

## Livro: Halliday Resnick, vol. 1, Mecânica, Fundamentos de Física, editora LTC

### Página 9 – PROBLEMAS

#### Seção 1-5 Comprimento

1) O micrômetro ( $1 \mu\text{m}$ ) também é chamado de *mícron*.

- Quantos microns tem em  $1,0 \text{ km}$ ?
- Que fração do centímetro é igual a  $1,0 \mu\text{m}$ ?
- Quantos microns tem uma jarda?

2) As dimensões das letras e espaços de um livro são expressas em termos de pontos e paicas: 12 pontos = 1 paica e 6 paicas = 1 polegada. Se em uma das provas do livro uma figura apareceu deslocada de 0,80 em relação à posição correta, qual foi o deslocamento:

- em paicas?
- e em pontos?

3) ( $1 \text{ furlong} = 201,168 \text{ m}$ ,  $1 \text{ vara} = 5,0292 \text{ m}$  e uma cadeia =  $20,117 \text{ m}$ ). Em um certo hipódromo da Inglaterra, um páreo foi disputado em uma distância de  $4,0 \text{ furlongs}$ . Qual é a distância da corrida em

- varas?
- e cadeias?

4) Um *gry* é uma antiga medida inglesa de comprimento, definida como  $1/10$  de uma linha; *linha* é uma outra medida inglesa de comprimento, definida como  $1/12$  de uma polegada. Uma medida comum usada nas editoras é o *ponto*, definido como  $1/72$  de uma polegada. Quanto vale uma área de  $0,50 \text{ gry}^2$  em pontos quadrados ( $\text{points}^2$ )?

### Página 32 – PERGUNTAS

1) A FIG. 2-15 mostra as trajetórias de quatro objetos de um ponto inicial a um ponto final, todas no mesmo intervalo de tempo. As trajetórias passam por três linhas retas igualmente espaçadas. Coloque as trajetórias na ordem

- da velocidade média dos objetos
- da velocidade escalar média dos objetos, começando pela maior.

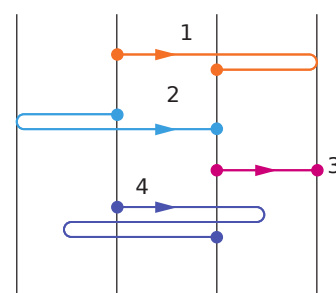


FIG. 2-15 Pergunta 1.

2) A FIG. 2-16 é um gráfico da posição de uma partícula em um eixo  $x$  em função do tempo.

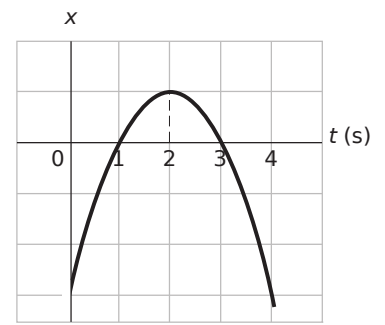


FIG. 2-16 Pergunta 2.

a) Qual é o sinal da posição da partícula no instante  $t = 0$ ? A velocidade da partícula é positiva, negativa ou nula?

b) Em  $t = 1$  s

c) Em  $t = 2$  s

d) Em  $t = 3$  s

e) Quantas vezes a partícula passa pelo ponto  $x = 0$ ?

3) A FIG. 3-17 mostra a velocidade de uma partícula que se move em um eixo  $x$ .

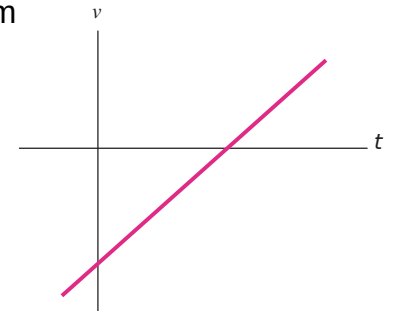


FIG. 2-17 Pergunta 3.

a) Determine o sentido inicial do movimento;

b) Determine o sentido final do movimento

c) A velocidade da partícula se anula em algum instante?

d) A aceleração é positiva ou negativa?

e) A aceleração é constante ou variável?

4) A FIG. 2-18 mostra a aceleração  $a(t)$  de um chihuahua que persegue um pastor alemão sobre um eixo. Em qual dos períodos de tempo indicados o chihuahua se move com velocidade constante?

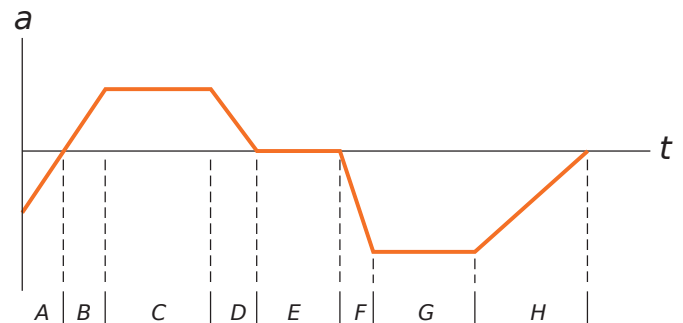


FIG. 2-18 Pergunta 4.

5) A FIG. 2-19 mostra a velocidade de uma partícula que se move em um eixo. O ponto 1 é o ponto mais alto da curva; o ponto 4 é o ponto mais baixo; os pontos 2 e 6 estão na mesma altura.

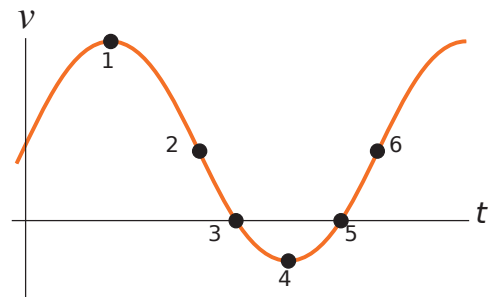


FIG. 2-19 Pergunta 5.

a) Qual é o sentido do movimento no instante  $t = 0$ ?

b) Qual é o sentido do movimento no ponto 4?

c) Em qual dos seis pontos numerados a partícula inverte o sentido do movimento?

d) Coloque os seis pontos na ordem do módulo da aceleração, começando pelo maior.

## Página 33 – PROBLEMAS - Velocidade Média e Velocidade Escalar Média

1) Um automóvel viaja em uma estrada retilínea por 40 km a 30 km/h. Em seguida, continuando no mesmo sentido, percorre outros 40 km a 60 km/h.

a) Qual é a velocidade média do carro durante este percurso de 80 km? (Suponha que o carro se move no sentido positivo de  $x$ )

b) Qual é a velocidade escalar média?

c) Trace o gráfico de  $x$  em função de  $t$  e mostre como calcular a velocidade média a partir do gráfico.

2) Um carro sobe uma ladeira com uma velocidade constante de 40 km/h e desce a ladeira com uma velocidade constante de 60 km/h. Calcule a velocidade escalar média da viagem de ida e volta.

3) Durante um espirro, os olhos podem fechar-se durante 0,50 s. Se você está dirigindo um carro a 90 km/h e espirra, de quanto o carro pode se deslocar até você abrir novamente os olhos?

5) A posição de um objeto que se move ao longo de um eixo  $x$  é dada por  $x = 3t - 4t^2 + t^3$ , o qual  $x$  está em metros e  $t$  em segundos. Determine a posição do objeto para os seguintes valores de  $t$ :

a) 1 s;

b) 2 s;

c) 3 s;

d) 4 s;

e) Qual o deslocamento do objeto entre  $t = 0$  s e  $t = 4$  s?

f) Qual a velocidade média para o intervalo de tempo de  $t = 2$  s a  $t = 4$  s?

g) Faça o gráfico de  $x$  em função de  $t$  para  $0 \leq t \leq 4$  s e indique como a resposta do item f) pode ser determinada a partir do gráfico.

7) Em uma corrida de 1 km, o corredor 1 da raia 1 (com tempo de 2 min 27,95 s) parece ser mais rápido que o corredor 2 da raia 2 (2 min 28,15 s). Entretanto, o comprimento  $L_2$  da raia 2 pode ser ligeiramente maior que o comprimento  $L_1$  da raia 1. Qual é o maior valor da diferença  $L_2 - L_1$  para a qual a conclusão de que o corredor 1 é mais rápido é verdadeira?

9) Você tem que dirigir em uma via expressa para se candidatar a um emprego em outra cidade, a uma distância de 300 km. A entrevista foi marcada para as 11:15 h da manhã. Você planeja dirigir a 100 km/h e parte às 8:00 h da manhã para ter algum tempo de sobra. Você dirige na velocidade planejada durante os primeiros 100 km, depois um trecho da estrada em obras o obriga a reduzir a velocidade para 40 km/h por 40 km. Qual a menor velocidade que você deve manter no resto da viagem para chegar a tempo para a entrevista?

## Página 34

15) a) Se a posição de uma partícula é dada por  $x = 4 - 12t + 3t^2$  (o qual  $t$  está em segundos e  $x$  em metros), qual é a velocidade da partícula em  $t = 1$  s?

b) O movimento nesse instante é no sentido positivo ou negativo de  $x$ ?

c) Qual é a velocidade escalar da partícula nesse instante?

d) A velocidade escalar está aumentando ou diminuindo nesse instante?

(Tente responder às duas próximas perguntas sem fazer outros cálculos.)

e) Existe algum instante no qual a velocidade se anula? Caso a resposta seja afirmativa, para que valor isso acontece?

f) Existe algum instante após  $t = 3$  s no qual a partícula está se movendo no sentido negativo de  $x$ ? Caso a resposta seja afirmativa, para que valor de  $t$  isso acontece?

17) A posição de uma partícula que se move ao longo do eixo  $x$  é dada em centímetros por  $x = 9,75 + 1,50t^3$ , o qual  $t$  está em segundos.

a) Calcule a velocidade média durante o intervalo de tempo  $t = 2,00$  s a  $t = 3,00$  s;

b) A velocidade instantânea em  $t = 2,00$  s;

c) A velocidade instantânea em  $t = 3,00$  s;

d) A velocidade instantânea em  $t = 2,50$  s;

e) A velocidade instantânea quando a partícula está na metade da distância entre suas posições em

$t = 2,00 \text{ s}$  e  $t = 3,00 \text{ s}$ .

f) Plote o gráfico de  $x$  em função de  $t$  e indique suas respostas graficamente.

18) Se a posição de uma partícula é dada por  $x = 20t - 5t^3$  o qual  $x$  está em metros e  $t$  em segundos pergunta-se:

- em que instante(s) a velocidade da partícula é zero?
- em que instante(s) a aceleração da partícula é zero?
- para que intervalo de tempo (positivo ou negativo) a aceleração é negativa?
- para que intervalo de tempo (positivo ou negativo) a aceleração é positiva?
- trace os gráficos  $x(t)$ ,  $v(t)$  e  $a(t)$ .

19) Em um certo instante de tempo, uma partícula tinha uma velocidade de  $18 \text{ m/s}$  no sentido positivo de  $x$ ;  $2,4 \text{ s}$  depois, a velocidade era de  $30 \text{ m/s}$  no sentido oposto. Qual foi a aceleração média da partícula durante este intervalo de  $2,4 \text{ s}$ ?

23) Um elétron possui uma aceleração constante de  $+3,2 \text{ m/s}^2$ . Em um certo instante, sua velocidade é  $+9,6 \text{ m/s}$ . Qual é sua velocidade

- $2,5 \text{ s}$  antes do instante considerado?
- $2,5 \text{ s}$  depois do instante considerado?

24) Um múon (uma partícula elementar) penetra em uma região com uma velocidade de  $5,00 \times 10^6 \text{ m/s}$  e passa a ser desacelerado a uma taxa de  $1,25 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$ .

- Qual a distância percorrida pelo múon até parar?
- Trace os gráficos de  $x$  em função de  $t$  e de  $v$  em função de  $t$  para o múon.

26) Em uma estrada seca, um carro com pneus novos é capaz de frear com uma desaceleração constante de  $4,92 \text{ m/s}^2$ .

- Quanto tempo esse carro, inicialmente se movendo a  $24,6 \text{ m/s}$ , leva para parar?
- Que distância o carro percorre nesse tempo?
- Trace os gráficos de  $x$  em função de  $t$  e de  $v$  em função de  $t$  durante a desaceleração.

29) Um veículo elétrico parte do repouso e acelera em linha reta a uma taxa de  $2,0 \text{ m/s}^2$  até atingir a velocidade de  $20 \text{ m/s}$ . Em seguida o veículo desacelera a uma taxa constante de  $1,0 \text{ m/s}^2$  até parar.

- Quanto tempo transcorre entre a partida e a parada?
- Qual é a distância percorrida pelo veículo desde a partida até a parada?

30. O recorde mundial de velocidade em terra foi estabelecido pelo coronel John P. Stapp em março de 1954, a bordo de um trenó foguete que se deslocou sobre trilhos a  $1020 \text{ km/h}$ . Ele e o trenó foram freados até parar em  $1,4 \text{ s}$  (FIG. 2-7). Qual foi a aceleração experimentada por Stapp durante a frenagem, em unidades de  $g$ ?

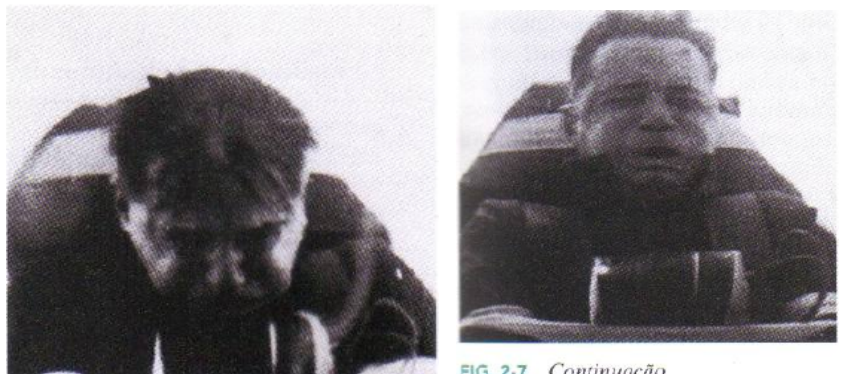


FIG. 2-7 Continuação.

35) A FIG. 2-25 mostra o movimento de uma partícula que se move ao longo do eixo  $x$  com aceleração constante. A escala vertical do gráfico é definida por  $x_s = 6,0$  m.

- Qual é o módulo da aceleração da partícula?
- Qual é o sentido da aceleração da partícula?

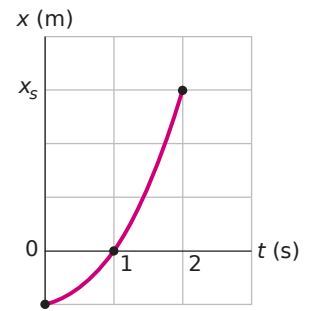


FIG. 2-25 Pergunta 35.

## Página 36 – Movimento Retilíneo

39) Dois trens se movem no mesmo trilho quando os condutores subitamente notam que eles estão indo um de encontro ao outro. A FIG. 2-27 mostra as velocidades  $v$  dos trens em função do tempo  $t$  enquanto estão sendo freados. A escala vertical do gráfico é definida por  $v_s = 40,0$  m/s. O processo de desaceleração começa quando a distância entre os trens é de 200 m. Qual é a distância entre os trens depois que eles param?

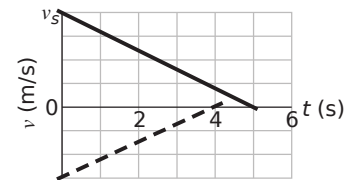


FIG. 2-27 Pergunta 39.

41) A FIG. 2-28 mostra um carro vermelho e um carro verde se moverem um em direção ao outro. A FIG. 2-29 é um gráfico do movimento dos dois carros que mostra suas posições  $x_{\text{verde}} = 270$  m; e  $x_{\text{vermelho}} = -35,0$  m, no instante  $t = 0$ . O carro verde tem uma velocidade constante de  $20,0$  m/s e o carro vermelho parte do repouso. Qual é o módulo da aceleração do carro vermelho?

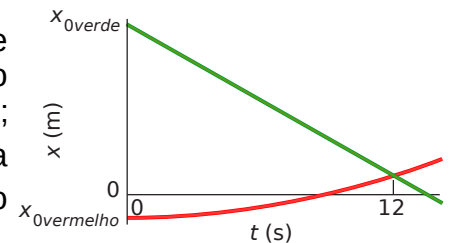


FIG. 2-29 Pergunta 41.



Fig. 2-28 Pergunta 41.

44) Gotas de chuva caem 1700 m de uma nuvem até o chão.

- Se elas não estivessem sujeitas à resistência do ar, qual seria sua velocidade ao atingir o solo?
- Seria seguro caminhar na chuva?

45) Em um prédio em construção, uma chave de grifo chega ao solo com uma velocidade de  $24$  m/s.

- De que altura o operário a deixou cair?
- Quanto tempo durou a queda?
- Esboce os gráficos de  $y$ ,  $v$  e  $a$  em função de  $t$  para a chave de grifo.

47) Responda:

- Com que velocidade deve ser lançada uma bola verticalmente a partir do solo para que atinja uma altura máxima de  $50$  m?
- Por quanto tempo permanece no ar?
- Esboce os gráficos de  $y$ ,  $v$  e  $a$  em função de  $t$  para a bola. Nos dois primeiros gráficos, indique o instante no qual ela atinge a altura de  $50$  m.

51) Uma chave cai verticalmente de uma ponte que está  $45$  m acima da água. A chave atinge um barco de brinquedo que está se movendo com velocidade constante e se encontrava a  $12$  m do ponto de impacto quando a chave foi solta. Qual é a velocidade do barco?

## Página 37 – Problemas

55) Uma bola de argila úmida cai 15,0 m até o chão e permanece em contato com o solo por 20,0 ms antes de parar completamente.

- Qual é o módulo da aceleração média da bola durante o tempo de contato com o solo? (trate a bola como uma partícula.)
- A aceleração média é para cima ou para baixo?

56. Deixa-se cair uma pedra em um rio, a partir de uma ponte situada 43,9 m acima da água. Outra pedra é atirada verticalmente para baixo 1,0 s após a primeira ter sido deixada cair. As pedras atingem a água ao mesmo tempo.

- Qual foi a velocidade inicial da segunda pedra?
- Plote a velocidade em função do tempo para as duas pedras, supondo que  $t = 0$  é o instante que se deixou cair a primeira pedra.

66. Uma salamandra do gênero *Hydromantes* captura a presa lançando a língua como um projétil: a parte traseira da língua se projeta bruscamente para a frente, desenrolando o resto da língua até que a parte dianteira atinge a presa, capturando-a. A FIG. 2-35 mostra o módulo  $a$  da aceleração em função do tempo  $t$  durante a fase de aceleração do lançamento em uma situação típica. As acelerações indicadas são:  $\alpha_1 = 100 \text{ m/s}^2$  e  $\alpha_2 = 400 \text{ m/s}^2$ . Qual é a velocidade da língua no final da fase de aceleração?

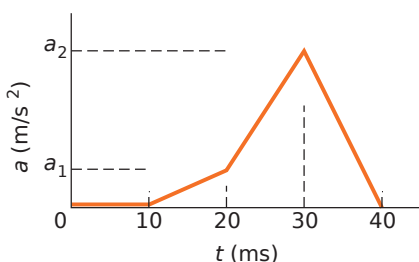


FIG. 2-35 Pergunta 66.

## Página 38 – Capítulo 2 | Movimento Retilíneo

67) Que distância percorre em 16 s um corredor cujo gráfico velocidade-tempo é mostrado na FIG. 2-36? A escala vertical do gráfico é definida por  $v_s = 8,0 \text{ m}$ .

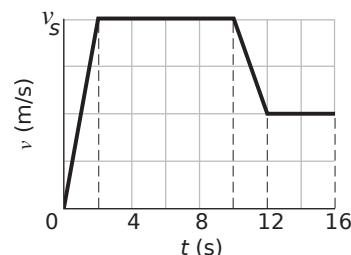


FIG. 2-36 Pergunta 67.

68) Em um soco direto, no caratê, o punho começa em repouso na cintura e é movido rapidamente para frente até o braço ficar completamente estendido. A velocidade  $v(t)$  do punho está representada na FIG. 2-37 para o caso de um lutador experiente. A escala vertical do gráfico é definida por  $v_s = 8,0 \text{ m}$ . Qual é a distância percorrida pelo punho desde o início do golpe até:

- o instante  $t = 50 \text{ ms}$ ?
- o instante em que a velocidade do punho é máxima?

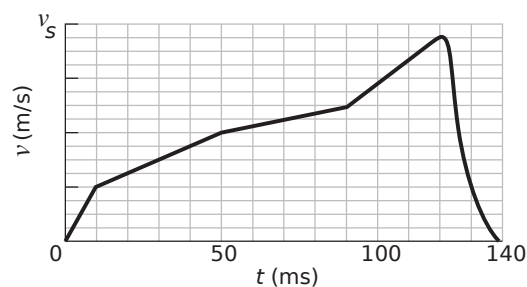


FIG. 2-37 Pergunta 68.

## Página 40 – Capítulo 2 | Movimento Retilíneo

104) Uma partícula parte da origem em  $t = 0$  e se move no sentido positivo do eixo  $x$ . O gráfico da velocidade da partícula em função do tempo é mostrado na FIG. 2-44; a escala vertical do gráfico é definida por  $v_s = 4,0 \text{ m/s}$ .

- Qual é a coordenada da partícula em  $t = 5,0 \text{ s}$ ?
- Qual é a velocidade da partícula em  $t = 5,0 \text{ s}$ ?
- Qual é a aceleração da partícula em  $t = 5,0 \text{ s}$ ?
- Qual é a velocidade média da partícula entre  $t = 1,0 \text{ s}$  e  $t = 5,0 \text{ s}$ ?
- Qual é a aceleração média da partícula entre  $t = 1,0 \text{ s}$  e  $t = 5,0 \text{ s}$ ?

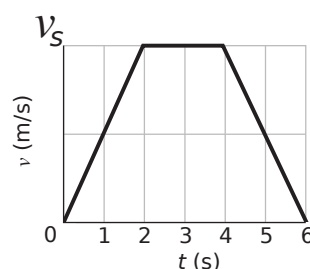


FIG. 2-44 Pergunta 104.

106) Deixa-se cair uma pedra, sem velocidade inicial, do alto de um edifício de 60 m. A que distância do solo está a pedra 1,2 s antes de chegar ao solo?

## Página 57 – PERGUNTAS

2) A equação  $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$  mostra a soma dos vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  é comutativa. Isso significa que a subtração é comutativa, ou seja, que  $\vec{a} - \vec{b} = \vec{b} - \vec{a}$ ?

3) A soma dos módulos de dois vetores pode ser igual ao módulo da soma dos mesmos vetores? Justifique sua resposta.

4) Os dois vetores da FIG. 3-24 estão em um plano  $xy$ . Determine os sinais das componentes  $x$  e  $y$ , respectivamente, de

- a)  $\vec{d}_1 + \vec{d}_2$ ;
- b)  $\vec{d}_1 - \vec{d}_2$ ;
- c)  $\vec{d}_2 - \vec{d}_1$ .

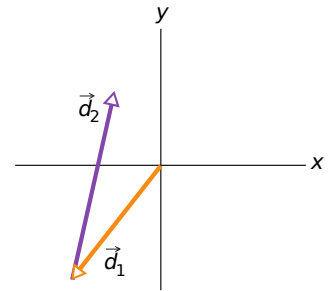


FIG. 3-24 Pergunta 4.

## Página 58 – PROBLEMAS – seção 3-4 – Componentes de Vetores

1) A componente  $x$  do vetor  $\vec{A}$  é  $-25,0$  m e a componente  $y$  é  $+40,0$  m.

- a) Qual é o módulo de  $\vec{A}$ ?
- b) Qual é o ângulo entre a orientação de  $\vec{A}$  e o semieixo  $x$  positivo?

2) Expresse os seguintes ângulos em radianos:

- a)  $20,0^\circ$ ;
- b)  $50,0^\circ$ ;
- c)  $100^\circ$ ;

Converta os seguintes ângulos para graus:

- d)  $0,330$  rad;
- e)  $2,10$  rad;
- f)  $7,70$  rad.

3) Qual é a componente  $x$  e a componente  $y$  de um vetor  $\vec{a}$  do plano  $xy$  que faz um ângulo de  $250^\circ$  no sentido anti-horário como o semieixo  $x$  positivo e tem um módulo de  $7,3$  m?

6) Um vetor deslocamento  $\vec{r}$  no plano  $xy$  tem  $15$  m de comprimento e faz um ângulo  $\theta = 30^\circ$  com o semieixo  $x$  positivo, como mostra a FIG. 3-29. Determine a componente  $x$  e a componente  $y$  do vetor.

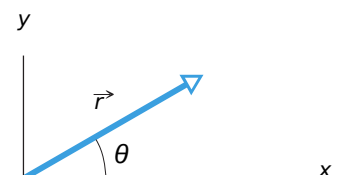


FIG. 3-29 Pergunta 6.

## Página 59 – Problemas

10) Uma pessoa caminha da seguinte forma: 3,1 km para o norte, 2,4 km para o oeste e 5,2 km para o sul.

- Desenhe o diagrama vetorial que representa este movimento.
- Que distância deve voar um pássaro em linha reta do mesmo ponto de partida ao mesmo ponto de chegada?
- Em que direção deve voar um pássaro em linha reta do mesmo ponto de partida ao mesmo ponto de chegada?

12) Para os vetores  $\vec{a} = (3,0 \text{ m})\hat{i} + (4,0 \text{ m})\hat{j}$  e  $\vec{b} = (5,0 \text{ m})\hat{i} + (-2,0 \text{ m})\hat{j}$ :

- Determine  $\vec{a} + \vec{b}$  em termos de vetores unitários;
- Determine  $|\vec{a} + \vec{b}|$  em termos do módulo;
- Determine  $\vec{a} + \vec{b}$  em termos do ângulo (em relação a  $\hat{i}$ );
- Determine  $\vec{b} - \vec{a}$  em termos de vetores unitários.
- Determine  $|\vec{b} - \vec{a}|$  em termos do módulo.
- Determine  $\vec{b} - \vec{a}$  em termos do ângulo.

17) Os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  na Fig.3-30 têm módulos iguais a 10,0 m e os ângulos são  $\theta_1 = 30^\circ$  e  $\theta_2 = 105^\circ$ . Determine as componentes x e y da soma vetorial  $\vec{r}$  dos dois vetores, o módulo de  $\vec{r}$  e o ângulo que  $\vec{r}$  faz com o semieixo x positivo.

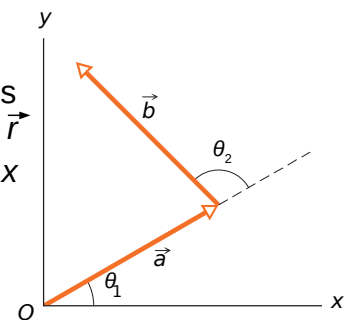


FIG. 3-30 Pergunta 17.

## Página 60 – Vetores

30) Dados os vetores  $\vec{A} = (2,00 \text{ m})\hat{i} + (3,00 \text{ m})\hat{j}$ ,  $\vec{B}$ : 4,00 m, a  $+ 65,0^\circ$ ,  $\vec{C} = (-4,00 \text{ m})\hat{i} + (-6,00 \text{ m})\hat{j}$ ,  $\vec{D}$ : 5,00 m, a  $-235^\circ$ . Determine a soma desses quatro vetores:

- em termos dos vetores unitários;
- em termos do módulo;
- em termos do ângulo.

33) Dois vetores,  $\vec{r}$  e  $\vec{s}$ , estão no plano xy. Seus módulos são 4,50 unidades e 7,30 unidades, respectivamente, e eles estão orientados a  $320^\circ$  e  $85,0^\circ$ , respectivamente, no sentido anti-horário em relação ao semieixo x positivo.

- Quais são os valores de  $\vec{r} \cdot \vec{s}$ ?
- Quais são os valores de  $\vec{r} \times \vec{s}$ ?

34) Se  $\vec{d}_1 = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$  e  $\vec{d}_2 = -5\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ , determine  $(\vec{d}_1 + \vec{d}_2) \cdot (\vec{d}_1 \times 4\vec{d}_2)$ .

37) Para os vetores da FIG. 3-34, com  $\alpha = 4$ ,  $b = 3$  e  $c = 5$ , determine:

- o módulo de  $\vec{a} \times \vec{b}$ ;
- a orientação de  $\vec{a} \times \vec{b}$ ;
- o módulo de  $\vec{a} \times \vec{c}$ ;
- a orientação de  $\vec{a} \times \vec{c}$ ;

Embora exista, o eixo z não é mostrado na figura.

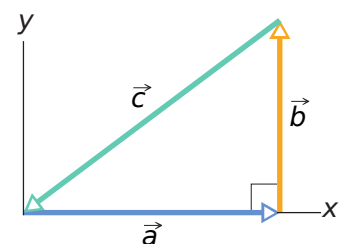


FIG. 3-34 Pergunta 37.



39) Use a definição de produto escalar,  $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta$ , e o fato de que  $\vec{a} \cdot \vec{b} = \alpha_x b_x + \alpha_y b_y + \alpha_z b_z$  para calcular o ângulo entre os dois vetores dados por  $\vec{a} = 3,0\hat{i} + 3,0\hat{j} + 3,0\hat{k}$  e  $\vec{b} = 2,0\hat{i} + 1,0\hat{j} + 3,0\hat{k}$ .

42) No produto  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ , faça  $q = 2$ ,  $\vec{v} = 2,0\hat{i} + 4,0\hat{j} + 6,0\hat{k}$  e  $\vec{F} = 4,0\hat{i} - 20\hat{j} + 12\hat{k}$ . Determine  $\vec{B}$ , em termos dos vetores unitários, para  $B_x = B_y$ .

## Página 83 – Perguntas

4) A FIG. 4-26 mostra três situações nas quais projéteis idênticos são lançados do solo (a partir do mesmo nível) com velocidades escalares e ângulos iguais. Entretanto, os projéteis não caem no mesmo terreno. Ordene as situações de acordo com as velocidades escalares dos projéteis imediatamente antes de aterrissarem, começando pela maior.

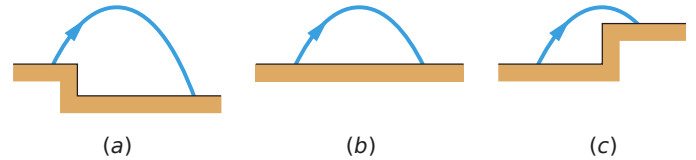


FIG. 4-26 Pergunta 4.

7) A FIG. 4-28 mostra três trajetórias de uma bola de futebol chutada a partir do chão. Ignorando os efeitos do ar, ordene as trajetórias:

- de acordo com o tempo de percurso;
- de acordo com a componente vertical da velocidade inicial;
- de acordo com a componente horizontal da velocidade inicial;
- de acordo com a velocidade escalar inicial, em ordem decrescente.

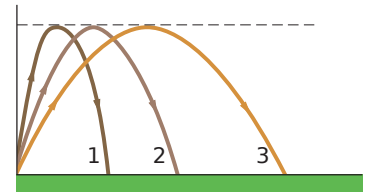


FIG. 4-28 Pergunta 7.

## Página 84 – PROBLEMAS – seção 4-2 – Posição e Deslocamento

1) Um pósitron sofre um deslocamento  $\Delta\vec{r} = 2,0\hat{i} - 3,0\hat{j} + 6,0\hat{k}$  e termina com o vetor posição  $\vec{r} = 3,0\hat{j} - 4,0\hat{k}$ , em metros. Qual era o vetor posição inicial do pósitron?

2) Uma semente de melancia possui as seguintes coordenadas:  $x = -5,0$  m,  $y = 8,0$  m e  $z = 0$  m.

- Determine o vetor posição da semente na notação de vetores unitários;
- Determine o vetor posição da semente como um módulo;
- Determine o vetor posição da semente como um ângulo em relação ao sentido positivo do eixo  $x$ ;
- Desenhe o vetor em um sistema de coordenadas dextrogiro.

Se a semente é transportada até as coordenadas  $xyz$  (3,00 m, 0 m, 0 m) determine:

- o seu deslocamento na notação de vetores unitários;
- o seu deslocamento como um módulo em relação ao sentido positivo do eixo  $x$ ;
- o seu deslocamento como um ângulo em relação ao sentido positivo do eixo  $x$ .

3) O vetor posição de um elétron é  $\vec{r} = (5,0 \text{ m})\hat{i} - (3,0 \text{ m})\hat{j} + (2,0 \text{ m})\hat{k}$ .

- Determine o módulo de  $\vec{r}$ ;
- Desenhe o vetor em um sistema de coordenadas dextrogiro.

5) O vetor posição de um íon é inicialmente  $\vec{r} = 5,0\hat{i} - 6,0\hat{j} + 2,0\hat{k}$  e 10 s depois passa a ser  $\vec{r} = 2,0\hat{i} + 8,0\hat{j} - 2,0\hat{k}$ , com todos os valores em metros. Na notação de vetores unitários, qual é a velocidade média  $\vec{v}_{\text{méd}}$  durante os 10 s?

6) A posição de um elétron é dada por  $\vec{r} = 3,00t\hat{i} - 4,00t^2\hat{j} + 2,00\hat{k}$ , com  $t$  em segundos e  $\vec{r}$  em metros.

- Qual é a velocidade  $\vec{v}(t)$  do elétron na notação de vetores unitários?
- Quanto vale  $\vec{v}(t)$  no instante  $t = 2,00$  s na notação de vetores unitários?
- Quanto vale  $\vec{v}(t)$  no instante  $t = 2,00$  s como um módulo em relação ao sentido positivo do eixo  $x$ ?
- Quanto vale  $\vec{v}(t)$  no instante  $t = 2,00$  s como um ângulo em relação ao sentido positivo do eixo  $x$ ?

## Página 85 – seção 4-4 – Aceleração Média e Aceleração Instantânea

11) Uma partícula se move de tal forma que sua posição (em metros) em função do tempo (em segundos) é dada por  $\vec{r} = \hat{i} + 4t^2\hat{j} + t\hat{k}$ .

- Escreva a expressão para a sua velocidade em função do tempo.
- Escreva a expressão para a sua aceleração em função do tempo.

12) A velocidade inicial de um próton é  $\vec{v} = 4,0\hat{i} - 2,0\hat{j} + 3,0\hat{k}$ ; 4,0 s mais tarde, passa a ser  $\vec{v} = -2,0\hat{i} - 2,0\hat{j} + 5,0\hat{k}$  (em metros por segundo). Para esses 4,0 s, determine quais são:

- a aceleração média do próton  $\vec{\alpha}_{\text{méd}}$  na notação de vetores unitários;
- o módulo de  $\vec{\alpha}_{\text{méd}}$ ;
- o ângulo entre  $\vec{\alpha}_{\text{méd}}$  e o semieixo  $x$  positivo.

18) A velocidade  $\vec{v}$  de uma partícula que se move no plano  $xy$  é dada por  $\vec{v} = (6,0t - 4,0t^2)\hat{i} + 8,0\hat{j}$ , com  $\vec{v}$  em metros por segundo e  $t (> 0)$  em segundos.

- Qual a aceleração no instante  $t = 3,0$  s?
- Em que instante (se isso é possível) a aceleração é nula?
- Em que instante (se isso é possível) a velocidade é nula?
- Em que instante (se isso é possível) a velocidade escalar da partícula é igual a 10 m/s?

## seção 4-6 – Análise do Movimento de um Projétil

21) Um projétil é disparado horizontalmente de uma arma que está 45,0 m acima de um terreno plano, emergindo da arma com uma velocidade de 250 m/s.

- Por quanto tempo o projétil permanece no ar?
- A que distância horizontal do ponto de disparo ele se choca com o solo?
- Qual é o módulo da componente vertical da velocidade quando o projétil se choca com o solo?

22) No Campeonato Mundial de Atletismo de 1991, em Tóquio, Mike Powell saltou 8,95 m, batendo por 5 cm um recorde de 23 anos para o salto em distância estabelecido por Bob Beamon. Suponha que a velocidade de Powell no início do salto era de 9,5 m/s (aproximadamente igual a de um velocista) e que  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup> em Tóquio. Calcule a diferença entre o alcance de Powell e o máximo alcance possível para uma partícula lançada com a mesma velocidade.

## Página 86 – Movimento em Duas e Três Dimensões

24) Uma pequena bola rola horizontalmente até a borda de uma mesa de 1,20 m de altura e cai no chão. A bola chega ao chão a uma distância horizontal de 1,52 m da borda da mesa.

- Por quanto tempo a bola fica no ar?
- Qual é a velocidade da bola no instante em que chega à borda da mesa?

25) Um dardo é arremessado horizontalmente com uma velocidade inicial de 10 m/s em direção a um ponto  $P$ , o centro de um alvo de parede. Ele atinge um ponto  $Q$  do alvo, verticalmente abaixo de  $P$ , 0,19 s depois do arremesso.

- Qual a distância  $PQ$ ?
- A que distância do alvo o dardo foi arremessado?

26) Na FIG. 4-36, uma pedra é lançada em um rochedo de altura  $h$  com uma velocidade inicial de 42,0 m/s e um ângulo  $\theta_0 = 60,0^\circ$  com a horizontal. A pedra cai em um ponto  $A$ , 5,50 s após o lançamento. Determine:

- a altura  $h$  do rochedo;
- a velocidade da pedra imediatamente antes do impacto em  $A$ ;
- a máxima altura  $H$  alcançada acima do solo.

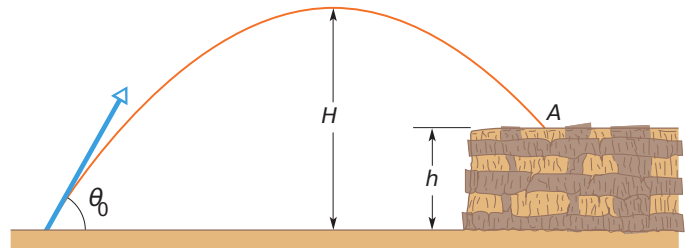


FIG. 4-36 Pergunta 26.

## LISTA DE EXERCÍCIOS – COMPLEMENTAR (Derivadas e Integrais)

1) Encontre a derivada das funções abaixo:

a)  $y = 3x^4 - 2x^2 + 8$                       b)  $y = \frac{x^3}{6} + \frac{2x^2}{5} - 9$

2) Determine o valor do coeficiente angular da reta tangente às funções abaixo nos pontos indicados entre parênteses:

a)  $y = 3x^2 - 2x$                        $(x = 2)$                       b)  $y = 3x^2 - \frac{2x}{3} + x$                        $(x = -1)$

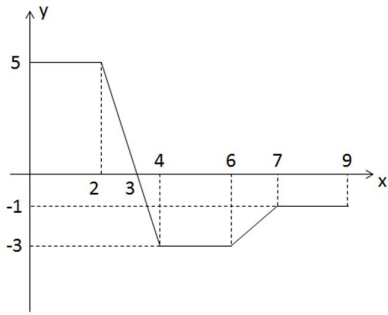
3) Resolva as integrais abaixo, encontrando as funções primitivas:

a)  $\int (x^2 - 2x) dx$                       b)  $\int (5x^4 - 2x + 7) dx$

4) Resolva as integrais definidas abaixo:

a)  $\int_1^2 (x^2 + 3x) dx$                       b)  $\int_0^5 (2 - x) dx$

5) Dado o gráfico de uma função qualquer abaixo, determine:



- a) Integral entre 0 e 4;
- b) Integral entre 3 e 7;
- c) Integral entre 0 e 9.