07 – Movimentos Simples

Exercícios Propostos

Exercício 7.1

Uma partícula, de carga elétrica q e de massa m, encontra-se em repouso na origem de um referencial cartesiano.

Repentinamente, passa a atuar na partícula a força elétrica $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ onde $\vec{E}$ é o campo elétrico associado a uma onda eletromagnética cuja dependência com o tempo é da forma $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t)$. Mostre que a velocidade $\vec{v}(t)$ e a posição $\vec{r}(t)$ da partícula em função do tempo podem assim serem escritas:

a) $\vec{v}(t) = \dfrac{q \cdot sen\omega t}{\omega \cdot m} \vec{E}_0$

b) $\vec{r}(t) = \dfrac{q \cdot \vec{E}_0}{\omega \cdot m} (1 - \omega t)$

Exercício 7.2

No instante $t = 0$, a força $\vec{F} = (k + b \cdot t) \cdot \vec{i}$ (SI) passa a atuar isoladamente sobre uma partícula de massa m (SI) em repouso na origem do eixo $0x$. Sendo k e b grandezas invariáveis com o tempo e posição, determinar para um instante $t = t_0$:

a) A aceleração da partícula
b) A velocidade da partícula
c) O vetor posição da partícula.

Exercício 7.3

Acionada por um sistema de força cuja resultante é $\vec{F} = [1,0 + 0,60 \cdot x] \cdot \vec{i}$ (SI), uma massa $m = 0,20\,kg$ parte do repouso da posição $x = 0$ e passa a se locomover ao longo do eixo $0x$. Determinar, em função da posição x,

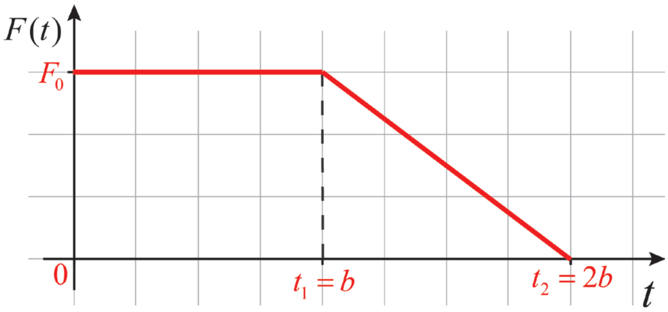
a) A aceleração da massa m.
b) A velocidade da massa m.

Dica: ao aplicar a 2ª Lei de Newton, use a relação: $a = v\dfrac{dv}{dx}$.

Exercício 7.4

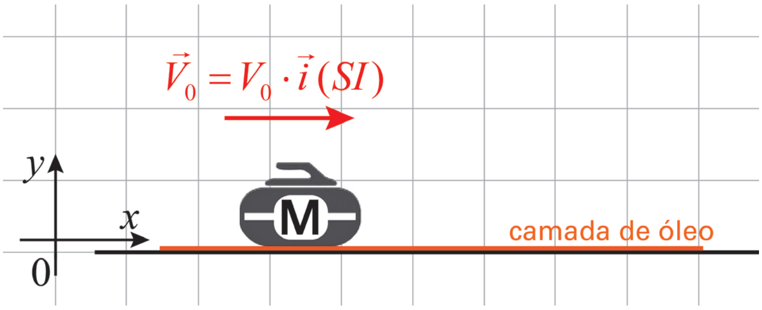
Uma partícula de massa m encontra-se em repouso na origem de um referencial cartesiano. Num determinado instante, acionada pela força resultante $\vec{F} = F(t) \cdot \vec{i}$ cuja intensidade varia conforme o gráfico ao lado, a partícula adquire movimento unidimensional ao longo do eixo $0x$.

Mostre que a 2ª Lei de Newton prevê que $x = \dfrac{10F_0(b)^2}{3m}$ é a posição da partícula no instante $t_2 = 2b$.



Exercício 7.5

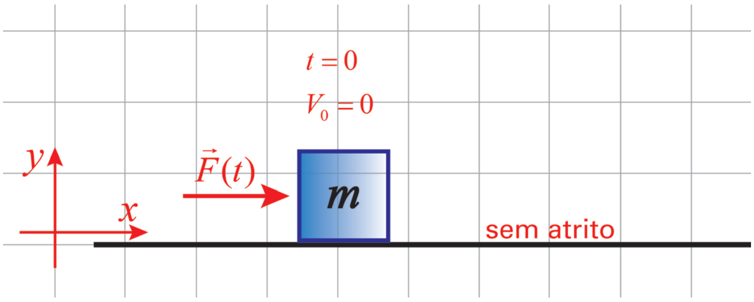
Um bloco de massa $m = 2{,}0\,kg$ é lançado com velocidade $\vec{v}_0 = 16 \cdot \vec{i}$ (SI) sobre uma camada de óleo esparramado sobre um plano horizontal.



Uma vez em movimento, a força de arrasto dependente e oposto à velocidade cuja expressão é $\vec{F}(v) = -(b \cdot v) \cdot \vec{i}$. Desprezando-se a resistência do ar e considerando $b = 8\,N/(m/s)$, o máximo deslocamento realizado pelo bloco.

Exercício 7.6

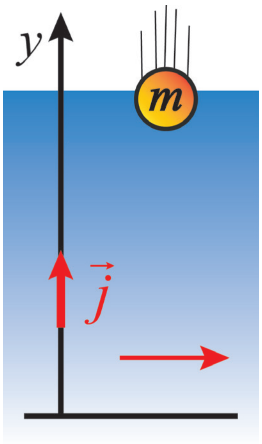
Um bloco de massa $m = 0{,}50\,kg$ encontra-se em repouso sobre um plano horizontal.



Em determinado instante o bloco é acionado por uma força dependente do tempo t cuja expressão, no SI, é $\vec{F}(t) = (6 \cdot t) \cdot \vec{i}$. Despreza-se o atrito entre o bloco e o plano sobre o qual ele desliza. Determine as intensidades da velocidade e do deslocamento do bloco (considerado como partícula, em função do tempo).

Exercício 7.7

Uma esfera, de raio R e massa m penetra num meio viscoso com velocidade inicial $\vec{v}_0 = -v_0\vec{j}$ em relação ao eixo $0y$ orientado verticalmente para cima.



No interior do fluido a esfera fica sujeita a força de empuxo (Arquimedes), a força de arrasto e o peso próprio. Para simplificação, não se considera o empuxo de Arquimedes e a intensidade da força de arrasto, dependente e oposta à velocidade da esfera, é assim escrita: $F(v) = -kv$ (SI).

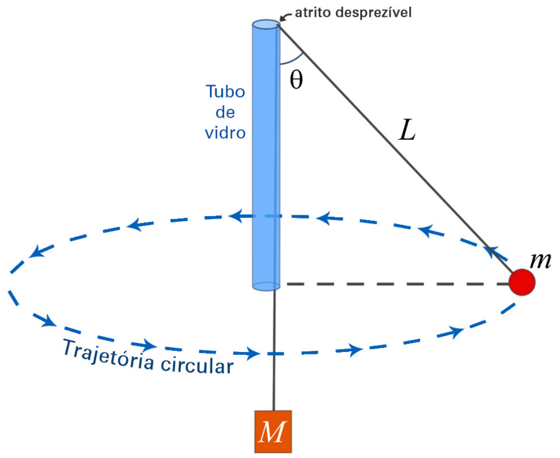
Mostrar que:

a) $\vec{v} = -\dfrac{mg}{k}\vec{j}$ é a velocidade terminal da esfera (velocidade constante que a esfera adquire a partir do instante em que $dv/dt = 0$).

b) E que $\Delta y(t) = y(t) - y_0 = -\left(\dfrac{mg}{k}\right)t + \left(\dfrac{m^2 g}{k^2} + \dfrac{mv_0}{c}\right)\left(1 - e^{-\frac{k \cdot t}{m}}\right)$ é o deslocamento da esfera em função do tempo.

Exercício 7.8

Nas extremidades de um fio leve, flexível e inextensível, – que passa por dentro de um tubo de vidro – são fixadas as massas $m = 0{,}240\,kg$ e $M = 0{,}400\,kg$. A massa m é posta a girar em torno do tubo em trajetória circular de modo que a massa M não suba nem desça. Tem-se, assim, o que se denomina de pêndulo cônico.



Considere g = intensidade do campo gravitacional e nula a força de atrito entre o fio e o tubo de vidro. Sendo T = período do movimento circular efetuado por m, mostrar que:

a) $\theta = \arccos\left(\dfrac{m}{M}\right)$

b) $L = \dfrac{MgT^2}{4\pi^2 m}$ é o comprimento do pendulo cônico em questão.

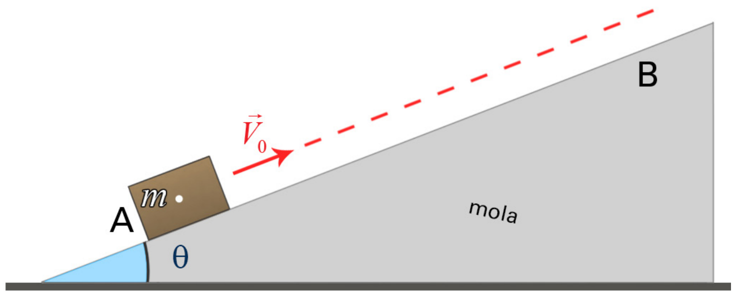
Exercício 7.9

Um automóvel com massa total $m = 800\,kg$ trafega por uma rodovia asfaltada, retilínea e plana, com velocidade escalar uniforme $v_0 = 32\,m/s$. O motorista, em função de uma placa informando “acidente a $100\,m$”, aciona os freios, introduzindo uma desaceleração escalar variável $a(t) = -kg.t^2$ (SI) onde $k = 1200\,kg.m/s^4$.

Determinar o percurso de frenagem Δs do automóvel desde o instante em que o carro começou a desacelerar até parar.

Exercício 7.10

O esquema ao lado ilustra um bloco de massa $m = 4{,}0\,kg$ sendo lançado plano acima com velocidade escalar $v_0 = 10{,}8\,m/s$ a partir do ponto A no sentido do ponto B.

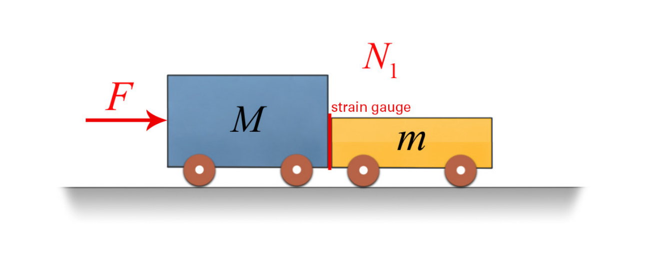


O bloco sobe o plano e momentaneamente para em B antes de iniciar o movimento de retorno. O coeficiente de atrito dinâmico entre as superfícies é $u = 0{,}60$ e ângulo θ é tal que $\text{sen}\,\theta = 0{,}60$ e $\cos\theta = 0{,}80$. Considere $g = 10\,N/kg$. Decorrido um intervalo de tempo Δt o bloco retorna ao ponto de lançamento A. Determine Δt.

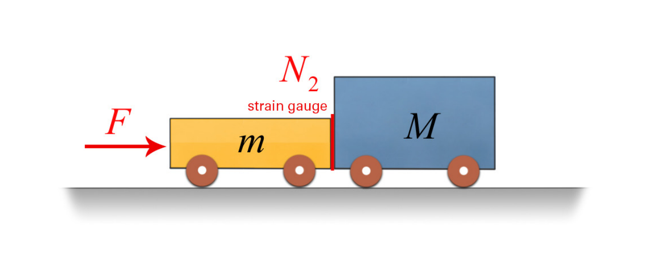
Exercício 7.11

Dois carrinhos, de massas M e m, podem ser movimentados em cima de uma superfície horizontal. Eles são colocados em contato e entre as superfícies em contato é inserido um medidor de força (*strain gauge*).

Quando uma força horizontal de intensidade F empurra o carrinho M e o "strain gauge" acusa a força de compressão $N_1 = 16$ newtons.



I) A força F é aplicada em M



II) A força F é aplicada em m

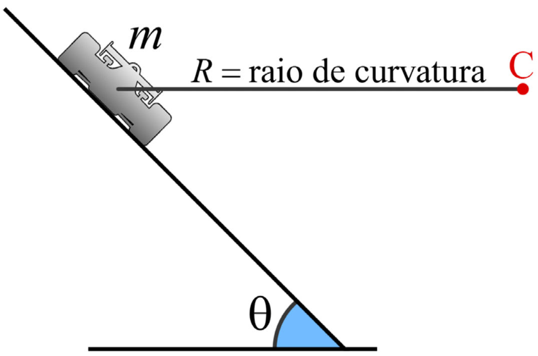
Quando as posições dos carrinhos são invertidas (fig.II) a força de compressão acusada pelo "*strain gauge*" é $N_2 = 24$ newtons. A força de compressão medida pelo instrumento é a intensidade da força de interação entre as duas superfícies em contato. Desprezando-se a massa do "*strain gauge*" e as forças de resistência ao movimento, considerando que $M + m = 20\,kg$, determinar:

a) Os valores das massas M e m

b) A aceleração do sistema $(M + m)$ nas duas situações esquematizadas.

Exercício 7.12

Na Fórmula Indy, corrida de carro tradicional no EUA, as curvas são projetadas com "sobreelevação" conforme ilustra a figura abaixo.



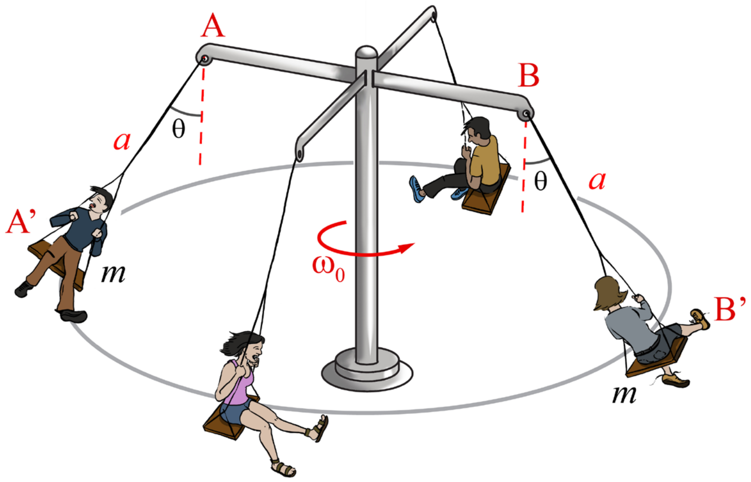
A sobre elevação é definida pelo ângulo θ que a pista faz com a horizontal.

Esta geometria garante que, um carro efetuando uma curva em trajetória de raio de curvatura R, pode atingir uma velocidade escalar máxima v_{max} sem que veículo desgarre do asfalto, mesmo que seus pneus percam o atrito com a pista.

Mostre que, nas condições descritas no enunciado, a velocidade máxima com a qual o carro pode percorrer a trajetória curvilínea, com segurança, é $v_{max} = \sqrt{R \cdot g \cdot \tan\theta}$ onde g = campo gravitacional local.

Exercício 7.13

A figura abaixo ilustra um "carrossel" gigante encontrado em parques de diversões. Ele consta, basicamente, de uma plataforma giratória de diâmetro AB = $2.b = 8{,}0\,m$ de cuja borda são suspensas cadeiras por meio de cabos flexíveis mas resistentes de comprimento AA' = BB' = $a = 3{,}0\,m$.



Posto a girar com velocidade angular ω_0 as cadeiras com massa total m percorrem trajetórias circulares concêntricas com o eixo que passa pelo centro da plataforma circular. Determina velocidade escalar de cada cadeira quando $\theta = 37°$. Desprezar a inércia dos cabos e considerar $g = 10\ N/kg$. Determinar a velocidade angular da plataforma girante.

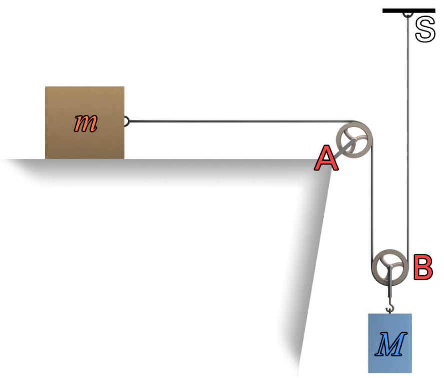
Exercício 7.14

Um automóvel de massa total $800\,kg$ move-se sobre uma pista asfaltada plana e em trajetória retilínea com velocidade constante v_0. Num determinado momento o automóvel, conservando a velocidade escalar, adentra num trecho curvilíneo e passa a percorrer trecho de uma circunferência de raio $R = 112.5\,m$. Se o coeficiente de atrito estático entre os pneus e o asfalto for $u = 0{,}80$, qual a máxima velocidade escalar v_0 para que complete o trecho curvilíneo com segurança? Adotar $g = 10\ N/kg$.

Exercício 7.15

Um fio flexível, inextensível e leve, passando pela polia fixa A e pelo polia móvel B, tem uma extremidade fixa no bloco m e a outra, fixa num suporte rígido S. Um bloco M é pendurado na polia móvel B. Inicialmente segura-se a massa m de modo que o fio fique tenso e o sistema em repouso.

O coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco m e a superfície sobre a qual ela é μ_0. Chame o campo gravitacional de g e desconsidere a inércia das polias bem como o atrito em seus eixos.



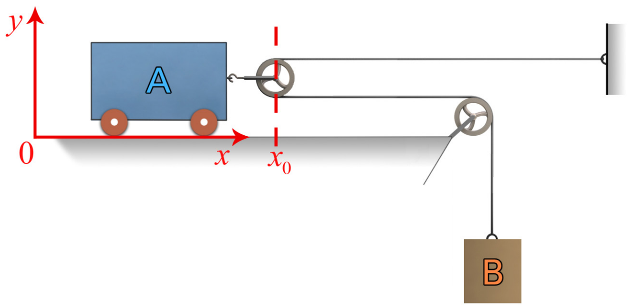
No instante $t = 0$ o bloco m é liberado e o sistema começa a se movimentar.

Mostre que a aceleração escalar do bloco m é:

$$a_m = \frac{(M - 2\mu_0 m)g}{2(M + m)}$$

Exercício 7.16

O sistema abaixo figurado parte do repouso e, neste momento o eixo da polia fixa no carrinho A encontra-se na posição x_0 conforme referencial adotado.



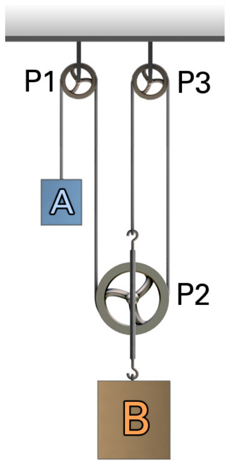
O sistema tem livre movimento e o fio que une os corpos passando pelas polias é flexível e inextensível e de pesos desprezíveis. Sendo $m_A = 2{,}0\,kg$ e $m_B = 0{,}50\,kg$ e considerando $g = 10\ N/kg$, determinar:

a) A aceleração do carrinho A.

b) A tração no fio.

Exercício 7.17

Um fio leve, flexível e inextensível, tendo em uma das extremidades um bloco A, passa pela polia fixa P1, contorna a polia móvel P2, passa pela polia fixa P3 e a outra extremidade é presa no eixo da polia móvel P3 da qual pende o bloco B, conforme esquematizado.



As polias são leves e considere inexistente qualquer tipo de atrito. Sendo $m_B = 40\,kg$ e $m_A = 10\,kg$, determinar:

a) A aceleração do bloco B.

b) A tração no fio.

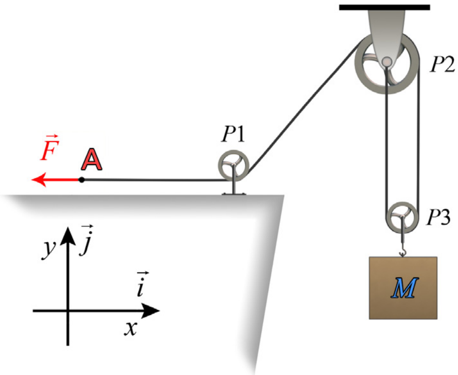
Exercício 7.18

Uma caixa de massa $M = 50\,g$ é erguida por meio de um sistema de polias e um cabo flexível, inextensível e leve, conforme esquematizado. Sabe-se que um ponto fixo da caixa move-se segundo a função horária $y = y_0 + 0{,}50\,t^2$ (SI) de acordo com o referencial adotado.

Adotando $g = 10\ N/kg$ e desprezíveis os atritos nos eixos das polias bem como a inércia de cada uma delas, determine:

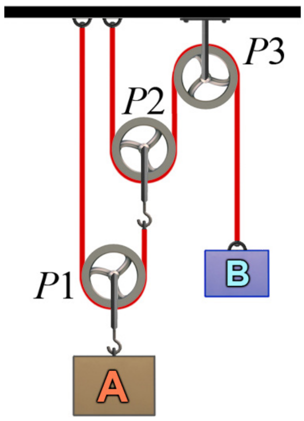
a) intensidade da força com que a extremidade A cabo é puxada.

b) a velocidade escalar do ponto em função do tempo.



Exercício 7.19

Considere o sistema de polias e fios esquematizado. O bloco A tem massa $m_A = 10\,kg$ e o bloco B, $m_B = 4{,}0\,kg$. Cada polia tem massa $m = 2{,}0\,kg$.



Adote $g = 10\ N/kg$ e despreze atritos nos eixos das polias. Determinar a tração no fio que envolve:

a) a polia P1.

b) a polia P2.

Respostas dos exercícios propostos

Exercício 7.1

a) $\vec{v}(t) = \dfrac{q \cdot sen\omega t}{\omega \cdot m}\vec{E}_0$

b) $\vec{r}(t) = \dfrac{q \cdot \vec{E}_0}{\omega \cdot m}(1 - \cos\omega t)$

Exercício 7.2

a) $\vec{a}(t) = \left[\dfrac{k + bt}{m}\right]\vec{i}\,(SI)$

b) $\vec{v}(t) = \left[\dfrac{kt}{m} + \dfrac{bt^2}{2m}\right]\vec{i}\,(SI)$

c) $\vec{r}(t) = \left[\dfrac{kt^2}{2m} + \dfrac{bt^3}{6m}\right]\vec{i}\,(SI)$

Exercício 7.3

a) $\vec{a}(x) = [5 + 3x]\vec{i}\,(SI)$

b) $\vec{v}(x) = \left[\sqrt{10x + 3x^2}\right]\vec{i}\,(SI)$

Exercício 7.4

$$x = \frac{10F_0(b)^2}{3m}$$

Exercício 7.5

$$\Delta x_{\max} = \lim_{t\to\infty} \frac{mv_0}{b}\left(1 - e^{-\frac{bt}{m}}\right) = \frac{mv_0}{b} = 4 metros$$

Exercício 7.6

$$v(t) = 6t^2\,(s, m/s) \;\; e \;\; \Delta x = 2t^3\,(s, m/s^2)$$

Exercício 7.7

$$\text{a)}\vec{v} = -\frac{mg}{k}\cdot\vec{J}$$

$$\text{b)}\Delta y(t) = y(t) - y_0 = -\left(\frac{mg}{k}\right)t + \left(\frac{m^2 g}{k_2} + \frac{mv_0}{c}\right)\left(1 - e^{-\frac{k\cdot t}{m}}\right)$$

Exercício 7.8

$$\text{a) } \theta = \arccos\left(\frac{m}{M}\right)$$

$$\text{b) } L = \frac{MgT^2}{4\pi^2 m}$$

Exercício 7.9

$$\Delta S = 96\,m$$

Exercício 7.10

$$\Delta = 2{,}8\,s$$

Exercício 7.11

a) $M = 12kg$ e $m = 8kg$

b) $|\vec{a}| = 2{,}0m/s^2$ em ambas as situações

Exercício 7.12

$$v_{\max} = \sqrt{R\cdot g\cdot\tan\theta}$$

Exercício 7.13

$$\omega_0 \cong 1{,}26\pi\ rad/s$$

Exercício 7.14

$$v_0 \leq 30m/s\,(108km/h)$$

Exercício 7.15

$$a_m = \frac{\left(M - 2\mu_0 m\right) g}{2(M + m)}$$

Exercício 7.16

a) $a = 2,5 m / s^2$

b) $T = 2,5 N$

Exercício 7.17

a) $a_B = 2,0 m / s^2$, vertical para cima

b) $T = 160 N$.

Exercício 7.18

a) $F = T = 225 N$

b) $v_A = 2.t\left(SI\right)$

Exercício 7.19

a) $T_1 = 50 N$

b) $T_2 = 40 N$