

Dados: Considere, quando necessário:

$$g = 10 \text{ m/s}^2; \quad \text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = 1/2; \quad \text{cos } 30^\circ = \text{sen } 60^\circ = \sqrt{3}/2;$$

calor específico da água = 1 cal/g °C.

1) Uma pessoa deixa uma moeda cair, e, então, ouve-se o barulho do choque dela com o piso. Sabe-se que a massa da moeda é de 12,6 g ($12,6 \approx 4\pi$) e que cai de uma altura de 2 m.

a) Calcular a energia cinética com que a moeda chega ao piso.

$$K = m g h = 12,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 2 = 25,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

(valor: 1,5 pontos)

b) No primeiro toque com o piso, 0,05% da energia da moeda é convertida em um pulso sonoro que dura 0,1 segundo. Calcular a potência do pulso sonoro.

$$P = \frac{0,05}{100} \cdot 20 \cdot 12,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = \frac{12,6 \cdot 10^{-4}}{0,1} = 12,6 \cdot 10^{-4} \text{ W}$$

(valor: 1,5 pontos)

c) Supondo-se que a propagação das ondas seja a mesma em todas as direções e que, para se ouvir o barulho, a intensidade sonora no local deva ser no mínimo 10^{-8} W/m^2 , calcular a distância máxima em que se pode ouvir a queda.

$$10^{-8} = \frac{12,6 \cdot 10^{-4}}{4\pi r^2} \cong \frac{10^{-4}}{r^2} \Rightarrow r^2 = 10^4 \Rightarrow r = 100 \text{ m}$$

(valor: 2,0 pontos)

- 2) Um carrinho de massa m desliza ao longo de um circuito de uma montanha russa, contendo um *loop* de raio r (Figura 1). Tratando o carrinho como uma massa puntiforme, e desprezando todo o tipo de atrito:

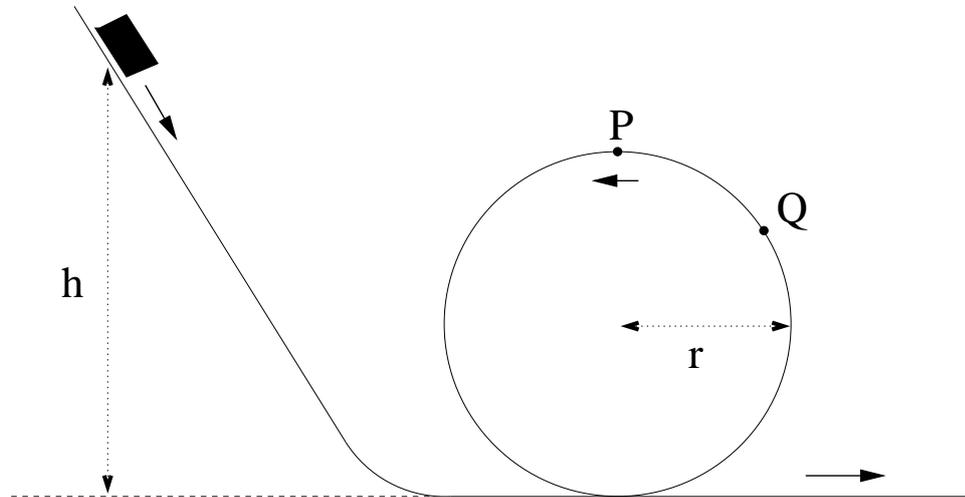


Figura 1

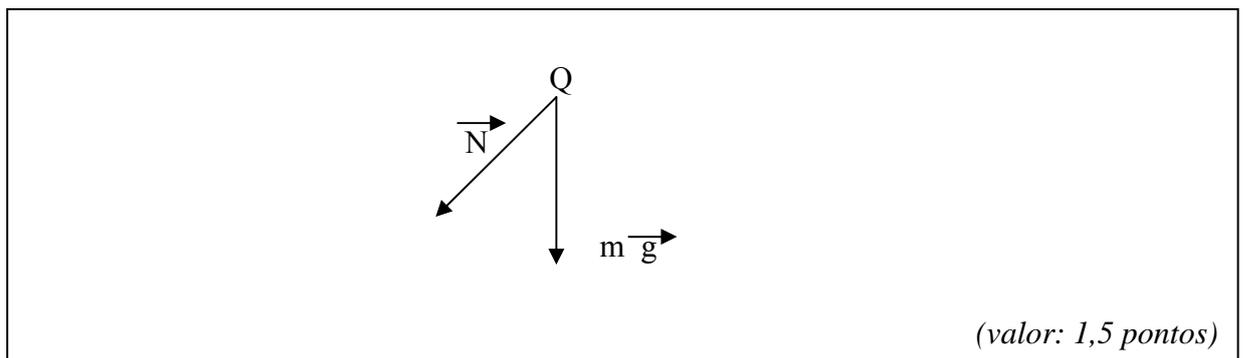
- a) Calcule a velocidade mínima no ponto P para o carrinho não perder contato com a pista nesse ponto.

$F_c = N + P$	$N = 0$	$v_{\min} = \sqrt{r \cdot g}$	(valor: 1,5 pontos)
$m \cdot v^2 / r = N + P$	$m \cdot v_{\min}^2 / r = m \cdot g$		

- b) Calcule o valor mínimo da altura h , onde o carrinho é solto do repouso, para percorrer o circuito, sem perder contato com a pista no ponto P.

$m \cdot g \cdot h_{\min} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\min}^2 + m \cdot g \cdot 2 \cdot r$	$h_{\min} = \frac{5}{2} \cdot r$	(valor: 2,0 pontos)
$g \cdot h_{\min} = \frac{1}{2} \cdot r \cdot g + g \cdot 2 \cdot r$		

- c) Supondo-se que a altura de onde ele é solto do repouso é suficiente para fazer uma volta completa no *loop*, faça um diagrama das forças que atuam sobre o carrinho, quando ele passa pelo ponto Q, identificando cada uma das forças.



- 3) Um carro tem um espelho retrovisor convexo, cujo raio de curvatura mede 5 m. Esse carro está se movendo numa rua retilínea, com velocidade constante, e, atrás dele, vem outro carro. No instante em que o motorista olha pelo retrovisor, o carro de trás está a 10 m de distância do vértice desse espelho.

- a) Calcule, nesse instante, a que distância desse espelho retrovisor estará a imagem do carro que vem atrás.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$

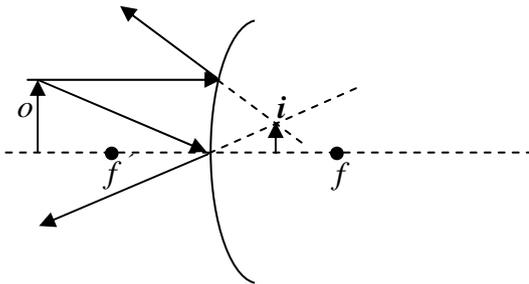
$$\frac{1}{S'} = \frac{1}{-2,5} - \frac{1}{10} = -\frac{5}{10}$$

$$\frac{1}{-2,5} = \frac{1}{10} + \frac{1}{S'}$$

$$S' = -2m \therefore \text{Dist} = 2m$$

(valor: 2,0 pontos)

- b) Quais são as características da imagem do carro que vem de trás (real ou virtual, direita ou invertida)? Justifique sua resposta, utilizando um diagrama de formação de imagem.



Virtual (pois $S' < 0$)

Direita (pois $m > 0$)

(valor: 2,0 pontos)

- c) Calcule a relação entre os tamanhos da imagem e do objeto.

$$m = -\frac{S'}{S} = -\frac{(-2m)}{10m} = +0,2$$

(valor: 1,0 ponto)

- 4) As ondas eletromagnéticas emitidas pelos telefones celulares penetram certa distância no tecido humano, provocando um aumento de sua temperatura. Essas ondas têm, em média, uma potência de 0,40 W. Consideremos que a energia dos celulares se concentre na orelha. Estimemos em 20 g a massa da orelha de uma pessoa, sabendo-se que o corpo humano é formado, basicamente, por água. Consideremos que apenas 50% da energia emitida pelo celular seja responsável pelo referido aumento de temperatura (1 cal = 4,2 J).

- a) Admitindo-se que não haja perdas, calcule a energia, em joules, que um usuário deve receber, de modo que sua orelha sofra um acréscimo de temperatura de 1°C.

$$Q = m.c.\Delta T$$

$$Q = 20g \cdot \frac{1cal}{g^{\circ}C} \cdot 1^{\circ}C$$

$$Q = 20cal$$

$$1 cal \longrightarrow 4,2 J$$

$$20 cal \longrightarrow x$$

$$x = 84 J$$

(valor: 1,0 ponto)

- b) Calcule o tempo total de conversação necessário para que o usuário tenha esse acréscimo de temperatura de 1°C.

$$E = P \cdot t$$

$$2 \cdot (84J) = (0,4W) \cdot t$$

$$T = 420 s$$

(valor: 2,0 pontos)

- c) O processo pelo qual ouvimos o som do celular é devido somente a essas ondas eletromagnéticas, ou existem ondas de outra natureza envolvidas? Justifique sua resposta.

Existem ondas sonoras, além das eletromagnéticas, pois o ouvido humano é sensível apenas às ondas sonoras, não sendo sensível às ondas eletromagnéticas.

(valor: 2,0 pontos)

- 5) Duas bolinhas de isopor idênticas, forradas com papel alumínio, são penduradas, lado a lado, em uma varinha de madeira por meio de fios idênticos e de massa desprezível. As duas bolinhas são carregadas com cargas iguais de mesmo sinal e se afastam, uma da outra, conforme a Figura 2, a seguir. Considerando que o sistema está em equilíbrio mecânico:

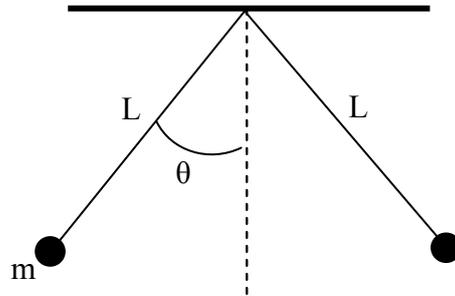
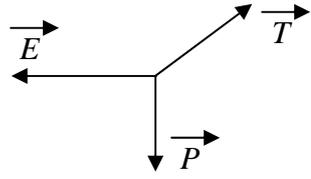


Figura 2

- a) Faça o diagrama das forças que atuam na bolinha da esquerda.

	\vec{T} - tração \vec{P} - peso \vec{E} - força elétrica	(valor: 2,0 pontos)
---	--	---------------------

- b) Escreva as equações para as componentes verticais e horizontais das forças que atuam nessa bolinha.

$T_y - P = 0$ $T_x - E = 0$	$T \cdot \cos \Theta - P = 0$ $T \cdot \sin \Theta - E = 0$	(valor: 2,0 pontos)
--------------------------------	--	---------------------

- c) Considerando a massa da bolinha $m = 2 \text{ g}$ e $\theta = 30^\circ$, calcule a força elétrica sofrida pela bolinha.

$T \cdot \cos \Theta = P$ $T \cdot \sin \Theta = E$ $\frac{E}{P} = \text{tg} \Theta$ $E = P \cdot \text{tg} \Theta$	$E = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{3}} \text{ N}$	(valor: 1,0 ponto)
--	--	--------------------

- 6) Um bate-estaca é um dispositivo utilizado no início da construção de um edifício. Ele consiste em um mecanismo que provoca a queda de uma grande massa (o martelo) sobre uma estaca para encravá-la no solo. Depois da queda, a estaca e o martelo se movem juntos para baixo, sendo que o conjunto (martelo + estaca) adquire, imediatamente após o impacto, uma velocidade v . Supondo-se que o solo seja muito mole, essa velocidade pode ser considerada constante durante um certo intervalo de tempo e, durante esse intervalo, a energia e o momento transferidos ao solo podem ser desprezados.

As massas da estaca e do martelo são m_e e m_m respectivamente.

- a) Admitindo-se que o martelo caia de uma altura h sobre a estaca, calcule o módulo da velocidade v adquirida pelo conjunto martelo + estaca imediatamente após o choque.

$m_m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m_m \cdot v_m^2$ $v_m = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$	$m_m \cdot v_m = (m_m + m_e) \cdot v$ $v = \frac{m_m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{m_m + m_e}$
(valor: 2,0 pontos)	

- b) Calcule o valor da energia “perdida” durante o golpe do martelo contra a estaca. Expresse o resultado em termos de h , m_m e m_e .

$E_{perdida} = K_m + K_{m+e} = m_m \cdot g \cdot h - \frac{1}{2} (m_m + m_e) \cdot \frac{m_m^2}{(m_m + m_e)^2} \cdot 2 \cdot g \cdot h = m_m \cdot g \cdot h - \frac{1}{2} \cdot \frac{m_m^2 \cdot 2 \cdot g \cdot h}{m_m + m_e} =$ $m_m \cdot g \cdot h \cdot \left(1 - \frac{m_m}{m_m + m_e}\right) = \frac{m_m \cdot m_e \cdot g \cdot h}{m_m + m_e}$
(valor: 2,0 pontos)

- c) Para onde vai essa energia “perdida”?

<p><i>É convertida em som, calor e deformação plástica</i></p>
(valor: 1,0 ponto)