

Noções de Astronomia e Cosmologia

Lista 1: Gravitação; leis de Kepler; Luz; Telescópios; Sistema Solar (menos o Sol)

1. (dos slides da Aula 1) Mostre, que $\frac{1}{\text{mes sideral}} = \frac{1}{\text{mes sinodico}} + \frac{1}{\text{ano}}$.
Dica: faça uma adição ou subtração de velocidades angulares e divida os dois lados da equação por 2π .
2. (dos slides da Aula 1) Mostre, que (sendo $a = 1$ ano terrestre):
$$\frac{1}{\text{periodo sinodico}} = \frac{1}{\text{periodo sideral}} - \frac{1}{a}$$
 para planetas inferiores, e
$$\frac{1}{\text{periodo sinodico}} = \frac{1}{a} - \frac{1}{\text{periodo sideral}}$$
 para planetas superiores
3. Em sua jornada para a Lua, os astronautas da Apollo alcançaram um ponto no qual a atração gravitacional da Lua tornou-se mais forte que a da Terra. (a) Determine a distância desse ponto até o centro da Terra. (b) Qual é a aceleração devida à gravidade da Terra nesse ponto?
4. Considere um satélite em órbita circular próxima da superfície de um planeta. (a) Mostre que o período T dessa órbita só depende da densidade média do planeta e não da sua massa total. (b) Calcule o valor de T para a Terra, cuja densidade média é $\rho = 5.52 \text{ g/cm}^3$, desprezando os efeitos da atmosfera sobre a órbita. (c) Ainda no caso da Terra, calcule a velocidade do satélite nessa órbita.
5. Dois planetas X e Y descrevem órbitas circulares ao redor de uma estrela no sentido anti-horário. Os raios de suas órbitas estão na razão 3:1 (Y percorre a órbita mais interna). Em certo instante, eles estão alinhados, formando uma linha reta com a estrela, com Y entre X e a estrela. Durante os próximos 5 anos, o deslocamento angular do planeta X será de 90° . Onde estará o planeta Y nesse instante?

6. Órbitas de Cometas têm em geral excentricidades bastante elevadas, próximas (e até excedendo) a unidade. O Cometa Halley tem um período orbital de 76 anos e excentricidade da órbita $e = 0.9673$. (a) Qual o semi-eixo maior da órbita do Cometa Halley? (b) Use os dados orbitais deste Cometa para estimar a massa do Sol. (c) Calcule a distância do Cometa ao Sol no afélio e no periélio. (d) Determine a velocidade orbital do Cometa no afélio, no periélio e sobre o semi-eixo menor de sua órbita. (e) Quantas vezes maior é a energia cinética do Cometa no periélio com relação ao afélio?
7. (dos slides da Aula 3) Mostre, que a fórmula pra magnitude aparente, $m = -2.5 \cdot \log_{10} \frac{F}{F_0} = -2.5 \cdot \log_{10} F + C$, satisfaz a exigência, que uma estrela de 1ª magnitude é 100 vezes mais brilhante que uma de 6ª magnitude.
8. (dos slides da Aula 3) Mostre, usando a definição de magnitude absoluta, que $M = m - 5 \cdot \log_{10} \frac{d}{10 \text{ pc}}$ e $d = 10(m - M + 5)/5 \text{ pc}$.
9. Deduza a relação $m = M_{\odot} - 2.5 \cdot \log_{10} \left(\frac{F}{F_{10, \odot}} \right)$, onde $M_{\odot}$ é a magnitude absoluta do Sol, e $F_{10, \odot}$ o fluxo da radiação solar em 10 pc de distância.
10. A paralaxe de Sirius é $0.379''$. (a) Encontre a distância até Sirius em unidades de (i) parsecs; (ii) anos-luz; (iii) unidades astronômicas; (iv) metros. (b) Determine o módulo de distância de Sirius. (c) Na verdade, Sirius é uma estrela dupla, cuja componente mais brilhante, Sirius A, tem uma magnitude aparente no visual de $m_V = -1.44$. Quanto é a magnitude absoluta de Sirius A. (d) A magnitude aparente da componente mais fraca, Sirius B, é $m_V = +8.7$. Quanto é a razão entre as luminosidades intrínsecas de Sirius A e B?
11. A magnitude absoluta do Sol é $+4.82$, e suas cores $U - B$ e $B - V$ são 0.195 e 0.65 , respectivamente. (a) Quanto é a magnitude visual aparente do Sol? (b) Quanto são as magnitudes M_B , m_B , M_U e m_U ?
12. (dos slides da Aula 3) Mostre, que a cor de um objeto independe da sua distância.
13. A distância média Terra-Lua é $384'400 \text{ km}$, e o raio da Lua é $1.737 \cdot 10^3 \text{ km}$. Supondo que a órbita de Júpiter é praticamente circular, o raio desta órbita é 5.2044 AU , e o diâmetro de Júpiter é $143 \cdot 10^3 \text{ km}$. (a) Usando o critério de Rayleigh, estime o limite da resolução do olho humano a 550 nm . Admita que o diâmetro da pupila é 5 mm . (b) Compare a sua resposta com os diâmetros angulares da Lua e de Júpiter. (c) O que você pode concluir sobre a capacidade de resolver os discos da Lua e de Júpiter a olho nu?
14. Duas antenas de rádio, que detectam radiação de 50 m de comprimento de onda, estão posicionadas a 100 m uma da outra. A sobreposição dos sinais das duas antenas observando uma certa radiogaláxia se cancela num certo momento. Qual o ângulo entre a direção da radiogaláxia e a vertical naquele momento?

15. (dos slides da Aula 4) Para um gás de partículas de massa m e de temperatura T , as velocidades v das partículas seguem a distribuição de Maxwell-Boltzmann:

$$f(v) = \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi k_B T}\right)^3} 4\pi v^2 \exp\left(\frac{-mv^2}{2k_B T}\right).$$

Mostre, que a velocidade mais provável é $v_{\text{mp}} = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}}$.

16. O período orbital da Vênus é 224.7 dias terrestres, e seu período de rotação 243 dias terrestres retrógrado. O dia venusiano é mais curto ou mais longo que seu período de rotação? Por quê? Calcule a duração do dia venusiano.
17. Hidrogênio metálico líquido deve ser a fonte dos campos magnéticos de Júpiter e Saturno. Explique se o campo magnético da Terra pode ou não ter esse tipo de origem.
18. A parte interna do núcleo da Terra encontra-se a uma temperatura maior que a parte externa do núcleo. Por que, então, a parte interna é sólida e a externa líquida?
19. Quais são as diferenças entre os Asteróides e os Objetos Trans-Netunianos?
20. Se hidrogênio e hélio somados respondem por 98% da massa de todos os átomos no Universo, explique a razão de haver pouco desses gases na Terra e na Lua.
21. Os temperatura e raio do Sol são $T_{\odot} = 5777 \text{ K}$ e $R_{\odot} = 695000 \text{ km}$, e os raio médio, semi-eixo maior orbital, massa e albedo de Júpiter são $R_J = 69911 \text{ km}$, $d = 5.2 \text{ AU}$, $M_J = 1.8986 \cdot 10^{27} \text{ kg}$ e $a = 0.343$. A massa do próton é $1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. (a) Estime a temperatura de equilíbrio de corpo negro de Júpiter. (b) Estime a temperatura necessária para que todas as moléculas de hidrogênio tivessem escapado da atmosfera de Júpiter desde sua formação (c) Baseado na sua resposta ao item (b), qual você espera que seja a componente dominante na atmosfera? Por quê?
22. Qual a razão entre a força de maré por unidade de massa exercida pelo Sol sobre Marte no periélio e aquela exercida pelo Sol sobre a Terra? Como essa diferença nos efeitos de maré contribuíram para as diferenças nas características orbitais e/ou de rotação dos dois planetas?