PROBLEMAS DO CAPÍTULO 3

1. No problema do caçador e do macaco (Seç. 3.1), mostre analiticamente que a bala atinge o alvo, e calcule em que instante isso ocorre, para uma dada distância d entre eles e altura h do galho, sendo v_0 a velocidade inicial da bala. Interprete o resultado.

2. Um avião a jato voa para o norte, de Brasília até Belém, a 1.630 km de distância, levando 2h 10 min nesse percurso. De lá, segue para oeste, chegando a Manaus, distante 1.290 km de Belém, após 1h 50 min de vôo. (a) Qual é o vetor deslocamento total do avião? (b) Qual é o vetor velocidade média no trajeto Brasília - Belém? (c) Qual é o vetor velocidade média no trajeto Brasília - Manaus ?

3. Mostre que a magnitude da soma de dois vetores **a** e **b** está sempre compreendida entre os limites
$$\left||\mathbf{a}|-|\mathbf{b}|\right| \leq |\mathbf{a}+\mathbf{b}| \leq |\mathbf{a}|+|\mathbf{b}|$$
Em que situações são atingidos os valores extremos?

4. As magnitudes de **a** e **b** são iguais. Qual é o ângulo entre **a** + **b** e **a** – **b**?

5. As latitudes e longitudes de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, respectivamente, são as seguintes: São Paulo: 23°33' S, 46°39' O; Rio de Janeiro: 22°53' S, 43°17' O ; Belo Horizonte: 19°55' S, 43°56' O. A partir destes dados, (a) Calcule as distâncias entre as três cidades; (b) Em relação a um sistema de coordenadas com origem em São Paulo e eixo das abcissas na direção São Paulo - Rio de Janeiro, obtenha o vetor de posição de Belo Horizonte.

6. Um helicóptero, saindo de seu hangar, percorre 100 m numa pista em direção ao sul, dobrando depois para entrar noutra pista rumo ao leste, de onde, após percorrer mais 100 m, levanta vôo verticalmente, elevando-se a 100 m de altitude. Calcule: (a) A magnitude do deslocamento total; (b) o ângulo de elevação em relação ao solo, a partir do hangar; (c) a direção da projeção sobre o solo do vetor deslocamento total.

7. Uma pedra que se encontra numa elevação de 60 m, sobre uma plataforma horizontal, é arrastada por uma enxurrada com a velocidade de 3 m/s. A que distância horizontal do ponto de projeção e com que velocidade (em km/h) ela atinge o solo?

8. Uma mangueira, com o bico a 1,5 m acima do solo, é apontada para cima, segundo um ângulo de 30° com o chão. O jato de água atinge um canteiro a 15 m de distância. (a) Com que velocidade o jato sai da mangueira? (b) Que altura ele atinge?

9. Num jogo de vôlei, desde uma distância de 14,5 m da rede, é dado um saque do tipo "jornada nas estrelas". A bola sobe a 20 m acima da altura de lançamento, e desce até a altura do lançamento num ponto do campo adversário situado a 1 m da rede e 8 m à esquerda do lançamento. (a) Em que ângulo a bola foi lançada? (b) Com que velocidade (em km/h) volta a atingir a altura do lançamento? (c) Quanto tempo decorre neste percurso?

10. Um jogador de basquete quer encestar a bola levantando-a desde uma altura de 2 m do chão, com velocidade inicial de 7 m/s. A distância da bola à vertical que passa pelo centro do cesto é de 3 m, e o aro do cesto está a 3,05 m de altura do chão. Em que ângulo a bola deve ser levantada?

11. Demonstre o resultado de Galileu enunciado à pg. 53, mostrando que, para uma dada velocidade inicial v_0, um projétil pode atingir o mesmo alcance A para dois ângulos de elevação diferentes, $\theta = 45° + \delta$ e $\theta = 45° - \delta$, contanto que A não ultrapasse o alcance máximo $A_m = v_0^2/g$. Calcule δ em função de v_0 e A.

12. Generalize o resultado do problema anterior, mostrando que um projétil lançado do chão com velocidade inicial v_0 pode atingir um ponto situado à distância x e à altura y para dois ângulos de elevação diferentes, contanto que o ponto (x, y) esteja abaixo da "parábola de segurança"

$$y = \frac{1}{2}\left(A_m - \frac{x^2}{A_m}\right)$$

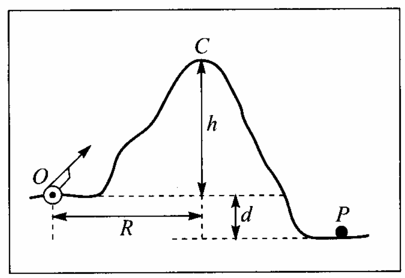
onde A_m é o alcance máximo.

13. Um jogador de futebol inexperiente chuta um pênalti a 9 m do gol, levantando a bola com velocidade inicial de 15 m/s. A altura da trave é de 2,4 m. Calcule: (a) a que distância máxima da trave, atrás do gol, um apanhador de bola pode ficar agachado, e (b) a que distância mínima devem ficar os espectadores, para que não corram risco nenhum de levar uma bolada.

14. Um jogador de futebol, a 20,5 m do gol adversário, levanta a bola com um chute a uma velocidade inicial de 15 m/s, passando-a ao centroavante do time, que está alinhado com ele e o gol, a 5,5 m do gol. O centroavante, que tem 1,80 m de altura, acerta uma cabeçada na bola, imprimindo-lhe um incremento de velocidade na direção horizontal, e marca gol. (a) De que ângulo a bola havia sido levantada? (b) Qual foi o incremento de velocidade impresso à bola pela cabeçada? Considere cuidadosamente todos as soluções possíveis.

15. O alcance de um projétil é 4 vezes sua altura máxima, e ele permanece no ar durante 2 s. (a) Em que ângulo ele foi lançado? (b) Qual foi a velocidade inicial? (c) Qual é o alcance?

16. Um canhão lança um projétil por cima de uma montanha de altura h, de forma a passar quase tangenciando o cume C no ponto mais alto de sua trajetória. A distância horizontal entre o canhão e o cume é R. Atrás da montanha há uma depressão de profundidade d (Fig. 3.36). Determine a distância horizontal entre o ponto de lançamento O e o ponto P onde o projétil atinge o solo, em função de R, d e h.



17. Uma pedra cai de um balão que se desloca horizontalmente. A pedra permanece no ar durante 3 s e atinge o solo segundo uma direção que faz um ângulo de 30° com a vertical. (a) Qual é a velocidade do balão? (b) De que altura caiu a pedra? (c) Que distância a pedra percorreu na horizontal? (d) Com que velocidade a pedra atinge o solo?

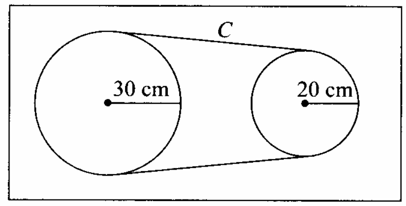
18. Calcule a velocidade angular média de cada um dos três ponteiros de um relógio.

19. Com que velocidade linear você está se movendo devido à rotação da Terra em torno do eixo? E devido à translação da Terra em torno do Sol? (aproxime a órbita da Terra por um círculo). Em cada um dos dois casos, calcule a sua aceleração centrípeta em m/s^2 e exprima-a como um percentual da aceleração da gravidade.

20. Numa ultracentrífuga girando a 50.000 rpm (rotações por minuto), uma partícula se encontra a 20 cm do eixo de rotaçãos. Calcule a relação entre a aceleração centrípeta dessa partícula e a aceleração da gravidade g.

21. Qual é a hora entre 9 h e 10 h em que o ponteiro dos minutos de um relógio coincide com o das horas? Depois de meio dia, qual é a primeira vez que os três ponteiros voltam a coincidir?

22. Na figura, a roda maior, de 30 cm de raio, transmite seu movimento à menor, de 20 cm de raio, através da correia sem fim C, que permanece sempre bem esticada e sem deslizamento. A roda maior, partindo do repouso com aceleração angular uniforme, leva 1 min para atingir sua velocidade de regime permanente, e efetua um total de 540 rotações durante esse intervalo. Calcule a velocidade angular da roda menor e a velocidade linear da correia uma vez atingido o regime permanente.



23. Uma roda, partindo do repouso, é acelerada de tal forma que sua velocidade angular aumenta uniformemente para 180 rpm em 3 min. Depois de girar com essa velocidade por algum tempo, a roda é freada com desaceleração angular uniforme, levando 4 min para parar. O número total de rotações é 1.080. Quanto tempo, ao todo, a roda ficou girando?

24. Um carro de corridas percorre, em sentido anti-horário, uma pista circular de 1 km de diâmetro, passando pela extremidade sul, a 60 km/h, no instante $t = 0$. A partir daí, o piloto acelera o carro uniformemente, atingindo 240 km/h em 10 s. (a) Que distância o carro percorre na pista entre $t = 0$ e $t = 1$ s? (b) Determine o vetor aceleração média do carro entre $t = 0$ e $t = 10$ s.

25. Um trem viaja para o norte a 120 km/h. A fumaça da locomotiva forma uma trilha que se estende numa direção 14° ao E da direção sul, com o vento soprando do oeste. Qual é a velocidade do vento?

26. Um bombardeiro, a 300 m de altitude, voando a 180 km/h, mergulha segundo um ângulo de 30° com a horizontal, em perseguição a um carro que viaja a 90 km/h. A que distância *horizontal do carro deve ser lançada uma bomba para que acerte no alvo?*

27. Um rio de 1 km de largura tem uma correnteza de velocidade 1,5 km/h. Um homem atravessa o rio de barco, remando a uma velocidade de 2,5 km/h em relação à água. (a) Qual é o tempo mínimo que leva para atravessar o rio? Onde desembarca neste caso? (b) Suponha agora que o homem quer chegar a um ponto diametralmente oposto na outra margem, e tem duas opções: remar de forma a atingi-lo diretamente, ou remar numa direção perpendicular à margem, sendo arrastado pela correnteza até além do ponto onde quer chegar, e depois caminhar de volta até lá. Se ele caminha a 6 km/h, qual das duas opções é mais vantajosa, e quanto tempo leva?

28. Às 8 h da manhã, um navio sai do porto de Ilhéus, rumando para 45° SO, à velocidade de 16 nós (1 nó = 1 milha marítima/h = 1.852 m/h). À mesma hora, outro navio está a 45° NO de Ilhéus, a 40 milhas marítimas de distância, rumando em direção a Ilhéus, a uma velocidade de 12 nós. A que hora os dois navios passam à distância mínima um do outro? Qual é essa distância?

29. Dois trens passam pela mesma estação, sem parar nela, com dois minutos de diferença, ambos a 60 km/h. O primeiro a passar viaja rumo ao sul e o segundo viaja para oeste. (a) Determine o vetor velocidade relativa do segundo trem em relação ao primeiro. (b) Com origem na estação, e tomando como instante inicial o da passagem do primeiro trem pela estação, represente graficamente o vetor deslocamento relativo do segundo trem em relação ao primeiro, nos instantes $t = 0$, $t = 2$ min e $t = 4$ min. Que forma tem a trajetória do segundo trem vista do primeiro? (c) A que distância mínima os dois trens passam um do outro? Em que instante isso ocorre?

30. A distância entre as cidades A e B é l. Um avião faz uma viagem de ida e volta entre A e B, voando em linha reta, com velocidade V em relação ao ar. (a) Calcule o tempo total de vôo, se o vento sopra com velocidade v, numa direção que forma um ângulo θ com a direção AB. Este tempo depende do sentido em que o vento sopra? (b) Mostre que a viagem de ida e volta só é possível se $v < V$, e calcule a relação entre o tempo de vôo $t_{\parallel}$ quando o vento sopra na direção AB e o tempo $t_{\perp}$ quando sopra na direção perpendicular (este resultado é relevante na discussão da experiência de Michelson e Morley); (c) Mostre que, qualquer que seja sua direção, o vento sempre prolonga a duração da viagem de ida e volta.

11. Intervalo = 0,64 s; velocidade = 6,3 m/s.
13. (a) 9,8 m/s; (b) 4,9 m; (c) 2,5 m.
14. 18,5 m.
15. (a) 92 m; (b) 42 m/s ≈ 150 km/h.
16. (a) 16,5 km (b) 570 m/s ≈ 2.050 km/h; 133 s.

CAPÍTULO 3

1. Instante $t = \sqrt{(h^2 + d^2)/v_0}$ após o disparo.
2. (a) 2.080 km direção e sentido: 38°,4 a O da direção N; (b) 730 km/h, direção e sentido N; (c) 508 km/h, mesma direção e sentido de (a).
4. 90°
5. (a) S. Paulo - Rio: 381 km; Rio - Belo Horizonte: 337 km; S. Paulo - Belo Horizonte: 504 Km. (b) 504 km, direção e sentido 42° acima da direção S. Paulo → Rio.
6. (a) 173 m; (b) 35,3° (c) 45° SE.
7. 10,5m; 124 km/h
8. (a) 12 m/s; (b) 3,35 m.
9. (a) 77,7°; (b) 73 km/h; (c) 4 s.
10. 67,8°
11. $\delta = \frac{1}{2} \cos^{-1} (gA/v_0^2)$
13. (a) 9,56 m; (b) 18,7 m
14. (a) 28,5°; (b) 3,85 m/s
15. (a) 45°; (b) 13,9 m/s; (c) 19,6 m.
16. $R\left[1 + \sqrt{1 + (d/h)}\right]$
17. (a) 17 m/s; (b) 44 m; (c) 51 m; (d) 34 m.
18. Segundos: $1{,}05 \times 10^{-1}$ rad/s; Minutos: $1{,}75 \times 10^{-3}$ rad/s; Horas: $1{,}45 \times 10^{-4}$ rad/s.
19. Rotação: 427 m/s; $3{,}1 \times 10^{-2}$ m/s^2 = 0,32% g (no Rio de Janeiro). Translação: 29,7 km/s; $5{,}9 \times 10^{-3}$ m/s^2 = 0,06% g.
20. $5{,}6 \times 10^5\ g$
21. 9 h 49 min $5^5/_{11}$ s; Meia noite.
22. 1620 rpm; 33,9 m/s.
23. 9,5 min.
24. (a) 417 m; (b) Magnitude: 5,68 m/s^2; direção e sentido: 60,3° ao N da direção E.
25. 29,9 km/h.
26. 104 m.
27. (a) 24 min; 600 m adiante; (b) tanto faz; 30 min.
28. 9 h 12 min; 32 milhas marítimas.
29. (a) $|\mathbf{v}_{rel}| \approx 85$ km/h; direção e sentido 45° NO; (b) Reta na direção 45° NO; (c) 1,41 km, para $t = 1$ min.

30. (a) $t = \frac{2l}{V}\sqrt{1-\frac{v^2}{V^2}\,\text{sen}^2\theta}\Big/\left(1-\frac{v^2}{V^2}\right)$

(b) $t_{//}/t_{\perp} = \left(1-\frac{v^2}{V^2}\right)^{-1/2}$

CAPÍTULO 4

2. 1.000 kgf.
3. Em A: 100 kgf; em B: 273 kgf; em C: 335 kgf.
4. $\theta_1 = 36{,}9°$; $\theta_2 = 53{,}1°$.
5. $T_1 = 1.960$ N; $T_2 = 1.697$ N; $T_3 = 3.394$ N; $m = 300$ kg.
6. $2{,}5 \times 10^4$ N = 2.550 kgf.
7. 1 grama-força = 500 vezes o peso.
8. Da ordem de 10^2
9. 80 km/h.
10. 2,6 m.
11. $\mathbf{a} = \mathbf{F}/(M+m)$; $\mathbf{T} = M\mathbf{F}/(M+m) \to \mathbf{F}$
12. (a) $a = m'g/(m'+m) \approx m'g/m$; (b) $T = mm'g/(m'+m) \approx m'g$
13. (a) $\omega = \sqrt{g\,\text{tg}\,\theta/(d + l\,\text{sen}\theta)}$; (b) $T = mg/\cos\theta$

CAPÍTULO 5

1. 3,6 m.
2. 90%
3. Razão = $2{,}27 \times 10^{39}$; Distância = $2{,}38 \times 10^9$ m = $6{,}2 \times$ (distância Terra-Lua).
4. $1{,}68 \times 10^{-7}$ C.
5. Mais tempo para descer.
6. $k = 775$ N/m.
7. (a) 1,39 m; (b) 0,56s; (c) 0,76 s; (d) 3,67 m/s.
8. $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$, comprimento relaxado $2\,l_0$; (b) $k = k_1 + k_2$

10. $a_1 = -\frac{7}{17}g$; $a_2 = \frac{1}{17}g$; $a_3 = \frac{5}{17}g$; $T = \frac{24}{17}g$
11. Em 1: 1470 N; em 2 e 3: 735 N; Força = 245 N.
12. a = 1,79 m/s^2; Em 1: 134 N; em 2 e 3: 402 N
13. Estático: 0,6; cinético: 0,5.
14. 2,35 N; 1,46 s.
15. $3{,}54$ kg $< m < 10{,}6$ kg.