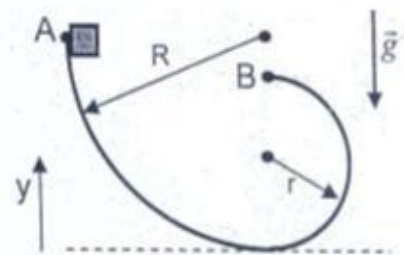


LISTA DE EXERCÍCIOS – Capítulos 6 e 7: Trabalho, Energia Cinética, Energia Potencial e Conservação da Energia

1) Um pequeno bloco de massa M desliza para baixo em um escorregador que tem a forma de $\frac{1}{4}$ de circunferência de raio R emendado em um "loop" com a forma de um semi-círculo de raio r . O bloco parte do repouso do ponto A e escorrega até atingir o ponto B. Há atrito entre o bloco e a superfície do escorregador. Suponha que durante o trajeto do bloco desde A até B o atrito sobre o bloco realize um trabalho igual a W .

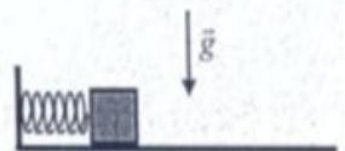


Dados: M , R , r , W e g .

a) Calcule o módulo da velocidade do bloco quando ele estiver passando pelo ponto B.

b) Calcule a componente y da aceleração do bloco quando ele estiver passando pelo ponto B.

2) Um pequeno bloco de massa M está inicialmente em repouso apoiado e comprimindo uma mola ideal de constante elástica k . A mola está comprimida de uma distância H . O bloco é então solto e desliza sobre a superfície horizontal com atrito.



Dados: M , k , H , e g .

Se no instante em que o bloco perde contato com a mola (isso vai ocorrer quando o bloco tiver percorrido uma distância H para a direita) o módulo da sua velocidade é dado por:

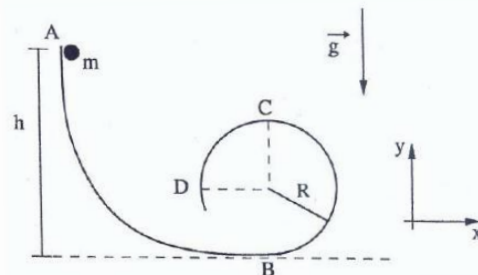
$$\frac{H}{2} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

calcule o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície horizontal.

3) Um objeto de massa m é abandonado do repouso de uma altura h (ponto A) e percorre uma pista que assume uma forma circular de raio R após o ponto B (figura abaixo). Desprezando as forças de atrito e as dimensões do objeto:

Dados: m , R , g

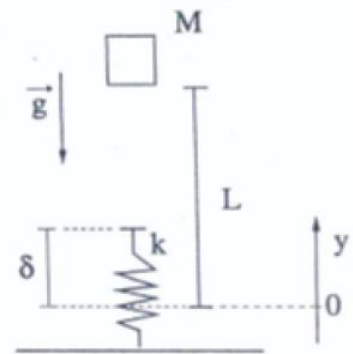
a) Calcule o menor valor de h para que o objeto consiga passar pelo ponto mais alto do "loop" (ponto C) sem perder contato com a pista.



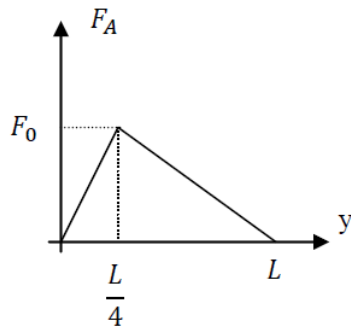
b) Supondo agora que $h=10R$, calcule o vetor aceleração do objeto no instante em que ele passa pelo ponto D. (Utilize vetores unitários de acordo com o referencial dado.)

- 4) Um bloco de massa M é lançado verticalmente para cima a partir do repouso por uma mola de constante elástica k , que estava comprimida de δ . A figura ao lado mostra o instante após o lançamento no qual o bloco está parado, depois de percorrer uma distância vertical L e a mola estar relaxada.

Dados: L , M , F_0 , k , g



- a) Sabendo que o módulo da força de atrito (F_A) entre o bloco e o ar variou de acordo com a função abaixo, calcule o trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco durante todo o percurso de subida.

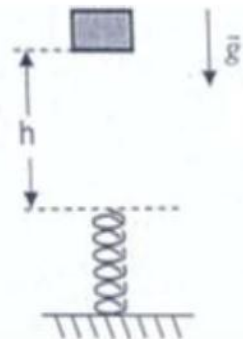


- b) Calcule a compressão inicial da mola δ .

- 5) Um bloco de massa M está inicialmente em repouso, logo acima (h) de uma mola ideal de constante elástica k relaxada (veja a figura ao lado). O bloco então cai, bate na mola e comprime a mola. Durante toda a queda atua no bloco uma força de atrito (arraste) com o ar constante vertical de módulo F_A .

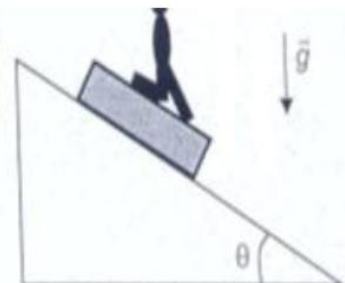
Dados: M , k , h , F_A e g .

Calcule a compressão máxima da mola.



- 6) Uma pessoa (de massa m) desliza para baixo de um plano inclinado sobre uma tábua (de massa M_T), conforme a figura ao lado. O coeficiente de atrito cinético entre a tábua e o plano inclinado é μ . A pessoa não desliza na tábua.

Dados: m , M_T , μ , θ e g .



- a) Faça um diagrama mostrando as forças que atuam na pessoa.

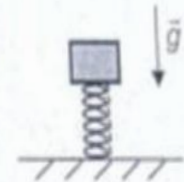
- b) Escreva os valores de cada uma das forças que atuam na pessoa e que você representou no diagrama acima. Calcule quando necessário.

- 7) Um atirador dispara uma bala de massa M com velocidade vertical para cima de módulo V . Durante a subida atua na bala uma força de atrito com o ar vertical e constante, de módulo F .

Se a altura máxima atingida pela bala foi $h = \frac{V^2}{4g}$, calcule o valor de F .

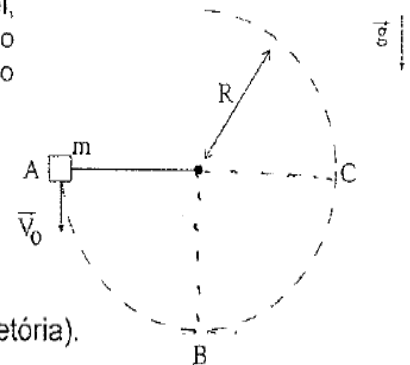
Dados: M , V , a altura máxima definida acima e g .

- 8) Um bloco de massa M está inicialmente em repouso apoiado sobre uma mola ideal (de constante k) comprimida de uma distância L (veja a figura ao lado). O bloco é então solto e é lançado verticalmente para cima pela mola. Suponha que durante a subida atue no bloco uma força de atrito constante vertical de módulo F_A . Calcule a altura máxima que o bloco atinge (altura medida em relação à posição de partida do bloco).



Dados: M , k , L , F_A e g .

- 9) Um bloco de massa m , preso a uma haste rígida de massa desprezível, descreve um movimento circular vertical de raio R . O bloco parte do ponto A com uma velocidade vertical de módulo V_0 como ilustrado na figura ao lado. Despreze as forças de atrito.



Dados: m , V_0 e g e R

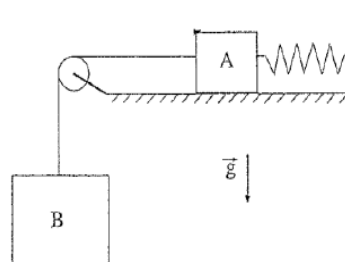
A) Calcule a velocidade do bloco no ponto B (ponto mais baixo da trajetória).

B) Calcule a velocidade do bloco no ponto C (mesma altura do ponto A).

C) Se T_B e T_C são as tensões na haste quando o bloco passa pelos pontos B e C respectivamente, calcule a diferença entre elas, $T_B - T_C$.

- 10) Um bloco A de massa m_A e um bloco B de massa m_B estão conectados por uma corda de massa desprezível que passa por uma polia sem atrito. O bloco A está apoiado em uma superfície horizontal com coeficiente de atrito cinético μ e é conectado a uma mola de constante elástica k . Calcule a altura h que o bloco B caiu no instante em que os dois blocos param pela primeira vez. Considere que o sistema foi abandonado do repouso e que a mola estava inicialmente relaxada.

Dados: m_A , m_B , μ , k , e g .



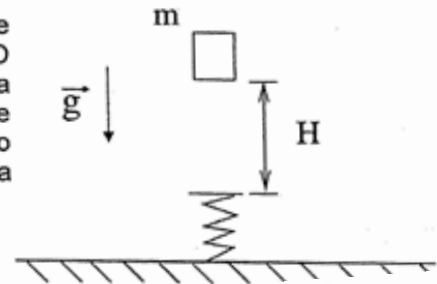
- 11) Um foguete de massa M sobe verticalmente na atmosfera, sob ação de uma força vertical para cima constante, de módulo F , produzida pela exaustão dos gases das turbinas. Suponha que o foguete saia da superfície da Terra, partindo do repouso, e suba até uma altura h . Nessa subida, a força de atrito no foguete, devido ao atrito (arraste) do foguete com o ar, realiza um trabalho W_a . (Obs. Estamos considerando nesse problema que h é pequeno e que portanto podemos desprezar a variação de massa do foguete nessa subida.)

Dados: M , F , h , W_a e g .

Calcule o módulo da velocidade que o foguete atinge na altura h .

- 12) Um bloco de massa m é abandonado do repouso diretamente acima de uma mola de massa desprezível, veja a figura ao lado. O bloco atinge a mola depois de cair uma distância H , comprime a mola de uma distância d e para momentaneamente. Suponha que durante toda a queda do bloco atue nele uma força de atrito (com o ar) vertical de módulo constante F_a . Calcule a constante elástica da mola.

Dados: m , d , H , F_a e g .

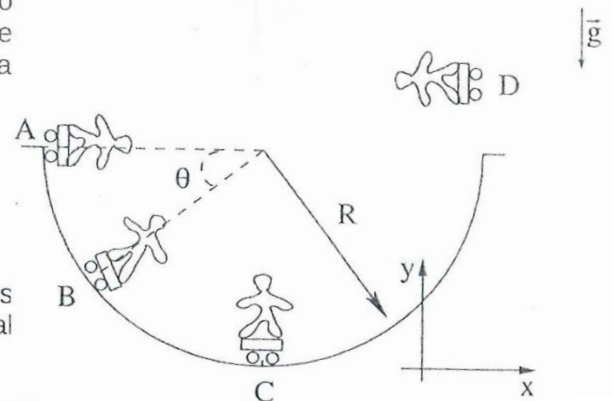


- 13) Um esquiador de massa m executa manobras em uma pista semicircular de raio R . O esquiador percorre o trecho A, B, C com velocidade de módulo constante V e finalmente alcança o ponto D, quando atinge a altura máxima. Veja a figura ao lado.

Dados: m , R , V , θ e g .

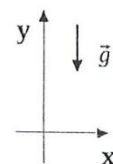
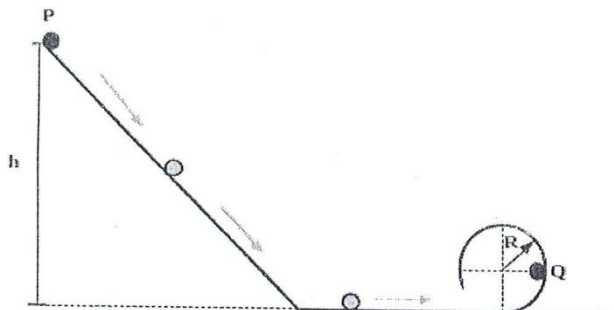
- a) Determine o vetor aceleração do esquiador nos pontos B e D. Use os vetores unitários conforme o referencial dado.

- b) Calcule o trabalho realizado pela força de atrito no percurso BC.



- 14) Uma pequena esfera de massa m desliza, sem atrito, ao longo de um plano inclinado e entra em seguida em um "loop" de raio R , conforme representado na figura abaixo. A esfera é liberada do repouso, partindo do ponto P e a uma distância h do solo. Despreze as dimensões da esfera.

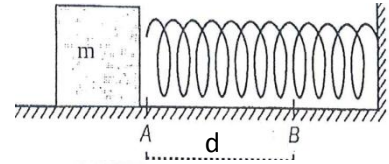
Dados: m , R , h e \vec{g} .



- a) Calcule a força resultante que atua sobre a esfera no instante em que ela passa pelo ponto Q, em termos dos vetores unitários, conforme o sistema de referência acima.
- b) Calcule a que altura h , acima do solo, a esfera precisaria ser abandonada para que a força resultante sobre ela no ponto mais alto do "loop" fosse mínima.

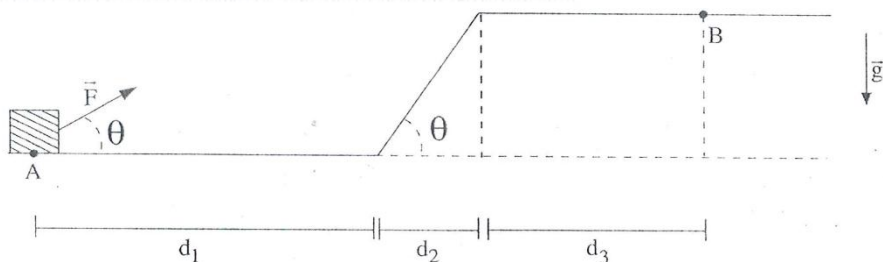
15) Um bloco de massa m move-se sobre uma superfície horizontal *com atrito*, indo ao encontro de uma mola (inicialmente relaxada) cuja constante elástica é k , conforme representado na figura abaixo. A velocidade do bloco imediatamente antes de atingir a mola (ponto A) é \vec{v} . O bloco comprime a mola de uma certa distância d , chegando finalmente ao repouso no ponto B.

Dados: m, k, \vec{v}, d e \vec{g}



- Calcule o trabalho realizado pela força de atrito no deslocamento do bloco de A até B.
- Supondo que o bloco, após atingir o repouso momentâneo no ponto B, seja empurrado de volta pela mola, calcule sua velocidade ao passar novamente pelo ponto A, durante o movimento de distensão da mola.

16) Uma caixa de massa m sobe por uma rampa depois de deslizar por uma distância d_1 em uma superfície horizontal. Após subir a rampa a caixa desliza novamente por uma superfície horizontal percorrendo uma distância d_3 até alcançar o ponto B (veja a figura abaixo). A caixa inicia o movimento com velocidade nula no ponto A e passa pelo ponto B com velocidade V . Durante toda a trajetória do bloco atuou sobre ele uma força constante de módulo F e com inclinação θ com a horizontal. Existe atrito entre o bloco e as superfícies em todo o percurso.

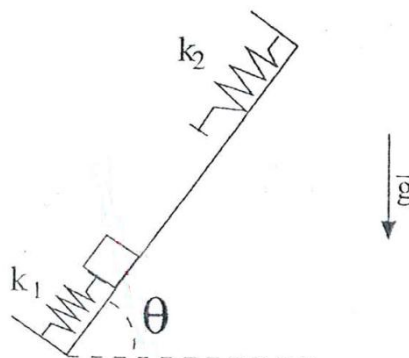


Dados: $m, \theta, F, d_1, d_2, d_3, g$ e V .

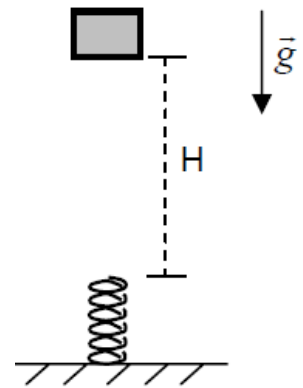
- Faça os diagramas de forças para o bloco durante os percursos d_1, d_2 e d_3 .
- Calcule o trabalho realizado pela força de atrito no percurso de A até B.

17) Um bloco de massa m é abandonado do repouso quando estava comprimindo de b uma mola de constante elástica k_1 , veja a figura abaixo. O bloco então sobe por um plano inclinado sem atrito, perde contato com a mola k_1 e para momentaneamente após comprimir uma mola de constante elástica k_2 . Supondo que nesse processo o bloco percorra uma distância d ao longo do plano inclinado, calcule a compressão máxima da mola de constante elástica k_2 .

Dados: $k_1, k_2, m, b, \theta, d$ e g .

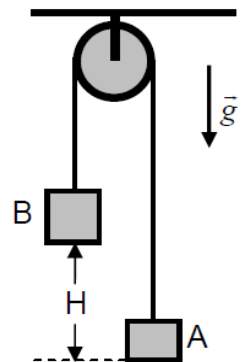


18. Um bloco de massa M está inicialmente em repouso apoiado sobre uma mola ideal de constante k que está comprimida de uma distância R . A outra extremidade da mola está fixa ao piso. O bloco é então solto e é lançado verticalmente para cima pela mola, enquanto ela relaxa. Suponha que durante toda a subida do bloco atue nele uma força de atrito com o ar vertical de constante de módulo F_{AT} . Calcule a altura máxima H que o bloco sobe, altura medida em relação à posição inicial do bloco. Despreze o tamanho do bloco.



Dados: M , R , k , F_{AT} e g .

19. Os blocos A e B (de massas M_A e M_B , com $M_B > M_A$) são soltos do repouso. A polia é leve sem atrito e a corda é leve. O bloco B desce e o bloco A sobe. Nesse movimento, até imediatamente antes do bloco B tocar o solo, a força de atrito com o ar nos blocos realiza um trabalho $W_{AT} = -kH^2$, sendo k uma constante positiva. Calcule o módulo da velocidade do bloco B imediatamente antes dele tocar o solo. Despreze os tamanhos dos blocos.



Dados: M_A , M_B , H , k e g .

RESPOSTAS

$$1. \quad \text{a) } v_B = \sqrt{2 \left[\frac{W}{M} - g(2r - R) \right]}$$

$$\text{b) } \vec{a} = \frac{2}{r} \left[\frac{W}{M} - g(2r - R) \right]$$

$$2. \quad \mu = \frac{3kH}{8Mg}$$

$$3. \quad \text{a) } h = \frac{5}{2}R$$

$$\text{b) } \vec{a} = 18g(\hat{i}) - g(\hat{j})$$

$$4. \quad \text{a) } W = -\frac{F_0 L}{2}$$

$$\text{b) } \delta = \sqrt{\frac{(2Mg + F_0) \cdot L}{k}}$$

$$5. \quad x_m = \frac{-(F_A - Mg) + \sqrt{(F_A - Mg)^2 - 2(F_A - Mg)kh}}{k}$$

$$6. \quad \text{b) } P = mg$$

$$N = mg \cos \theta$$

$$f_e = \mu mg \cos \theta$$

$$7. \quad F = mg$$

$$8. \quad H = \frac{kL^2}{2(Mg + F_A)}$$

$$9. \quad \text{A) } v_B = \sqrt{V_0^2 + 2Rg}$$

$$\text{B) } V_C = V_0$$

$$\text{C) } T_B - T_C = 3mg$$

$$10. \quad h = \frac{2g}{k}(m_B - \mu m_A)$$

$$11. \quad V = \sqrt{\frac{2}{M}(F \cdot h + W_a) - 2gh}$$

$$12. \quad k = 2(mg - F_a) \frac{(H+d)}{d^2}$$

$$13. \quad \text{a) } \vec{a}_B = \frac{v^2}{R} (\cos \theta \hat{i} + \sin \theta \hat{j})$$

$$\vec{a}_D = -g\hat{j}$$

$$\text{b) } W_{fc} = -mgR(1 - \sin \theta)$$

14. a) $\vec{R} = -2mg \left(\frac{h-R}{R} \right) \hat{i} - mg\hat{j}$

b) $h = \frac{5}{2}R$

15. a) $W_{fc} = \frac{1}{2}(kd^2 - mv^2)$

b) $v' = \sqrt{\frac{2kd^2}{m} - v^2}$

16. a)

b) $W_{fc} = m \left(\frac{v^2}{2} + gd_2 \tan \theta \right) - F \left[(d_1 + d_3) \cos \theta + \frac{d_2}{\cos \theta} \right]$

17. $x = \sqrt{\frac{k_1 b^2 - 2mgdsen\theta}{k_2}}$

18. $H = \frac{\frac{1}{2}kR^2}{Mg + F_{AT}}$

19. $V = \sqrt{\frac{(M_B - M_A)gH - kH^2}{\frac{1}{2}Ma + \frac{1}{2}M_B}}$