

## Lista de Gravitação

- Qual deve ser a separação entre uma partícula de 5,2 kg e uma partícula de 2,4 kg para que a atração gravitacional entre elas tenha um módulo de  $2,3 \times 10^{-12}$  N?
- Na Figura 1, um quadrado com 20,0 cm de lado é formado por quatro esferas de massas  $m_1 = 5,00$  g,  $m_2 = 3,00$  g,  $m_3 = 1,00$  g e  $m_4 = 5,00$  g. Em notação de vetores unitários, qual é a força gravitacional resultante exercida por elas sobre uma esfera central com massa  $m_5 = 2,50$  g?

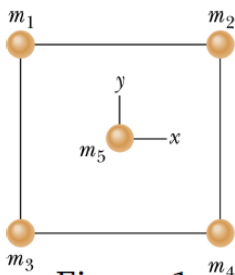


Figura 1

- Na Figura 2, duas partículas puntiformes estão fixadas sobre um eixo  $x$  e separadas por uma distância  $d$ . A partícula  $A$  possui massa  $m_A$  e a partícula  $B$  possui massa  $3,00m_A$ . Uma terceira partícula  $C$ , de massa  $75,0m_A$ , deve ser colocada sobre o eixo  $x$ , próxima das partículas  $A$  e  $B$ . Em termos da distância  $d$ , em que valor da coordenada  $x$  deveria  $C$  ser colocada de modo que a força gravitacional resultante exercida pelas partículas  $B$  e  $C$  sobre a partícula  $A$  fosse nula?

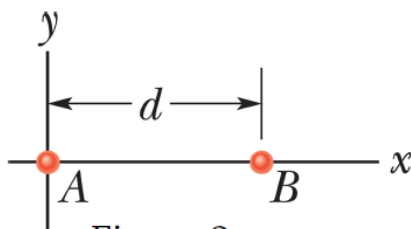


Figura 2:

- Na Figura 3 três partículas puntiformes estão fixas em um plano  $xy$ . A partícula  $A$  possui massa  $m_A$ , a partícula  $B$  possui massa  $2,00m_A$ , e a partícula  $C$  possui massa  $3,00m_A$ . Uma quarta partícula  $D$ , com massa  $4,00m_A$ , deve ser colocada nas proximidades das outras três. Em termos da distância  $d$ , em que valores das coordenadas (a)  $x$  e (b)  $y$  a partícula  $D$  deveria ser colocada de modo que a força gravitacional resultante exercida pelas partículas  $B$ ,  $C$  e  $D$  sobre a partícula  $A$  fosse nula?

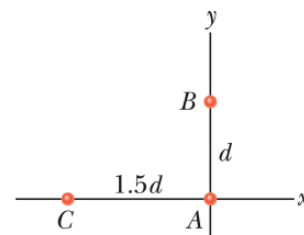


Figura 3

- Em que altitude acima da superfície da Terra a aceleração gravitacional seria igual a  $4,9$  m/s<sup>2</sup>?
- Um modelo para um certo planeta considera-o possuindo um núcleo de raio  $R$  e massa  $M$  circundado por uma camada externa de raio interno  $R$  e raio externo  $2R$  e massa  $4M$ . Se  $M = 4,1 \times 10^{24}$  kg e  $R = 6,0 \times 10^6$  m, qual é a aceleração gravitacional de uma partícula nos pontos a distâncias (a)  $R$  e (b)  $3R$  do centro do planeta?
- Acredita-se que certas estrelas de nêutrons (estrelas extremamente densas) estejam girando a cerca de 1 rev/s. Se uma tal estrela tiver um raio de 20 km, qual deverá ser sua menor massa para que o material sobre sua superfície permaneça no lugar durante a rápida rotação?

8. Duas cascas esféricas concêntricas com massas  $M_1$  e  $M_2$  distribuídas uniformemente estão situadas como mostrado na Figura 4. Encontre o módulo da força gravitacional sobre uma partícula de massa  $m$ , devida às duas cascas, quando a partícula está localizada nas distâncias radiais (a)  $a$ , (b)  $b$  e (c)  $c$ .

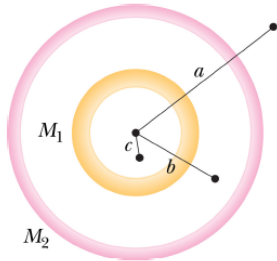


Figura 4

9. Uma esfera sólida uniforme possui uma massa de  $1,0 \times 10^4$  kg e um raio de 1,0 m. Qual é o módulo da força gravitacional exercida pela esfera sobre uma partícula de massa  $m$  localizada a uma distância de (a) 1,5 m e (b) 0,50 m do centro da esfera? Escreva uma expressão geral para o módulo da força gravitacional sobre uma partícula a uma distância  $r \leq 1,0$  m do centro da esfera.
10. (a) Qual é a energia potencial gravitacional do sistema de duas partículas do Problema 1? Se você triplicar a separação entre as partículas, quanto trabalho é realizado (b) pela força gravitacional entre as partículas e (c) por você?
11. Que múltiplo da energia necessária para se escapar da Terra fornece a energia necessária para escapar (a) da Lua e (b) de Júpiter?
12. As três esferas na Figura 5, com massas  $m_A = 80$  g,  $m_B = 10$  g e  $m_C = 20$  g, têm seus centros sobre uma mesma linha, com  $L = 12$  cm e  $d = 4,0$  cm. Você

desloca a esfera  $B$  ao longo da linha até que sua separação centro a centro da esfera  $C$  seja  $d = 4,0$  cm. Qual é o trabalho realizado sobre a esfera  $B$  (a) por você e (b) pela força gravitacional sobre  $B$  devida às esferas  $A$  e  $C$ ?

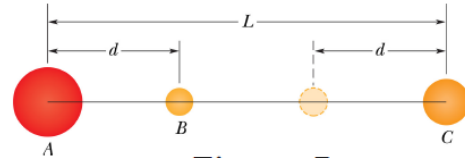


Figura 5

13. (a) Qual é a velocidade de escape de um asteroide esférico cujo raio é igual a 500 km e cuja aceleração gravitacional na superfície é igual a  $3,0$  m/s<sup>2</sup>? (b) Que distância da superfície uma partícula atingirá se ela deixar a superfície com uma velocidade radial de 1000 m/s? (c) com que velocidade um objeto atingiria o asteroide se ele fosse solto a 1000 km acima da superfície?
14. A Figura 6 mostra quatro partículas, cada uma de massa 20,0 g, que formam um quadrado de lado  $d = 0,600$  m. Se  $d$  for reduzido para 0,200 m, qual será a variação na energia potencial gravitacional do sistema das quatro partículas?

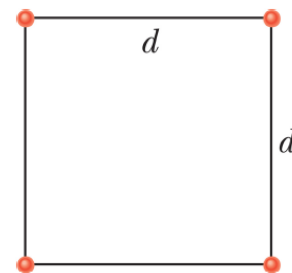


Figura 6

15. O Sol, que está a  $2,2 \times 10^{20}$  m do centro da Via Láctea, completa uma revolução em torno deste centro a cada  $2,5 \times 10^8$  anos. Supondo que cada estrela na galáxia possua uma massa igual à massa do sol de  $2,0 \times 10^{30}$  kg, que as estrelas estão distribuídas uniformemente em uma esfera em torno do centro da galáxia e que o Sol se encontre na borda dessa esfera, estime o número de estrelas na galáxia.

16. (a) Que velocidade linear um satélite da Terra deve ter para estar em órbita circular em uma altitude de 160 km acima da superfície da Terra? (b) Qual é o período de revolução?
17. Um satélite, se movendo em uma órbita elíptica, está a 360 km acima da superfície da Terra em seu ponto mais afastado e a 180 km no seu ponto mais próximo. Calcule (a) o semi-eixo maior e (b) a excentricidade da órbita.
18. Um satélite de 20 kg possui uma órbita circular com um período de 2,4 h e um raio de  $8,0 \times 10^6$  m em torno de um planeta de massa desconhecida. Se o módulo da aceleração gravitacional sobre a superfície do planeta é  $8,0 \text{ m/s}^2$ , qual é o raio do planeta?
19. Um asteroide, cuja massa é  $2,0 \times 10^{-4}$  vezes a massa da Terra, gira em uma órbita em torno do Sol a uma distância que é o dobro da distância da Terra ao Sol. (a) Calcule o período de revolução do asteroide em anos. (b) Qual é a razão entre a energia cinética do asteroide e a energia cinética da Terra?
20. Um satélite está em uma órbita circular de raio  $r$  em torno da Terra. A área  $A$  delimitada pela órbita depende de  $r$  pois  $A = \pi r^2$ . Determine de que forma as seguintes propriedades do satélite dependem de  $r$ : (a) o período, (b) a energia cinética, (c) o momento angular e (d) a velocidade escalar.

---

## Respostas:

1. 19 m.
2.  $\mathbf{F} = (1,18 \times 10^{-14} \text{ N})\mathbf{i} + (1,18 \times 10^{-14} \text{ N})\mathbf{j}$ .
3.  $-5,0d$ .
4. (a)  $x = 0,716d$ ; (b)  $y = -1,07d$ .
5.  $2,6 \times 10^6 \text{ m}$ .
6. (a)  $7,6 \text{ m/s}^2$ ; (b)  $4,2 \text{ m/s}^2$ .
7.  $5 \times 10^{24} \text{ kg}$ .
8. (a)  $G(M_1 + M_2)m/a^2$ ; (b)  $GM_1m/b^2$ ; (c) zero.
9. (a)  $(3,0 \times 10^{-7} \text{ N/Kg})m$ ; (b)  $(3,3 \times 10^{-7} \text{ N/Kg})m$ ; (c)  $(6,7 \times 10^{-7} \text{ N/Kg}\cdot\text{m})mr$ .
10. (a)  $-4,4 \times 10^{-11} \text{ J}$ ; (b)  $2,9 \times 10^{-11} \text{ J}$ ; (c)  $-2,9 \times 10^{-11} \text{ J}$ .
11. (a) 0,0451; (b) 28,5.
12. (a) 0,50 pJ; (b) -0,50 pJ.
13. (a) 1,7 km/s; (b)  $2,5 \times 10^5 \text{ m}$ ; (c) 1,4 km/s.
14.  $-4,82 \times 10^{-13} \text{ J}$ .
15.  $5 \times 10^{10}$  estrelas.
16. (a) 7,82 km/s; (b) 87,5 min.
17. (a)  $6,64 \times 10^3 \text{ km}$ ; (b) 0,0136.
18.  $5,8 \times 10^6 \text{ m}$ .
19. (a) 2,8 anos; (b)  $1,0 \times 10^{-4}$ .
20. (a)  $r^{1,5}$ ; (b)  $r^{-1}$ ; (c)  $r^{0,5}$ ; (d)  $r^{-0,5}$ .