Fundação CECIERJ – Vice Presidência de Educação Superior à Distância
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
Gabarito da 1ª Avaliação à Distância de Física para Computação – 2019.2

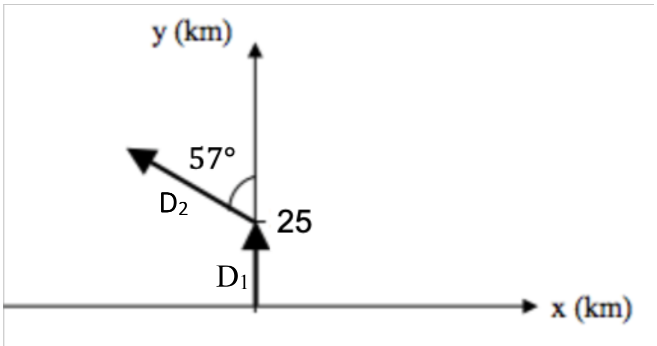
Nome: ___________________________________ Pólo: ___________

Questão 1 (1,0 ponto):

Um carro percorre uma distância de 25km na direção norte e depois 60km no rumo 57° a noroeste, como mostra a figura. Determine:

a) (0,5 pontos) O módulo do deslocamento resultante e a direção do vetor deslocamento.

b) (0,5 pontos) Supondo que ele realizou todo o trajeto em 1h e 35min calcule o módulo do vetor velocidade, bem como sua direção e sentido.



__Solução__

Inicialmente decompomos cada vetor deslocamento em seus vetores unitários:

$$\vec{D}_1 = 0\hat{\imath} + 25\hat{\jmath}$$
$$\vec{D}_2 = (-60sen57)\hat{\imath} + (60cos57)\hat{\jmath} = -50{,}3\hat{\imath} + 32{,}7\hat{\jmath}$$

a) O módulo do vetor resultante será determinado utilizando a lei de cossenos:

$$\vec{D}_R = \sqrt{25^2 + 60^2 + 2(25)(60)cos57} \cong \mathbf{76{,}5km}$$

Logo, o vetor deslocamento resultante é:

$$\vec{D}_{Rx} = 0\hat{\imath} + (-50{,}3\hat{\imath}) = -50{,}3\hat{\imath}$$
$$\vec{D}_{Ry} = 25\hat{\jmath} + 32{,}7\hat{\jmath} = 57{,}7\hat{\jmath}$$
$$tg\theta = \left|\frac{\vec{D}_{Ry}}{\vec{D}_{Rx}}\right| = \left|\frac{57{,}7}{-50{,}3}\right| \rightarrow \theta \cong 48{,}9^o$$

Portanto, a direção do vetor deslocamento será $(180° - 48{,}9°) = \mathbf{131{,}1°}$

Observação: de modo equivalente pode-se calcular o módulo do vetor resultante com auxílio do triângulo retângulo em que os catetos são: um, a soma das componentes ao longo do eixo vertical; outro, a soma das componentes ao longo do eixo horizontal. Ou seja, $D_R^2 = (50{,}3)^2 + (32{,}7+25)^2$

A obtenção da direção é conforme acima.

b) O trajeto foi realizado em 1h e 35, logo convertendo para horas temos o equivalente a 1,58h. O enunciado pede para determinar o módulo da velocidade que estará dado por: $d = d_o + vt$, considerando que *do=0* e substituindo pelos valores encontrados nos itens acima temos que $76{,}5km = v(1{,}58h)$ ➔ $v \cong \mathbf{48,32km/h.}$

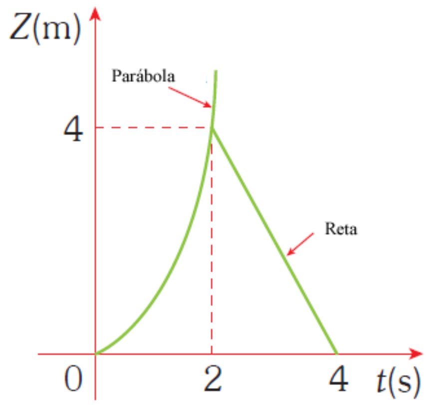
Inicialmente identificamos componentes do vetor velocidade:
$\vec{v} = \frac{D}{t} = \frac{-50{,}3\hat{\imath}+57{,}7\hat{\jmath}}{1{,}58} = -31{,}8\hat{\imath} + 36{,}4\hat{\jmath}$
Determinando a direção:

$tg\theta = \left|\frac{\vec{v}_y}{\vec{v}_x}\right| = \left|\frac{36{,}4}{-31{,}8}\right|$ ➔ $\theta \cong 48{,}9^o$

Portanto a direção será a anteriormente calculada, ou seja, $180° - 48{,}9° = \mathbf{131,1}°$

Questão 2 (1,5 ponto):
A figura mostra o deslocamento unidimensional de uma partícula que parte do repouso. Diga se as seguintes proposições são verdadeiras, justifique sua resposta.

a) O módulo da aceleração da partícula entre [0;2] segundos, é 2m/s^2?
b) A velocidade para t=1s é (2m/s)$\hat{k}$?
c) A velocidade para t=3s é (-2m/s) $\hat{k}$?



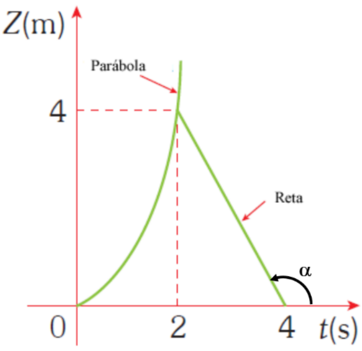
<u>Solução</u>

a) Verdadeiro
No intervalo de tempo t϶[0;2] segundos, inicialmente observamos que a partícula se afasta de um ponto de referência 0. Logo, a distância que percorre está relacionada com
$d = v_o\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2}$
Observe que d= $z_f - z_o$
Substituindo $z_f - z_o = v_o\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2}$ ➔ $4m - 0 = 0 \times (2s) + \frac{a.(2s)^2}{2}$ ➔ $a = \mathbf{2m/s^2}$

b) Verdadeiro
No intervalo de tempo t϶[0;1] segundos, observamos que o movimento da partícula começa do repouso e vai na direção de +Z. Nesse caso, a velocidade v e a aceleração em t϶[0;1]s está na direção de $+\hat{k}$, temos então:
$v_f = v_o + a\Delta t,$ ➔ $v_f = 0 + (2\hat{k}) \times 1s = (\frac{\mathbf{2m}}{\mathbf{s}})\hat{\mathbf{k}}$

c) **Verdadeiro**

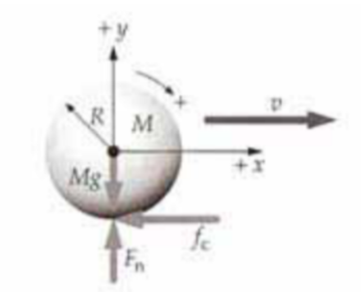
Primeiramente, observemos que t=3s encontra-se dentro do intervalo t ϵ [2;4] segundos e note que a partícula realiza um MRU. Observemos também que a velocidade da partícula começa a diminuir (conforme mostrado pela reta na figura). Logo, a velocidade pode ser determinada pela inclinação da reta (ver figura do lado) com a seguinte relação: $\vec{v} = \tan\alpha\,\hat{k}$, onde $\tan\alpha$ é o coeficiente angular. Substituindo os valores das variações de posição (0-4m) e tempo (4s-2s) encontramos $\vec{v} = (-\frac{2m}{s})\hat{k}$.



Questão 3 (2,5 pontos):

Uma bola de boliche, de massa M e raio R, é lançada no nível da pista, de forma a iniciar um movimento horizontal sem rolamento, com a rapidez v_o =5,5m/s. O coeficiente de atrito cinético entre a bola e o piso é u_c=0,080. Determine a) (1,5 ponto) o tempo que a bola leva derrapando na pista (após o qual ela passa a rolar sem deslizar) e b) (1,0 ponto) a distância na qual ela derrapa.

<u>Solução</u>



Observe que o movimento inicial da bola de boliche é a translação, pois o centro de massa da bola se desloca à medida que passa o tempo. Logo podemos determinar a aceleração do centro da massa durante o deslizamento.

De acordo ao diagrama de corpo livre (figura acima) identificamos as seguintes relações:

$\sum F_x = Ma_{cmx}$

Observe que a força de atrito cinético atua no sentido negativo do eixo x

$-f_c = Ma_{cmx}$ ....(i)

$\sum F_y = Ma_{cmy} = 0$

$F_n = Mg$

$f_c = u_c F_n = u_c Mg$........................(ii)

Para determinar a aceleração linear substituímos (ii) em (i)

$-(u_c Mg) = Ma_{cmx}$

$a_{cmx} = -u_c g$........................(iii)

Portanto, $v_{cmx} = v_o + a_{cmx}t$ ➔ $v_{cmx} = v_o - u_c g t$ ....(iv)

Por outro lado, observe que logo depois da derrapagem a bola começa a rolar, a força de atrito cinético reduze sua velocidade linear, ao mesmo tempo em que aumenta sua velocidade angular até que a bola somente passe a rolar sem deslizar. Logo a velocidade de translação (v_{cm}) é menor do que a velocidade de rotação ($R\omega$), então teremos uma combinação do movimento de translação e rotação.
A aceleração angular pode ser determinada a partir do análogo rotacional da segunda Lei de Newton.
$\sum \tau_{cm} = I_{cm}\alpha$. Lembrando que I_{cm} é o momento de inercia em relação ao eixo que passa pelo centro da massa e $\sum \tau_{cm}$ são os torques externos em relação a dito eixo.
$u_c MgR + 0 + 0 = (\frac{2}{5}MR^2)\alpha$, sendo o momento de inercia de uma bola maciça $\frac{2}{5}MR^2$
Portanto, $\alpha = \frac{5}{2}\frac{u_c g}{R}$ ....*(v)*

a) Relacionamos a velocidade angular com a aceleração angular constante e o tempo, utilizamos *(v)* para substituir α.

$\omega = \omega_o + \alpha t = 0 + \alpha t = \frac{5}{2}\frac{u_c g}{R}t$ ....*(vi)*

Como o movimento é só no eixo horizontal, temos que $v_{cmx} = R\omega$, logo utilizamos (*iv*) e (*vi*) para determinar o tempo $(v_o - u_c gt) = R\left(\frac{5}{2}\frac{u_c g}{R}t\right)$

$$t = \frac{2}{7}\frac{\cancel{R}v_o}{\cancel{R}u_c g} = \frac{2}{7}\frac{5{,}5m/s}{\times 0{,}080 \times 9{,}8m/s^2} \cong \mathbf{2s}$$

b) A distância percorrida, durante a derrapagem, pode ser obtida a partir da equação cinemática:

$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2}a_{cm}t^2$$

$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2}(-u_c g)t^2$$

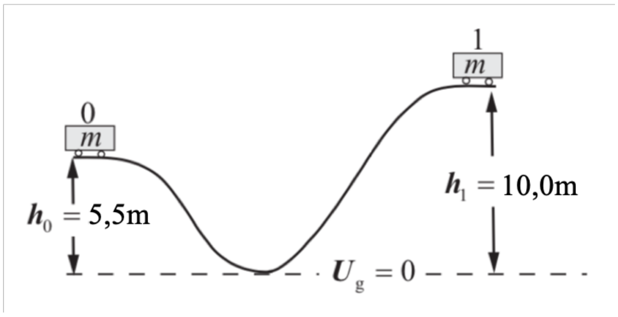
$$\Delta x = \frac{5{,}5m}{s} \times 2s - \frac{1}{2} \times 0{,}080 \times \frac{9{,}8m}{s^2} \times (2s)^2 \cong \mathbf{9{,}43m}$$

Observação: Outras abordagens podem ser adotadas para resolver a questão. Por exemplo, conforme mencionado acima, o fenômeno inicia como uma translação sem rolamento da bola de boliche, com velocidade de translação $V_{o,cm}$. Assim, a bola tem inicialmente energia de movimento $(1/2)MV^2_{o,cm}$. Como consequência da presença do atrito da bola com o piso, que impõe rotação à bola, sabemos que a bola passa a ter energia associada à rotação, na forma $(1/2)Iw^2_f$, quando estiver rolando sem deslizar. Além de uma energia cinética relativa à translação, de $(1/2)MV^2_{f,cm}$. Igualando as energias totais do início e final, pode-se determinar w_f e V_f. Em seguida, utilizando a Segunda Lei de Newton para movimento circular, $\tau = F_{at} . R = I. \alpha$ (sabe-se I para uma esfera densa), determina-se a aceleração angular, α . Determina-se, então, o tempo que transcorreu até que a velocidade angular final fosse atingida, com a aceleração angular agora calculada. Finalmente, a distância percorrida é obtida a partir da equação cinemática para o centro de massa mostrada no item (b) acima.

Questão 4 (2,0 pontos):

Um carrinho de montanha-rusa está se movendo com rapidez v_o no inicio do percurso, quando desce um vale de 5,5m e depois sobe até o topo de uma elevação, 4,5m acima do inicio do percurso. Desconsidere o atrito e a resistência do ar. a) (1,5 pontos) Qual a menor rapidez v_o necessária para que o carrinho ultrapasse o topo da elevação? b) (0,5 pontos) Esta rapidez pode ser alterada modificando-se a profundidade do vale, para que o carrinho adquira mas rapidez lá embaixo? Explique.

Solução



a) Para que o carrinho chegue a 10m, ele tem que vir, na altura inicial, com energia suficiente para que isto ocorra. No mínimo com velocidade zero na altura máxima, o que significa que, se no início o carrinho tiver, pelo menos, a energia de movimento (cinética) com valor mgΔh disponível para converter em energia potencial, onde $\Delta h = mg(10m-5{,}5m)$, ele chega à altura final 10m.

O processo é o de conversão de energia cinética em energia potencial. Ou seja, o carrinho, com massa total m e deslocando-se com velocidade v_o, dispunha de uma quantidade de energia cinética $E_c = (½).mv_o^2$. Ou seja, o mínimo de *Ec* que permite que o carrinho chegue aos *10m* é tal que $E_c=mg\Delta h$.

No contexto do teorema trabalhoxenergia, esse mínimo de Ec corresponde à energia necessária para igualar o trabalho realizado pela gravidade sobre o carrinho.

Finalmente, $Ec = (½).mv^2=mg\Delta h$ *e, portanto,* $v_o^2=2\ g\Delta h$ *, e* $v_o = 9{,}39m/s$.

Observação: Lembre-se de que o campo gravitacional é conservativo e, assim, as alturas inicial e final é que determinam a solução, independente de o carrinho ir menos ou mais abaixo do que os 5,5m mencionados no enunciado.

b) Não. Conforme mencionado na solução anterior, a velocidade necessária depende apenas da diferença das alturas inicial e final.

Questão 5 (2,0 ponto):

Uma rocha de 12,5kg está sendo levantada por uma corda leve que passa por uma única polia, leve e sem atrito, que está presa no teto. a) (1,0 ponto) Se a rocha está sendo levantada com uma rapidez constante de 3,5m/s, qual é a potencia desenvolvida pela pessoa que puxa a corda? b) (1,0 ponto) Se a rocha é levantada, com uma aceleração constante a partir do repouso no chão, até uma altura de 2,5m acima do chão em 0,60s, qual é a potência média desenvolvida pela pessoa que puxa a corda?

Solução

a) A pessoa que puxa a corda exerce uma potência $P = \vec{T}.\vec{v} = T.v.cos\theta$ sobre a rocha. Observe que a força $\vec{T}$ aplicada na rocha é paralela à velocidade $\vec{v}$, logo $\theta = 0$ e $cos\theta =$ 1. Logo, pode-se escrever que $P = Tv$..............*(i)*

Por outro lado, aplicando a segunda Lei de Newton $\sum F_y = ma_y$ temos que:

$T - F_g = ma_y$, onde $F_g = mg$ e $a_y = 0$, portanto $T - mg = 0$ → *T=mg*

Logo, substituindo em (*i*) temos que:

$$P = mgv = (12{,}5kg)\left(\frac{9{,}8m}{s^2}\right)\left(\frac{3{,}5m}{s}\right) = \mathbf{428,75W}$$

b) A potência media exercida pela pessoa que puxa a corda está dada por

$P_{av} = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F\Delta y}{\Delta t}$...................*(ii)*

Usamos a equação de aceleração constante para relacionar Δy com a aceleração Δt.

$$\Delta y = v_{oy}\Delta t + \frac{1}{2}a_y(\Delta t)^2$$

Como a caixa começa do repouso, então $\Delta y = \frac{1}{2}a_y(\Delta t)^2$ ➔ $a_y = \frac{2\times(2{,}5m)}{(0{,}60s)^2} \cong 13{,}89m/s^2$

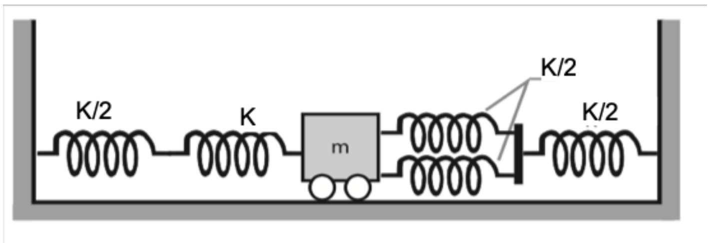
Logo, aplicando $\sum F_y = ma_y$ na caixa, obtemos $F - mg = ma_y$ ➔ $F = ma_y + mg$. Esta expressão servirá para determinar a potência media, onde substituiremos F por $ma_y + mg$ em *(ii)*

$$P_{av} = \frac{(ma_y + mg)}{\Delta t}\Delta y$$

$$P_{av} = \frac{12{,}5kg \times 13{,}89m/s^2 + 12{,}5kg \times 9{,}8m/s^2}{0{,}60s} \times 2{,}5m$$

$$\boldsymbol{P_{av} \cong 1233,85W}$$

Questão 6 (1,0 ponto):
Na seguinte figura determinar o período de oscilação do bloco de massa “m”.



Solução

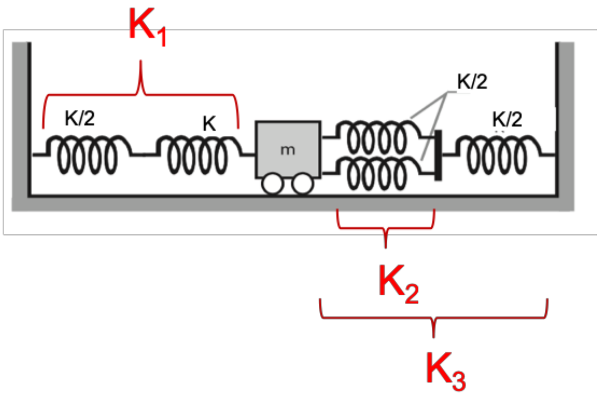


Figura (a)

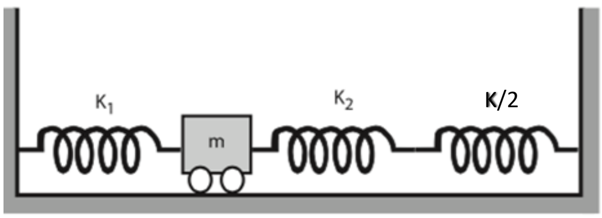


Figura (b)

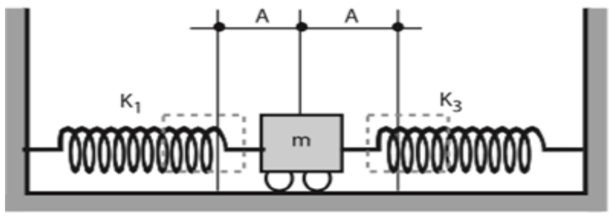


Figura (c)

Na figura observamos que o bloco de massa *m* encontra-se em um sistema de molas associadas tanto em série quanto em paralelo. A associação de molas resultará em uma mola equivalente com uma constante elástica Keq também equivalente. Observe que nas molas em série as forças são iguais, mas cada mola tem sua própria constante elástica. Assim, denominaremos:

K_1: resultado da associação das molas em série: $\frac{1}{K_1} = \frac{1}{K/2} + \frac{1}{K} \rightarrow K_1 = \frac{K}{3}$

K_2: resultado da associação das molas em paralelo figura (b): $K_2 = K/2 + K/2 = K$

K_3: resultado da associação das molas em série, conforme se mostra na figura (a),

$\frac{1}{K_3} = \frac{1}{K} + \frac{1}{K/2} \rightarrow K_3 = \frac{K}{3}$

Por outro lado, observe que K_1 comprime-se “A” (figura c), posteriormente em K_3 também se comprime “A” o que significa que as deformações nas molas são iguais. Portanto, estas atuam em paralelo.

Assim temos $K_{eq} = K_1 + K_3 = \frac{K}{3} + \frac{K}{3} = \frac{2K}{3}$

Finalmente o período de oscilação do bloco de massa m será:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K_{eq}}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{2K}{3}}} = \boldsymbol{2\pi\sqrt{\frac{3m}{2K}}}$$