LISTA 1B – Movimento em 1, 2 e 3D

ENTREGA INDIVIDUAL PARA OS TRABALHOS EM GRUPO

PRAZO: 01/10 – 23:59

SUBMETA UM RELATÓRIO DAS DEMONSTRAÇÕES REALIZADAS PELO GRUPO SOBRE:

1) Demonstração do movimento unidimensional (planos inclinados e/ou dispositivo das porcas)
2) Descrição do movimento do pé

DICA: Inclua no relatório: introdução, a metodologia e instrumentos utilizados, os dados obtidos, a análise e gráficos utilizando o software Tracker (*https://physlets.org/tracker/*), discussão dos resultados, relato das dificuldades e conclusões.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

CAPÍTULO 2:

Problemas: 2.1, 2.5, 2.6, 2.11, 2.12, 2.14 e 2.17

CAPÍTULO 3:

Problemas: 3.1, 3.11, 3.12, 3.16, 3.18, 3.21, 3.29 e 3.30

INFO PARA OS PROBLEMAS 3.11 e 3.12

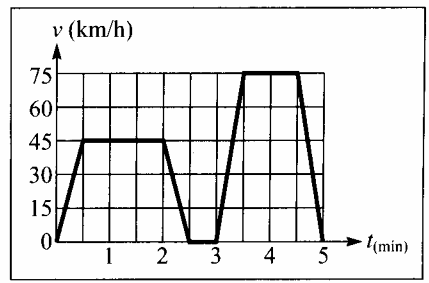
"As amplitudes das parábolas descritas por projéteis disparados com a mesma velocidade, mas em ângulos de elevação acima e abaixo de 45° e eqüidistantes de 45°, são iguais entre si".

Isto significa que, para o mesmo valor de $|\mathbf{v}_0|$, os alcances correspondentes a $\theta = 45° + \delta$ e $\theta = 45° - \delta$ são iguais. Verifique este resultado!

Galileu também observou o fato de que todos estes resultados sobre o movimento de projéteis são bastante idealizados, uma vez que não foi levado em conta o efeito da *resistência do ar*, que tende a diminuir o alcance e alterar o caráter do movimento. Este efeito é bastante complicado, porque a resistência do ar depende da forma do projétil e do *módulo* da velocidade instantânea, $|\mathbf{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, de modo que *acopla* os movimentos horizontal e vertical, que não podem mais ser considerados como independentes. Entretanto, para projéteis de forma aerodinâmica (como as balas de armas de fogo) e lançados com velocidades iniciais elevadas, os resultados acima constituem geralmente uma boa aproximação.

PROBLEMAS DO CAPÍTULO 2

1. Na célebre corrida entre a lebre e a tartaruga, a velocidade da lebre é de 30 km/h e a da tartaruga é de 1,5 m/min. A distância a percorrer é de 600 m, e a lebre corre durante 0,5 min antes de parar para uma soneca. Qual é a duração máxima da soneca para que a lebre não perca a corrida? Resolva analiticamente e graficamente.
2. Um carro de corridas pode ser acelerado de 0 a 100 km/h em 4 s. Compare a aceleração média correspondente com a aceleração da gravidade. Se a aceleração é constante, que distância o carro percorre até atingir 100 km/h?
3. Um motorista percorre 10 km a 40 km/h, os 10 km seguintes a 80 km/h e mais 10 km a 30 km/h. Qual é a velocidade média do seu percurso? Compare-a com a média aritmética das velocidades.
4. Um avião a jato de grande porte precisa atingir uma velocidade de 500 km/h para decolar, e tem uma aceleração de 4 m/s^2. Quanto tempo ele leva para decolar e que distância percorre na pista até a decolagem?
5. O gráfico da figura 2.18 representa a marcação do velocímetro de um automóvel em função do tempo. Trace os gráficos correspondentes da aceleração e do espaço percorrido pelo automóvel em função do tempo. Qual é a aceleração média do automóvel entre $t = 0$ e $t = 1$ min? E entre $t = 2$ min e $t = 3$ min?



6. Uma partícula, inicialmente em repouso na origem, move-se durante 10 s em linha reta, com aceleração crescente segundo a lei

$$a = bt,$$

onde t é o tempo e $b = 0{,}5\ \text{m/s}^3$. Trace os gráficos da velocidade v e da posição x da partícula em função do tempo. Qual é a expressão analítica de $v(t)$?

7. O tempo médio de reação de um motorista (tempo que decorre entre perceber um perigo súbito e aplicar os freios) é da ordem de 0,7 s. Um carro com bons freios, numa estrada seca, pode ser freiado a 6 m/s^2. Calcule a distância mínima que um carro percorre depois que o motorista avista o perigo, quando ele trafega a 30 km/h, a 60 km/h e a 90 km/h. Estime a quantos comprimentos do carro corresponde cada uma das distâncias encontradas.

8. O sinal amarelo num cruzamento fica ligado durante 3 s. A largura do cruzamento é de 15 m. A aceleração máxima de um carro que se encontra a 30 m do cruzamento quando o sinal muda para amarelo é de 3 m/s^2, e ele pode ser freiado a 5 m/s^2. Que velocidade mínima o carro precisa ter na mudança do sinal para amarelo a fim de que possa atravessar no amarelo? Qual é a velocidade máxima que ainda lhe permite parar antes de atingir o cruzamento?

9. Numa rodovia de mão dupla, um carro encontra-se 15 m atrás de um caminhão (distância entre pontos médios), ambos trafegando a 80 km/h. O carro tem uma aceleração máxima de 3 m/s^2. O motorista deseja ultrapassar o caminhão e voltar para sua mão 15 m adiante do caminhão. No momento em que começa a ultrapassagem, avista um carro que vem vindo em sentido oposto, também a 80 km/h. A que distância mínima precisa estar do outro carro para que a ultrapassagem seja segura?

10. Um trem com aceleração máxima a e desaceleração máxima f (magnitude da aceleração de freiamento) tem de percorrer uma distância d entre duas estações. O maquinista pode escolher entre (a) seguir com a aceleração máxima até certo ponto e a partir daí freiar com a desaceleração máxima, até chegar; (b) acelerar até uma certa velocidade, mantê-la constante durante algum tempo e depois freiar até a chegada. Mostre que a primeira opção é a que minimiza o tempo de percurso (sugestão: utilize gráficos $v \times t$) e calcule o tempo mínimo de percurso em função de a, f e d.

11. Você quer treinar para malabarista, mantendo duas bolas no ar, e suspendendo-as até uma altura máxima de 2 m. De quanto em quanto tempo e com que velocidade tem de mandar as bolas para cima?

12. Um método possível para medir a aceleração da gravidade g consiste em lançar uma bolinha para cima num tubo onde se fez vácuo e medir com precisão os instantes t_1 e t_2 de passagem (na subida e na descida, respectivamente) por uma altura z conhecida, a partir do instante do lançamento. Mostre que

$$g = \frac{2z}{t_1\, t_2}$$

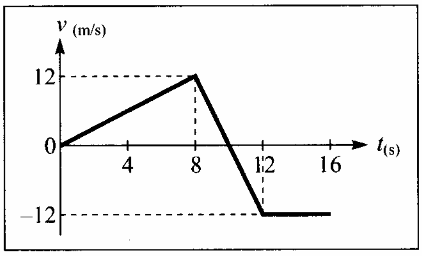
13. Uma bola de vôlei impelida verticalmente para cima, a partir de um ponto próximo do chão, passa pela altura da rede 0,3 s depois, subindo, e volta a passar por ela, descendo, 1,7 s depois do arremesso. (a) Qual é a velocidade inicial da bola? (b) Até que altura máxima ela sobe? (c) Qual é a altura da rede?

14. Deixa-se cair uma pedra num poço profundo. O barulho da queda é ouvido 2 s depois. Sabendo que a velocidade do som no ar é de 330 m/s, calcule a profundidade do poço.

15. Um vaso com plantas cai do alto de um edifício e passa pelo 3.º andar, situado 20 m acima do chão, 0,5 s antes de se espatifar no chão. (a) Qual é a altura do edifício? (b) Com que velocidade (em m/s e em km/h) o vaso atinge o chão?

16. Um foguete para pesquisas meteorológicas é lançado verticalmente para cima. O combustível, que lhe imprime uma aceleração de 1,5 g (g = aceleração da gravidade) durante o período de queima, esgota-se após 1/2 min. (a) Qual seria a altitude máxima atingida pelo foguete, se pudéssemos desprezar a resistência do ar? (b) Com que velocidade (em m/s e km/h) e depois de quanto tempo, ele voltaria a atingir o solo?

17. O gráfico da velocidade em função do tempo para uma partícula que parte da origem e se move ao longo do eixo Ox está representado na Fig.2.19. (a) Trace os gráficos da aceleração $a(t)$ e da posição $x(t)$ para $0 \le t \le 16$ s. (b) Quantos m a partícula terá percorrido ao todo (para a frente e para trás) no fim de 12 s? (c) Qual é o valor de x nesse instante?



18. A integral, com limite inferior a fixo e limite superior x variável, define uma função de x,

$$F(x) = \int_a^x f(x')dx'.$$

Mostre que

$dF/dx = f(x)$.

Assim, a integração pode ser considerada como *operação inversa* da derivação. *Sugestão*: Use a interpretação geométrica da integral.

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

$$\big||\mathbf{a}| - |\mathbf{b}|\big| \leq |\mathbf{a} + \mathbf{b}| \leq |\mathbf{a}| + |\mathbf{b}|$$

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"

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

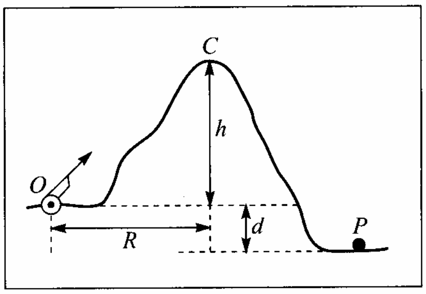
onde A_m é o alcance máximo.

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.



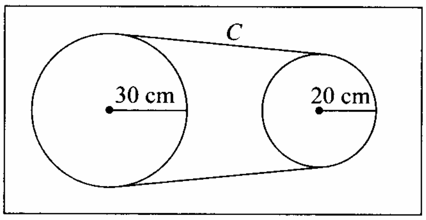
17. Uma pedra cai de um balão que se desloca horizontalmente. A pedra permanece no ar durante 3 s e atinge o solo segundo uma direção que faz um ângulo de 30° com a vertical. (a) Qual é a velocidade do balão? (b) De que altura caiu a pedra? (c) Que distância a pedra percorreu na horizontal? (d) Com que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