



**Lista 11: Gravitação**

**Questões**

- (A) A Lua é atraída pela força gravitacional da Terra, por que ela não se choca contra a Terra?
- (B) A Terra está mais próxima do Sol em novembro do que em maio. Explique, em qual desses meses a velocidade da Terra é maior?
- (C) Em qual ponto de uma órbita elíptica a aceleração é máxima? Em qual ponto ela é mínima? Justifique suas respostas.
- (D) Considere uma viagem em um ônibus espacial entre a Terra a Lua, de ida e volta. Em qual trajeto (ida ou volta) o consumo de combustível é maior?
- (E) Quando a atração gravitacional entre você e o Sol é maior: ao meio-dia ou à meia-noite? Explique.

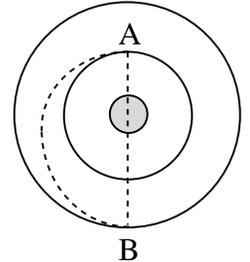
**Exercícios e Problemas**

- 1.** A que distância de uma esfera de 100 kg e raio 15 cm uma partícula teria de ser colocada para que a esfera atraísse a partícula com a mesma força que a Terra atrai esta partícula colocada na sua superfície? Esse experimento poderia ser efetivamente realizado?
- 2.** Sabendo que a aceleração da gravidade na superfície da Terra é igual a  $9,80 \text{ m/s}^2$ , desprezando o efeito da latitude, qual deve ser altura acima da superfície terrestre na qual a aceleração da gravidade é igual a  $9,00 \text{ m/s}^2$ ?
- 3.** Qual deve ser a velocidade orbital de um satélite que descreve uma órbita circular a 780 km acima da superfície terrestre?
- 4.** Um objeto de massa  $m$  é abandonado de uma altura  $h$  acima da superfície de um planeta de massa  $M$  e raio  $R$ . Qual a velocidade do objeto ao chocar-se com a superfície do planeta?
- 5.** Dez dias após seu lançamento para Marte em dezembro de 1998, a espaçonave Mars Climate Orbiter (massa igual a 629 kg) estava a uma distância de  $2,87 \times 10^6 \text{ km}$  da Terra e se deslocava com velocidade igual a  $1,20 \times 10^4 \text{ km/h}$  em relação à Terra. Nesse momento, qual era:
- a) A energia cinética da espaçonave em relação a Terra?
  - b) A energia potencial gravitacional do sistema espaçonave-Terra?
- 6.** Um projétil é lançado verticalmente da superfície da Terra, com uma velocidade inicial de 9,42 km/s. Desprezando-se o atrito com o ar, a que altura acima da superfície da Terra ele chegará?
- 7.** Um determinado sistema triplo de estrelas consiste em duas estrelas, cada uma de massa  $m$ , que giram na

mesma órbita circular em torno de uma estrela central de massa  $M$ . As duas estrelas situam-se nos extremos opostos de um diâmetro da órbita circular. Qual o período de revolução de cada estrela e sua a energia mecânica?

8. A energia necessária para levar um satélite até 1600 km acima da superfície da Terra é maior do que a necessária para colocá-lo em órbita, uma vez que ele já esteja naquela altura?

9. Um astronauta em uma nave em órbita circular em torno da Terra a 7000 km de seu centro e deseja desembarcar na estação espacial também em órbita circular em torno da Terra a 10000 km de seu centro. Ele aciona os foguetes propulsores por alguns segundos, a fim de aumentar a sua velocidade e chegar ao ponto B na órbita da estação espacial que se situa no lado oposto da Terra de onde se encontra o astronauta ao acionar os foguetes. Ele também quer se aproximar do ponto B segundo a tangente à órbita da estação espacial.



a) Qual deve ser a sua velocidade após concluir o acionamento dos foguetes?

b) Qual a velocidade que o astronauta chega ao ponto B?

c) Com esta velocidade ele conseguirá desembarcar na estação espacial?

10. Um satélite, em uma órbita elíptica de excentricidade  $e$ , tem uma velocidade  $V_a$  no apogeu,  $V_p$  no perigeu, e  $V_o$  nas extremidades do semieixo menor da sua órbita. Mostre que:

a)  $\frac{v_p}{v_a} = (1+e)/(1-e)$       b)  $v_o/v_a = (v_p/v_a)^{1/2}$

(A excentricidade de uma elipse é definida como a razão entre a metade da distância focal e a metade da medida do eixo maior da elipse.)

Respostas:

1) 0,026 mm; não

2) 273 km

3) 7,47 km/s

4)  $v = \sqrt{2GMh/R(R+h)}$

5) a)  $3,49 \times 10^{15} \text{ J}$ ; b)  $-8,74 \times 10^7 \text{ J}$

6)  $1,55 \times 10^7 \text{ m}$

7)  $T = 4\pi\sqrt{r^3/G(4M+m)}$ ;  $E_M = -\frac{Gm}{4r}\left(M + \frac{3m}{4}\right)$

8) não

9) a) 8,19 km/s b) 5,73 km/s c) não