LISTA DO CAPÍTULO 4

Questão 1

Uma partícula se move de tal forma que seu vetor posição (em metros) em função do tempo (em segundos) é dado por $\vec{r}(t) = \hat{i} + 4t^2\hat{j} + t\hat{k}$. Escreva, em função do tempo, as expressões para:

a) sua velocidade;
b) sua aceleração;
c) a velocidade média no intervalo $\Delta t = [0,2]$ s;
d) a aceleração média neste intervalo.

Questão 2

Uma partícula 1 move-se ao longo da reta $y = c = 30$ m, com uma velocidade constante $\vec{v}_1(t) = 3\hat{i}$ m/s. No instante em que a partícula 1 passa pelo eixo y, uma segunda partícula, 2, começa a se movimentar, a partir da origem, com velocidade inicial nula e com aceleração constante $\vec{a}$, tal que $a = |\vec{a}| = 0,4$ m/s^2.

a) Qual deve ser o valor do ângulo θ formado entre o vetor $\hat{a}$ e o eixo y para que ocorra uma colisão entre as partículas 1 e 2 ?
b) Em que posição a colisão ocorre?

Questão 3

Uma pedra cai de um balão que se desloca horizontalmente. A pedra permanece no ar durante 3,0 s e atinge o solo seguindo uma direção que faz um ângulo de 30^0 com a vertical. Desprezando a resistência do ar, determine:

a) a velocidade do balão,
b) de que altura caiu a pedra;
c) a distância horizontal percorrida por ela;
d) o módulo da velocidade da pedra quando ela atinge o solo.

Questão 4

O alcance de um projétil é 4 vezes a sua altura máxima e ele permanece no ar durante 2,0 s:

a) Sob que ângulo ele foi lançado?
b) Qual foi sua velocidade inicial?
c) Qual foi o seu alcance?

Questão 5

Um móvel:

a) pode ter velocidade nula e estar acelerado?
b) pode ter velocidade escalar constante e ter velocidade variável?
c) pode ter velocidade constante e ter velocidade escalar variável?

Em caso afirmativo, dê um exemplo de cada situação.

LISTA DO CAPÍTULO 4

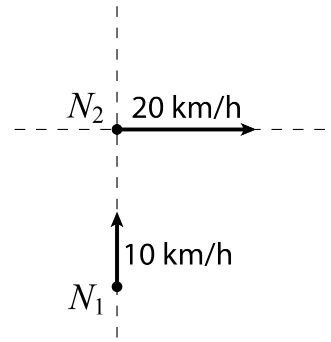
Questão 6

Um objeto descreve um movimento circular uniforme com período $T = 2{,}0$ s e raio $r = 3{,}0$ m. Num determinado instante a sua aceleração é $\vec{a} = 6\hat{i} - 4\hat{j}$ (em m/s^2). Neste instante, quais são os valores de:

a) $\vec{v} \cdot \vec{a}$?

b) $\vec{r} \times \vec{a}$?

Questão 7



Um navio N_1 faz rota para o norte com velocidade de 15 km/h. Outro navio N_2 faz rota para leste com velocidade de 20 km/h. Em determinado instante, as posições dos dois navios são mostradas na figura ao lado. Quais são o módulo e a direção da velocidade do navio N_2 em relação ao navio N_1?

Questão 8

Uma partícula se movimenta sobre um plano. Em um dado referencial, as coordenadas da partícula (ambas em m) são dadas por:

$$x(t) = 4t + 6$$
$$y(t) = -3t + 5$$

Estude o movimento da partícula, isto é, determine sua trajetória e calcule sua velocidade e aceleração em qualquer instante de tempo t.

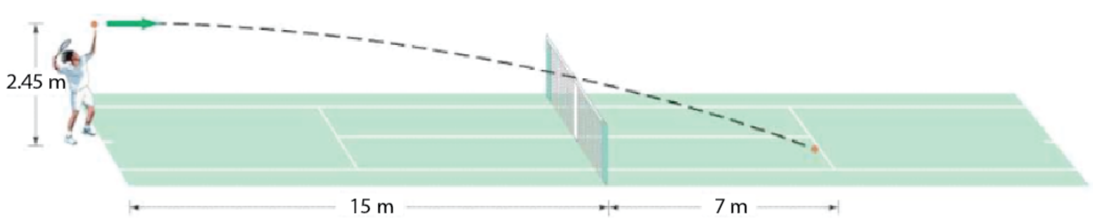
Questão 9

No saque, um jogador de tênis acerta a bola horizontalmente, conforme a figura abaixo.

a) Qual é a mínima velocidade necessária para a bola ultrapassar a rede de 0,65 m de altura, a 15,0 m do jogador, se a bola foi acertada a uma altura de 2,45 m?

b) A que distância do sacador cairá a bola se ela passa logo acima da rede?

c) Para o saque ser válido, a bola deve cair a menos de 7,0 m da rede (dentro do quadrado mais próximo da rede). Na situação do item anterior, o saque será válido?

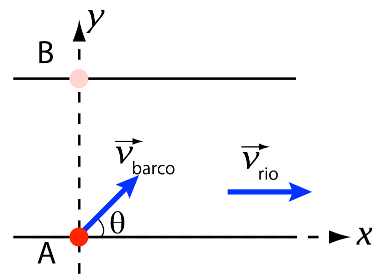


LISTA DO CAPÍTULO 4

Questão 10

Um barco cuja velocidade é 5,0 km/h em águas paradas quer atravessar um rio de 150 m de largura. Supõe-se que a velocidade da água seja 4,0 km/h.

a) Qual o rumo que o barco deve tomar para que ele cruze o rio perpendicularmente às margens, seguindo uma trajetória AB?
b) Tomando o rumo AB, onde o barco acostará?
c) Quanto tempo levará a travessia tomando o rumo AB?



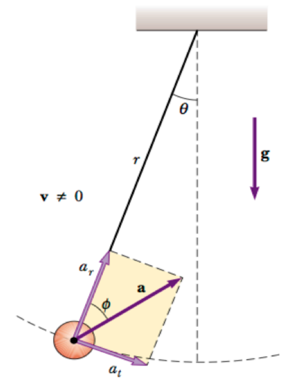
Questão 11

Um projétil é lançado horizontalmente a partir da superfície de um plano inclinado com 45^o em relação à horizontal. Calcule o deslocamento deste projétil, ao longo do plano, em função de sua velocidade inicial, v_0, e da aceleração da gravidade, g.

Questão 12

Uma bola amarrada na extremidade de um fio com 50 cm de comprimento descreve parte de uma circunferência vertical sob influência da gravidade, como a figura abaixo. Quando o fio faz um ângulo de 20^0 com a vertical, a velocidade da bola é 1,5 m/s.

a) Escreva o vetor aceleração em termos das componentes radial e tangencial nesse instante;
b) Quais são a amplitude e a direção da aceleração total nesse instante?;
c) Em que ponto a aceleração radial é máxima?

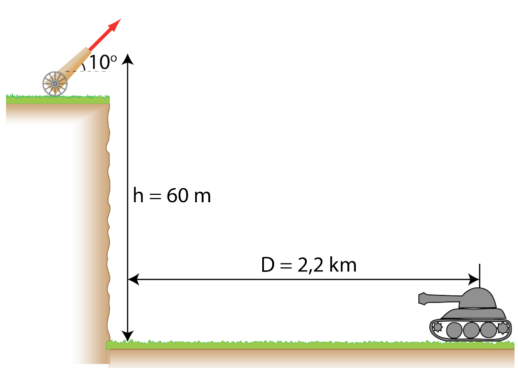


Questão 13

Um skatista desce um *half-pipe* no formato de uma parábola (seja esperto e coloque o sistema de coordenadas de forma que a equação mais genérica da trajetória seja $y = ax^2$). Levando-se em conta que o módulo da velocidade deve obedecer à equação $|\vec{v}| = \sqrt{v_0^2 - 2gy}$ (proveniente da conservação de energia), escreva o vetor velocidade em função da posição x, isto é, $\vec{v} = \vec{v}(x)$.

Questão 14

Um canhão antitanque está localizado na borda de uma plataforma a 60,0 m acima de uma planície, conforme a figura abaixo. A equipe do canhão avista



um tanque inimigo parado na planície à distância de 2,2 km do canhão. Nesse mesmo instante, a equipe do tanque avista o canhão e começa a se afastar do canhão em linha reta, com aceleração de $0,9 m/s^2$. Se o canhão antitanque dispara um projétil com velocidade de 240 m/s e com elevação de 10^0 acima da horizontal, quanto tempo a equipe do canhão teria de esperar antes de atirar, se quiser acertar o tanque?

Questão 15

Após uma chuva você chega à varanda de sua casa com seu guarda-chuva molhado e roda-o, na posição vertical, para secá-lo. Estime a máxima distância que as gotas de água que saem de seu guarda-chuva podem alcançar.

Questão 16

Um arremessador de peso de nível olímpico é capaz de lançar o peso com uma velocidade inicial v_o = 15,00 m/s de uma altura de 2,16 m. Que distância horizontal é coberta pelo peso se o ângulo de lançamento θ_o é (discuta seus resultados!):

a) 45^o;
b) 42^o;

Questão 17

No instante $t = 0$, e de um ponto de altura y_o = 5,0 m, lança-se horizontalmente uma pedra com velocidade $\vec{v}_0$ de módulo v_o = 10 m/s.

a) escreva a equação da trajetória da pedra, tomando como origem o ponto do solo (horizontal) na vertical do ponto de lançamento;
b) ache o instante t_f em que a pedra atinge o solo e a posição do ponto de impacto;
c) represente os vetores velocidade no instante inicial e no instante t_f (impacto com o solo). Qual é a expressão, em função do tempo t ($0 \le t \le t_f$) do módulo da velocidade da pedra?
d) Determine, em função do tempo, as expressões dos módulos da componente normal e tangencial da aceleração da pedra.

Questão 18

Um indivíduo deixa cair um objeto dentro de um elevador que sobe com velocidade constante de 0,5 m/s.

a) Qual é a aceleração do objeto em relação ao elevador tão logo deixe a mão do indivíduo?
b) Qual a velocidade do objeto em relação ao solo (Terra) após 0,1 s?

Questão 19

Resolva o problema 12 do livro texto (página 85).

LISTA DO CAPÍTULO 4

Questão 20

Resolva o problema 51 do livro texto (página 88).

Questão 21

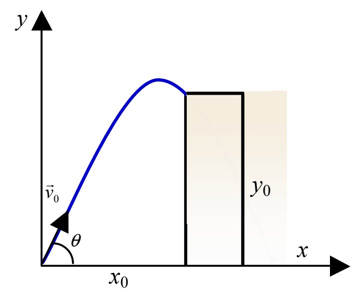
Resolva o problema 95 do livro texto (página 91).

Questão 22

Responda às perguntas 11 e 13 do livro texto (página 84).

Questão 23

Na rua, um esguicho de bombeiro dista 20 m de um edifício em chamas. A velocidade da água ao sair do esguicho é 20 m/s. Qual é a altura máxima que a água pode atingir no edifício?



Questão 24

Um artifício muito usado em Física é a mudança de sistemas de coordenadas. Em geral, as coordenadas cartesianas são frequentemente utilizadas para descrever o movimento de uma partícula no plano. No entanto, quando o problema em questão possui uma simetria axial (isto é, uma simetria circular ou esférica), o uso das coordenadas polares pode ser útil e simplificar as equações (como no caso do movimento circular visto em aula!). Num plano, as coordenadas polares são denotadas por duas variáveis (note que em duas dimensões são sempre necessários dois parâmetros), $\vec{r} = \vec{r}(r, \theta)$. Aqui, r é a distância entre a origem e a posição da partícula (módulo do vetor posição), e θ é o angulo entre o vetor posição da partícula e o eixo x.

a) Escreva os parâmetros r e θ em função das coordenadas cartesianas x e y. Observe que existe uma 'ambiguidade' na definição de θ; para eliminá-la, limitamos o domínio para $\theta \in [0, 2\pi]$.

b) Definimos os versores desse sistema de coordenadas como $\hat{r}$ e $\hat{\theta}$, onde:

  i. $\hat{r}$ é o vetor de módulo 1, com direção e sentido do vetor posição $\vec{r}$ do objeto.

  ii. $\hat{\theta}$ é o vetor perpendicular a $\hat{r}$, com sentido 'para cima' quando $\theta = 0$.

Encontre a forma desses versores em função de θ, $\hat{i}$ e $\hat{j}$. (Dica: Lembre-se da lista auxiliar de cálculo, exercício 9, onde os vetores são justamente x e v, de módulo 1).

Note que, com isso, podemos escrever o vetor posição de uma partícula em movimento como $\vec{r} = r\hat{r}$.

c) Como observado no item anterior, os versores dependem do parâmetro θ. Essa dependência cria uma dificuldade não existente na derivação de vetores em coordenadas cartesianas. Lembre-se que no sistema de coordenadas cartesianas a velocidade é dada por:

LISTA DO CAPÍTULO 4

$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\hat{i} + y\hat{j}) = \frac{dx}{dt}\hat{i} + x\frac{d\hat{i}}{dt} + \frac{dy}{dt}\hat{j} + y\frac{d\hat{j}}{dt}.$

Como, nesse caso, os versores são constantes, suas derivadas são nulas, ou seja, $\vec{v} = \frac{dx}{dt}\hat{i} + \frac{dy}{dt}\hat{j}$. Supondo que em um movimento genérico, a variável θ é função do tempo, mostre que os versores no sistema de coordenadas polares obedecem às seguintes relações:

$$\frac{d\hat{r}}{dt} = \frac{d\theta}{dt}\hat{\theta} \quad \text{e} \quad \frac{d\hat{\theta}}{dt} = -\frac{d\theta}{dt}\hat{r}$$

Mostre ainda que, com isso, que podemos escrever a velocidade como:

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt}\hat{i} + \frac{dy}{dt}\hat{j} = \frac{dr}{dt}\hat{r} + r\frac{d\theta}{dt}\hat{\theta}.$$

d) Ache o vetor aceleração nesse sistema de coordenadas e mostre que se o raio for constante e se $\frac{d\theta}{dt} = \omega = \text{constante}$ (movimento circular uniforme), o módulo do vetor aceleração é dado por: $|\vec{a}| = |\vec{v}|^2 / R = \frac{d\theta}{dt} = R\omega^2$,

onde R é o raio do movimento e ω é a velocidade angular da partícula. Observe que:

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = -\omega^2\vec{r}$$

(Extra: Como você generalizaria esse resultado para 3 dimensões em um sistema de simetria esférica?)