- 1) Estime a velocidade orbital do planeta assumindo que sua órbita é circular.
- 2) 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.

PROBLEMA VII

Faça um esquema das posições relativas da Terra, do Sol e da Lua e os cones de sombra e penumbra durante:

- 1) 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.
- 2) 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.

Prova em Grupo – Dados e Constantes

Massa do Sol: $M_{\odot} = 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Massa da Lua: $M_L = 0,012 M_{\oplus}$

Raio da Terra: $R_{\oplus} = 6\,371 \text{ km}$

Raio da Lua: $R_L = 1\,740 \text{ km}$

Constante da gravitacional: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

1 pc = 3,26 al = $3,086 \cdot 10^{16} \text{ m}$

1 ua = $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

1 ano = $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$

1'' = $4,848 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$