

### Questões teóricas curtas

#### 10 pontos por questão

1. A maior parte dos cometas de uma só aparição entram no Sistema Solar interior diretamente da nuvem de Oort. Estime quanto tempo leva um cometa para fazer essa viagem. Considere que seu afélio fica na nuvem de Oort, a 35 000 AU do Sol.
2. Estime o número de estrelas num enxame globular de diâmetro 40 pc, se a velocidade de escape em sua borda é de 6 km s<sup>-1</sup> e a maior parte das estrelas é parecida com o Sol.
3. Em 9 de março de 2011, a nave Voyager estava a 116.406 AU do Sol e se movendo a 17.062 km s<sup>-1</sup>. Determine se a órbita da nave é (a) elíptica, (b) parabólica ou (c) hiperbólica. Qual é a magnitude aparente do Sol visto da Voyager?
4. Supondo que Fobos revoluciona em torno de Marte em uma órbita perfeitamente circular no plano equatorial do planeta, diga quanto tempo Fobos fica acima do horizonte para um observador no equador marciano. Use os seguintes dados:  
Raio de Marte  $R_{\text{Mars}} = 3\,393$  km Período de rotação de Marte  $T_{\text{Mars}} = 24.623$  h. Massa de Marte  $M_{\text{Mars}} = 6.421 \times 10^{23}$  kg Raio orbital de Fobos  $R_p = 9\,380$  km.
5. Qual seria o diâmetro de um radiotelescópio trabalhando em um comprimento de onda de  $\lambda = 1$  cm com a mesma resolução de um telescópio óptico de diâmetro  $D = 10$  cm?
6. Forças de maré resultam num torque na Terra. Supondo que, durante as últimas centenas de milhões de anos, tanto esse torque quanto a duração do ano sideral foram constantes e tiveram valores de  $6.0 \times 10^{16}$  N m e  $3.15 \times 10^7$  s respectivamente, calcule quantos dias havia num ano há  $6.0 \times 10^8$  anos atrás. O momento de inércia de uma bola homogênea de raio  $R$  e massa  $m$  é 
$$I = \frac{2}{5} mR^2 .$$
7. Um satélite orbita a Terra em órbita circular. O momento inicial do satélite é dado pelo vetor  $\mathbf{p}$ . Em certo instante, um burst fornece ao satélite um impulso adicional  $\Delta\mathbf{p}$ , de mesma magnitude que  $\mathbf{p}$ . Seja  $\alpha$  o ângulo entre os vetores  $\mathbf{p}$  e  $\Delta\mathbf{p}$ , e  $\beta$  o entre o raio vetor do satélite e  $\Delta\mathbf{p}$ . Pensando na direção do impulso adicional  $\Delta\mathbf{p}$ , considere se é possível mudar a órbita para cada um dos casos descritos abaixo. Se sim, escreva YES na folha de respostas, e dê valores de  $\alpha$  e de  $\beta$  para os quais é possível. Se a órbita é impossível, escreva NO.
  - (a) uma hipérbole com perigeu no local do burst.
  - (b) uma parábola com perigeu no local do burst.
  - (c) uma elipse com perigeu no local do burst.

(d) um círculo.

(e) uma elipse com apogeu no local do burst.

Note que para  $\alpha = 180^\circ$  e  $\beta = 90^\circ$  a nova órbita será um segmento de reta ao longo do qual o satélite cairá verticalmente, em direção ao centro da Terra.

8. Supondo que grãos de poeira são corpos negros, determine o diâmetro de um grão esférico que pode ficar a 1 AU do Sol em equilíbrio entre a pressão de radiação e a atração gravitacional do Sol. Considere a densidade do grão  $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .
9. Distâncias interestelares são grandes comparadas aos tamanhos das estrelas. Assim, enxames estelares e galáxias que não contêm matéria difusa essencialmente não ocultam objetos atrás deles. Estime que proporção do céu é ocultada por estrelas quando olhamos na direção de uma galáxia de brilho superficial  $\mu = 18.0 \text{ mag arcsec}^{-2}$ . Suponha que a galáxia é formada por estrelas parecidas com o Sol.
10. Estime a energia mínima que um próton precisaria para penetrar a magnetosfera terrestre. Suponha que a penetração inicial é perpendicular a uma faixa de campo magnético uniforme de  $30 \mu\text{T}$  e largura  $1.0 \times 10^4 \text{ km}$ . Esboce a trajetória da partícula. (Note que, nessas altas energias, o momento pode ser substituído por  $E/c$ . Ignore quaisquer efeitos radiativos).
11. Baseando-se no espectro de uma galáxia de redshift  $z = 6.03$  determinou-se que a idade de suas estrelas é de entre 560 e 600 milhões de anos. Em qual  $z$  ocorreu a época de formação estelar nesta galáxia? Suponha que a idade atual do Universo é  $t_0 = 13.7 \times 10^9$  anos e que a taxa de expansão do Universo é dada por um modelo cosmológico plano com constante cosmológica  $\Lambda = 0$ . (Num modelo assim, o fator de escala  $R \propto t^{2/3}$ , onde  $t$  é o tempo desde o Big Bang.)
12. Devido à precessão do eixo da Terra, a região do céu visível num local com coordenadas geográficas fixas muda com o tempo. É possível que, em alguma época, Sirius não nasça para um observador na Cracóvia, ao mesmo tempo em que Canopus nasça e se ponha? Considere que o eixo da Terra percorre um cone de  $47^\circ$  de abertura. Cracóvia tem latitude de  $50,1^\circ \text{ N}$ ; As coordenadas equatoriais atuais (ascensão reta e declinação) dessas estrelas são:  
Sirius ( $\alpha \text{ CMa}$ ):  $6^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ ,  $-16^\circ 43'$   
Canopus ( $\alpha \text{ Car}$ ):  $6^{\text{h}} 24^{\text{m}}$ ,  $-52^\circ 42'$
13. A equação da eclíptica em coordenadas equatoriais ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) tem a forma:  
$$\delta = \arctan(\sin \alpha \tan \varepsilon),$$
onde  $\varepsilon$  é o ângulo entre o equador celeste e o plano da eclíptica. Encontre uma relação análoga  $h = f(A)$  para o equador galáctico em coordenadas horizontais ( $A$ ,  $h$ ) para um observador à latitude  $\varphi = 49^\circ 34'$  e horário sideral local  $\theta = 0^{\text{h}} 51^{\text{m}}$ .
14. Estime o número de neutrinos solares que devem atravessar uma região de  $1 \text{ m}^2$  da superfície da Terra perpendicular ao Sol a cada segundo. Use o fato de que cada reação de fusão no Sol produz  $26.8 \text{ MeV}$  de energia e 2 neutrinos.
15. Dado que a radiação cósmica de fundo tem o espectro de um corpo negro ao longo da evolução do Universo, determine como sua temperatura muda com o redshift  $z$ . Em particular, dê a temperatura da radiação cósmica de fundo na época  $z \approx 10$  (a dos objetos mais distantes hoje observados). A temperatura atual da radiação cósmica de fundo é  $2.73 \text{ K}$ .