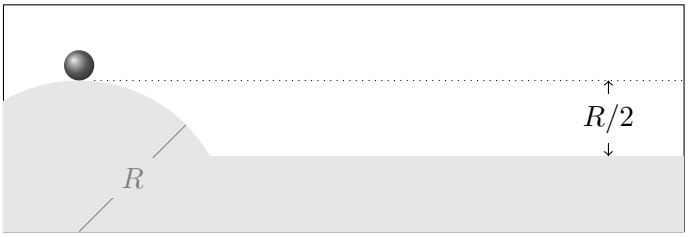
FCM0501 — Física I

Lista de exercícios desafiadores

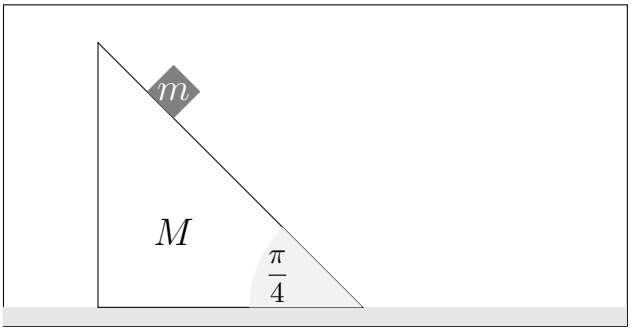
5 junho 2016

Esta lista foi elaborada para estimular quem gosta de desafios. Não será cobrada, nem nos testes, nem nas provas. Ela crescerá progressivamente. Toda vez que um novo problema for inserido, a data será atualizada.

1. Uma bola de futebol está no topo de uma saliência no terreno que tem a forma de uma seção esférica de raio R, como mostra a figura abaixo. A bola é chutada horizontalmente com a mínima velocidade necessária para não bater na própria saliência. A que distância horizontal do ponto de lançamento irá ela colidir com o terreno plano a sua frente?



2. A figura abaixo mostra um bloco de massa m apoiado sobre um bloco triangular de massa m. A massa desce a rampa, o coeficiente de atrito dinâmico entre ela e o bloco é $\mu = 0.5$, e o bloco se move sem atrito sobre a superfície horizontal. Qual é a aceleração $\vec{a}$ da massa m?

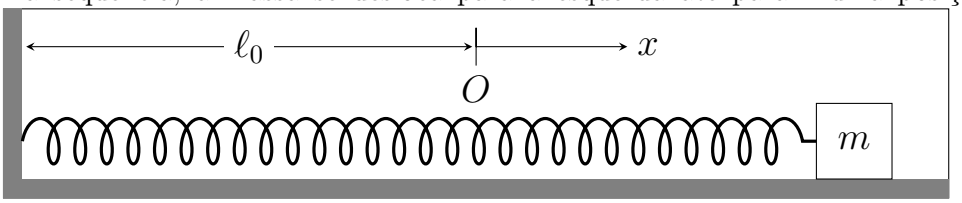


3. No dia 3 de janeiro, a Terra esteve a uma distância $r = 1.470 \times 10^{11}\,\mathrm{m}$ do Sol. Naquele dia, sua velocidade $v = 3.03 \times 10^{4}\,\mathrm{m/s}$ teve direção perpendicular à reta

que passva pelo centro do planeta e pelo centro da estrela. Ainda no mesmo dia, a força que o Sol exerceu sobre a Terra foi $F = m6.14 \times 10^{-3}\,\mathrm{m/s^2}$, onde m é a massa da Terra, dirigida do centro da Terra para o centro do Sol. Descreva o movimento da Terra naquela data.

4. Um par de massas m está preso ao teto de uma sala por uma mola de constante k e comprimento relaxado ℓ_0. O sistema está inicialmente em equilíbrio. Uma das duas massas é então subitamente removida, de forma que somente a segunda massa m fica agora presa à mola, na posição inicial. Descreva o movimento subsequente dessa massa. Em particular, encontre, (i) o novo ponto de equilíbrio, (ii) as distâncias máxima e mínima do teto a que a massa chegará ao longo de seu movimento e (iii) a velocidade com que a massa passará pelo ponto do equilíbrio.

5. Uma massa m repousa sobre uma superfície horizontal. O coeficiente de atrito dinâmico entre a superfície e a massa é μ. A massa está presa por uma mola de constante k e comprimento livre ℓ_0 a uma parede horizontal, como mostra a figura abaixo. A massa está inicialmente a uma distância $\ell_0 + x_0$ da parede, e x_0 é grande o suficiente para que a força elástica da mola vença a força de atrito. Na sequência, a massa se desloca para a esquerda até parar numa posição x_1.

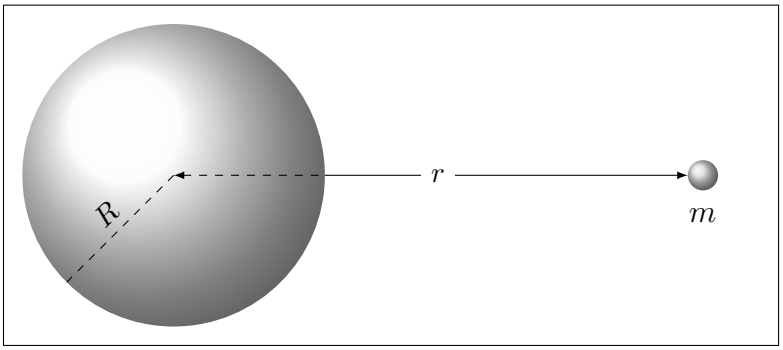


   a) Faça um gráfico mostrando (i) a energia potencial do sistema em função de x e (ii) a energia mecânica do sistema em função de x durante o movimento. Identifique no gráfico o ponto x_1.

   b) Qual deve ser o coeficiente μ para que $x_1 = 0$?

   c) Conhecido o coeficiente de atrito estático μ_e entre a massa e a superfície, qual é o mínimo coeficiente de atrito dinâmico μ para que a partícula permaneça parada após chegar a x_1?

6. A energia potencial associada à força gravitacional que a Terra exerce sobre uma partícula de massa m situada a uma distância $r > R$ do centro do planeta, onde R é o raio da Terra, é dada pela expressão



$$U(r) = -mg\left(\frac{R^2}{r}\right) \qquad (r \geq R),$$

onde g é a aceleração da gravidade na superfície da Terra. Escolha um sistema de eixos situado no centro da Terra com eixo x horizontal e y vertical.

a) Qual é a expressão da força $\vec{F}$ que age sobre a massa m na posição indicada na figura? Verifique que ela se reduz ao que você esperaria se $r \approx R$.

b) Dado um número adimensional α pequeno, a seguinte aproximação é válida:

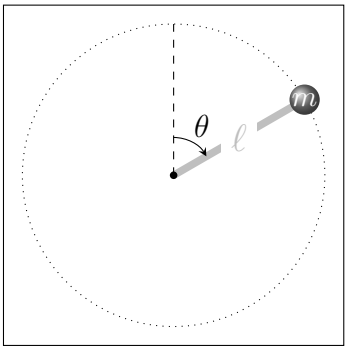
$$\frac{1}{1+\alpha} \approx 1 - \alpha.$$

Com base nessa igualdade, encontre a energia potencial da massa m quando $r = R + h$, onde h é uma distância muito menor do que R. Interprete o resultado.

c) Suponha que um meteorito de Fe com massa $m = 1\,\text{kg}$, inicialmente parado em um ponto no espaço muito distante da Terra, seja atraído pela gravidade e caia sobre a superfície terrestre. Com que velocidade ela chegaria ao solo se não houvesse atrito com a atmosfera? Compare a energia cinética do meteorito com sua energia térmica a 20^oC (a energia térmica de um mol de matéria sólida é $3RT$, onde R é a constante dos gases ideais e T a temperatura absoluta, medida em Kelvins).

7. Um satélite gira em órbita perfeitamente circular a uma distância fixa r do centro da Terra. Encontre a razão K/U entre suas energias cinética e potencial.

8. Um pêndulo é constituído por uma massa m presa a uma barra rígida de comprimento ℓ, cuja massa é muito pequena. A extremidade oposta da barra está articulada a um mecanismo de forma que barra e massa possam rodar verticalmente sem nenhum atrito.



a) Desenhe o gráfico da energia potencial U da massa m em função do ângulo θ na figura, tomando como referência para definição de U o ponto de apoio.

b) Suponha que a energia mecânica da massa m seja $E = 0.99mg\ell$ e que, inicialmente, ela esteja em $\theta = \pi/2$, com velocidade para baixo. Complemente o desenho do item anterior com o gráfico da energia mecânica em função de θ e, a partir desse gráfico, descreva o movimento do pêndulo por meio de um gráfico esquemático mostrando θ em função do tempo.